

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Rapport final

Animateurs GP8 : L. Forti (IFPEN), J.-M. Most (CNRS),

Experts : M. Feidt (Université de Lorraine), F. Guillou (IFPEN),
A. Degiovanni (CNRS), L. Fournaison (IRSTEA), F. Patisson (CNRS)

CVT Ancre : M.-F. Chabrelie, K. Beauquin, N. Des Courtils,
R. Kaspruk, C. Silva, M. Tourigny

Cabinets de consultants : Avenium et Sia-Partners



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

I - Cadre de l'étude

- Rappel du contexte, des objectifs et des enjeux
- Planning et méthodologie

II - Efficacité énergétique et écologie industrielle : optimisation du site vers le territoire

- Le site
 - Amélioration des performances des composants et sous-systèmes
 - REX des industriels
 - Enjeux technologiques
- Le territoire
 - Synergies développées
 - Outils de gestion et de déploiement

III - Perspectives : Recommandations

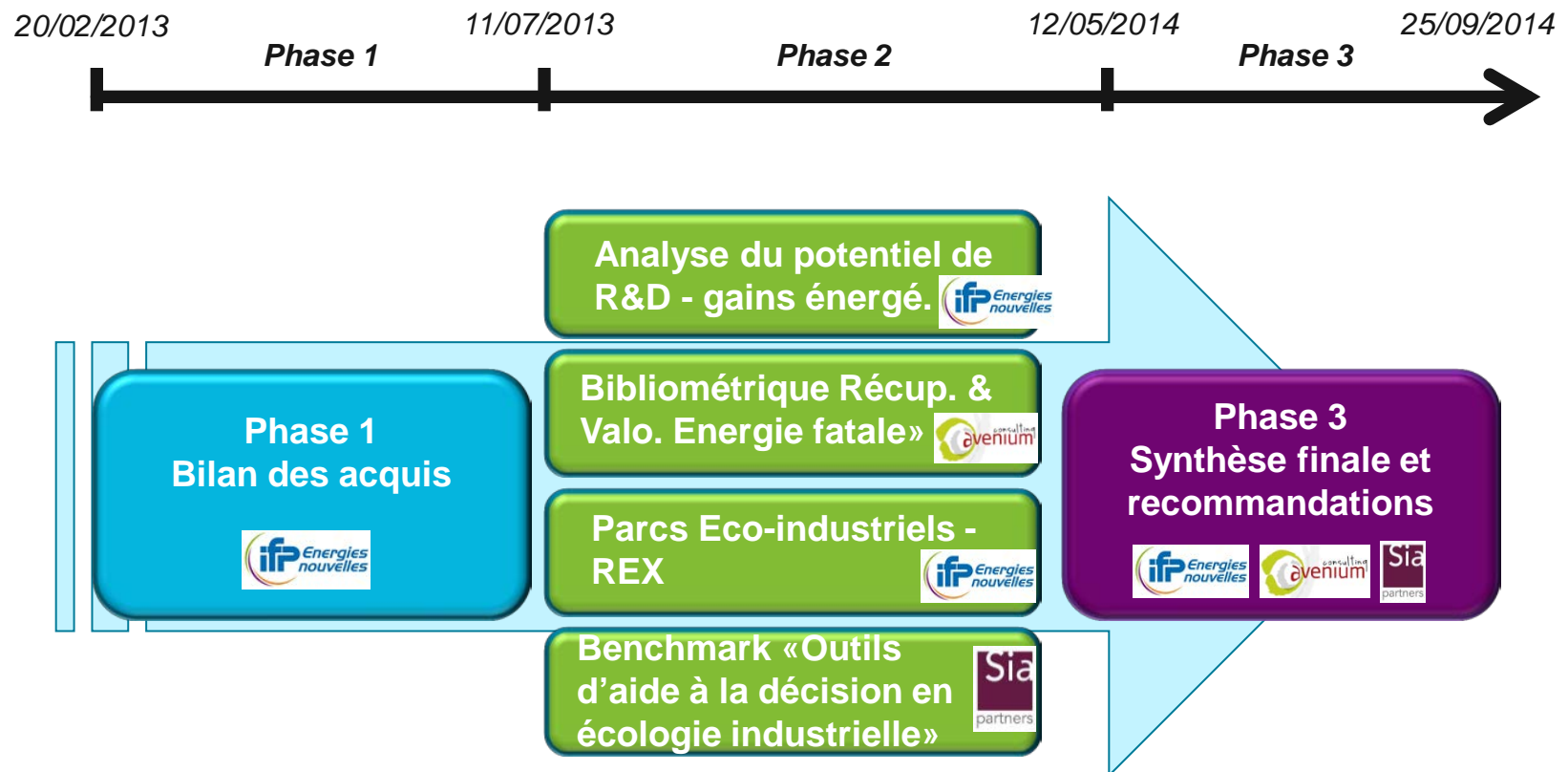
Annexe (logigramme)

Le Consortium de Valorisation Thématique (CVT) de l'Alliance ANCRE a accompagné le GP8 par une analyse stratégique sur l'optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels.

- Le Comité de Coordination de l'Alliance avait validé le lancement de cette étude lors de sa réunion du 20 février 2013.
- **Les objectifs** de cette analyse consistent à apporter au GP8 «Industries et Agriculture» des éléments lui permettant de proposer des orientations prioritaires pour la recherche dans ce domaine, ce qui passe par :
 - ✓ l'évaluation des besoins des industriels;
 - ✓ l'identification des briques technologiques d'innovation prioritaires ;
 - ✓ La détection d'opportunités dans l'accompagnement des industriels et des collectivités locales ;
 - ✓ la caractérisation des forces de R&D en présence impliquées au niveau français, international ;
 - ✓ l'identification des contraintes pouvant gêner les synergies industrielles ainsi que les pistes et organismes pouvant les réduire ou les lever.
- Cette analyse traite des **enjeux de l'efficacité énergétique** dans l'industrie et l'agriculture : réduction des coûts énergétiques, diminution de l'empreinte carbone des activités dans le but d'améliorer la compétitivité des entreprises de ces secteurs.

Planning et schéma de réalisation

Cette étude a été coordonnée et réalisée par IFPEN en collaboration avec les Leaders et des experts du GP8, ainsi que les membres du BO du CVT, et en faisant appel aux cabinets Avenium et Sia-Partners.



Comité de Pilotage : Leaders du GP8 «Industries et Agriculture», experts de l'Alliance, BO du CVT.

I - Introduction

- Rappel du Bilan des acquis
- Approche retenue
- Méthodologie : acteurs interrogés

II – Contexte réglementaire de la lutte contre le changement climatique

- Monde
- Europe
- France

III – Panorama des émissions de gaz à effet de serre

- Monde
- Europe
- France

IV - Panorama Air, Energie et Industrie

- Panorama Air, Energie et Industrie – Détail par grandes régions

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Volet 1
I - Introduction

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Contexte

- Le changement climatique et la transition énergétique dominant désormais l'élaboration des politiques de recherche énergétique à l'échelle globale ;
- La thématique énergie-climat : des objectifs européens ambitieux et des défis scientifiques et technologiques majeurs pour 2030 (dont objectif Europe 30 % de gain en efficacité énergétique par rapport à 2007) ;
- Compétitivité des industries dans un contexte de mondialisation.

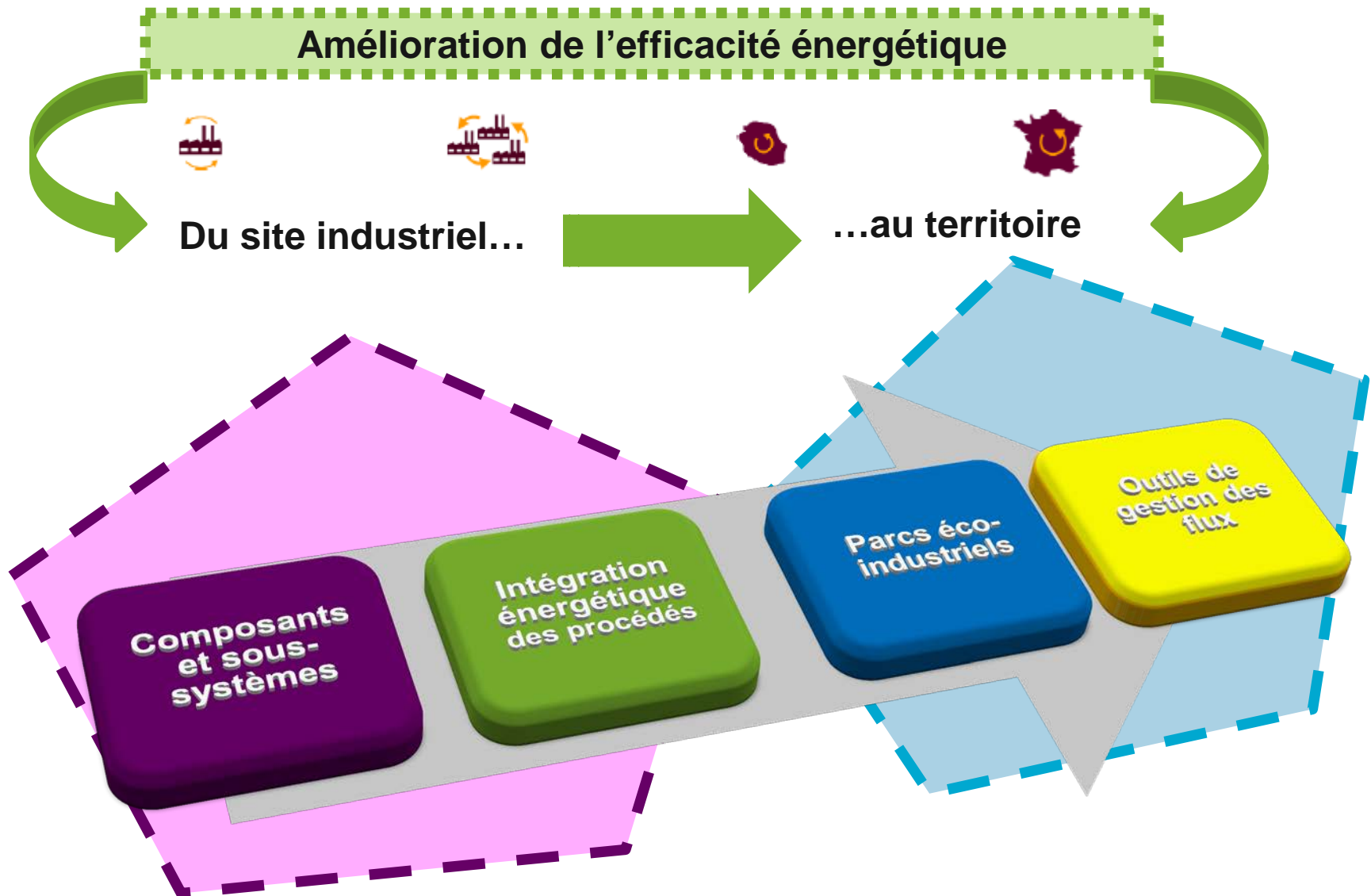
Technologies

- De nombreux développements technologiques déjà mis en œuvre pour améliorer les performances énergétiques des entreprises et des gains substantiels réalisés ;
- Des gains potentiels importants à réaliser sur tous les maillons de la chaîne
→ Intégration énergétique. Efforts de R&D à mettre en œuvre.

Parcs éco-industriels

- De nombreuses expériences identifiées à travers le monde. Des REX à analyser en détail pour en retirer les bonnes pratiques.
- Plusieurs initiatives bien connues en France et un nombre élevé d'acteurs présents dans le domaine de l'écologie industrielle. Un tissu industriel très marqué par des entreprises de petite taille.

L'approche retenue porte sur les évolutions technologiques et la gestion des flux des sites industriels jusqu'au territoire



Méthodologie des entretiens

- Dans cette étude, la perception des industriels a été établie par des entretiens avec des Chefs d'entreprises, des Responsables maintenance, des Directeurs Technique, des Responsables «Energie» d'une sélection d'acteurs, en particulier de TPE et PME.
- L'échantillonnage **diversifié en termes de domaines d'activités**, mais néanmoins restreint, des industriels interrogés ne permettant pas d'avoir une vision statistiquement représentative de la perception des acteurs, **l'analyse des résultats est d'ordre qualitative**.
- Le Benchmark sur les «Outils d'aide à la décision en écologie industrielle» s'est aussi très largement appuyé sur une série d'entretiens.

+ Vision d'industriels - Séminaire GP8

20 interviews réalisés auprès d'industriels de filières très diversifiées, d'organismes,.

Type d'industrie	Typologie d'entreprise
Verre	PME
Sidérurgie	Grand Groupe
Constructeur - Transport	Grands Groupes
Machines outils/ Usinages/ Pliages métaux	TPE
Agroalimentaire/ Conserveries	Grand Groupe, TPE
Equipements Auto	PME
Construction métallique	TPE
Plastique	TPE
Chimie	PME
Cartonnerie	PME
Produits alimentaires	TPE
Produits de brasure/ soudage en poudre	TPE

Analyse « Outils » : 86 entretiens téléphoniques et réception de 16 questionnaires complétés

	Nombre d'entretiens	Éditeurs	Centres de recherche	Cabinets de conseil	Projets/ Utilisateurs	Gouvernement	Questionnaires renvoyés	Prises de contacts sans retour	Taux de réponse
TOTAL	86	30	27	9	16	4	16	108	44%
États-Unis	5	1	1		3			11	31%
Canada	7	3	3		1			5	58%
Allemagne	9	4	5				1	7	56%
Autriche	1	1						0	100%
Belgique	4		1	2		1		7	36%
Bulgarie	1		1					0	100%
Danemark	1		1					3	25%
France	26	4	6	5	11		2	8	76%
Grèce	3	2	1				1	7	30%
Italie	2	2					1	2	50%
Luxembourg	3		2		1		2	5	38%
Moldavie	1					1		0	100%
Pays-Bas	3	2	1				2	9	25%
Portugal	2	2					1	0	100%
Roumanie								8	0%
Royaume-Uni	5	4	1					5	50%
Suisse	5	3	1			1	1	12	29%
Turquie	3	1	1	1			3	4	43%
Japon	2		1			1	2	7	22%
Australie	3	1	1	1				8	27%

Source : Sia Partners, 2014

Typologie des entreprises ayant répondu à l'enquête

20 interviews réalisés auprès d'industriels de filières très diversifiées, d'organismes,.

Type d'industrie	Typologie d'entreprise
Verre	PME
Sidérurgie	Grand Groupe
Constructeur - Transport	Grands Groupes
Machines outils/ Usinages/ Pliages métaux	TPE
Agroalimentaire/ Conserveries	Grand Groupe, TPE
Equipements Auto	PME
Construction métallique	TPE
Plastique	TPE
Chimie	PME
Cartonnerie	PME
Produits alimentaires	TPE
Produits de brasure/ soudage en poudre	TPE

- **Age des entreprises :**

- Plus de la moitié des entreprises ont plus de 50 ans d'existence.

- **Taille des entreprises :**

- TPE/PME dont les effectifs vont de 20 à 50 salariés sur le site
- PME plus importantes dont les effectifs vont de 130 à 600 salariés sur le site
- ETI de 1500 à 1700 salariés sur le site.

- **Localisation des entreprises :**

- **Les petites entreprises sont situées en centre ville et, pour plusieurs d'entre elles, installées dans des bâtiments anciens. Les conséquences :**
 - les clients ont souvent une mauvaise image des sites vétustes ;
 - il est difficile de faire des modifications importantes sans remettre en cause la totalité du site ;
 - Il y a un optimum à trouver pour l'optimisation énergétique des sites anciens : à partir d'un certain montant d'investissement, il devient plus rentable de fermer le site et de le délocaliser.
- **Les entreprises de taille plus importante sont le plus souvent situées à proximité d'une ville, pour la plupart, situées à proximité d'autres industries.**

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Volet 1

II - Contexte réglementaire de la lutte contre le changement climatique *Monde/Europe/France*



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

a. Préoccupations internationales

- i. Sommets de la Terre*
- ii. Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE)*
- iii. Convention Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC)*
- iv. Conférence des Parties*
- v. Protocole de Kyoto*

b. Préoccupations européennes

- i. L'Union Européenne et le Paquet Energie-Climat*
- ii. Système Communautaire d'Echanges de Quotas d'Emissions*
- iii. Directive « efficacité énergétique »*
- iv. Actes normatifs*

c. Préoccupations françaises

- i. Plan National d'Allocation des Quotas (PNAQ)*
- ii. Grenelle de l'environnement*
- iii. Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC)*
- iv. Schémas Régionaux Climat – Air – Energie (SRCAE)*
- v. Plan Climat – Energie Territorial (PCET)*
- vi. Implication de la directive européenne « efficacité énergétique »*

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations internationales

• Sommets de la Terre:

- Organisés depuis 1972 par l'ONU, ces sommets sont des rencontres décennales entre dirigeants mondiaux, dans le but de **définir des moyens pour stimuler le développement durable à l'échelle mondiale**
 - 1er sommet de 1972 à Stockholm (*Voir tableau « historique »*)
- Preuve du développement d'une **culture mondiale de respect de l'environnement**, les sommets de la Terre présentent un enjeu symbolique important
- Ils visent à démontrer la **capacité collective à gérer les problèmes planétaires** et affirment la nécessité du respect des contraintes écologiques



Année	Lieu	Dénomination	Textes adoptés	Organes créés	Commentaires
1972	Stockholm	Conférence des Nations Unies sur l'Environnement Humain	- Déclaration de 26 principes - Vaste plan d'action pour la lutte contre la pollution	- Programme des Nations Unies pour l'Environnement (→ PNUÉ)	Symbolise la prise de conscience politique et publique sur les problématiques environnementales
1982	Nairobi	Les événements de l'époque (Guerre Froide) et le désintérêt du président des Etats-Unis, Ronad Reagan (qui a nommé sa fille déléguée des États-Unis) ont fait de ce sommet un échec. Il n'est d'ailleurs même pas évoqué comme un sommet de la Terre officiel			
1992	Rio de Janeiro	Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement	- Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (→ CCNUCC) - Convention sur la diversité biologique (CDB) - Convention des Nations Unies sur la lutte contre la Désertification (CLD)	- Conférence des Parties (→ COP)	1ère volonté d'une action concrète et coordonnée au niveau mondial afin de mieux cerner ce qu'est le changement climatique et comment y remédier
2002	Johannesburg	Sommet mondial sur le développement durable	- Plan d'action en 153 articles sur de nombreux sujets (l'eau, l'énergie, la productivité agricole, la biodiversité, la santé)		inciter les Etats à réitérer leur engagement politique en faveur du développement durable
2012	Rio de Janeiro	Conférence des Nations Unies sur le développement durable (Rio+20)	- « L'avenir que nous voulons »: réitère les engagements des sommets antérieurs et réalise diverses avancées, bien que renvoyées pour la plupart aux prochaines sessions		Lancement d'un processus devant conduire à l'établissement d'Objectifs du Développement durable (ODD)

- Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE):

- **Voyant le jour à la suite du 1^{er} Sommet de la Terre à Stockholm en 1972, ses rôles sont aujourd'hui multiples:**

- Coordination des activités des Nations Unies dans le domaine de l'environnement
- Assistance aux pays dans la mise en œuvre de politiques environnementales
- Encouragement global des initiatives s'inscrivant dans une optique de développement durable

- **Ses activités couvrent donc de larges domaines, de la sauvegarde des écosystèmes marins et terrestres à la protection de l'atmosphère, en passant par la promotion et l'amélioration de la science environnementale.**

- **L'organisation est également sollicitée pour l'élaboration de moyens de préventions et de réponses rapides aux désastres environnementaux**

- Le PNUE est d'ailleurs à l'origine de plusieurs manuels de recommandations et de traités d'applications sur diverses problématiques, telles que le commerce international de produits chimiques potentiellement dangereux, la pollution de l'air transfrontalière ou encore la contamination des routes maritimes internationales

- **Avec l'Organisation Météorologique Mondiale, le PNUE a co-créé en 1988 le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC)**

- Mission du GIEC: « évaluer, sans parti-pris et de façon méthodique, claire et objective, les informations scientifiques, techniques et socio-économiques » en rapport avec la question du changement climatique
- En d'autres termes, le GIEC travaille à rendre compte des différents points de vue et incertitudes, tout en dégageant clairement les éléments qui relèvent d'un consensus de la communauté scientifique
- Il est à noter que le GIEC travaille actuellement à la préparation de son 5e Assessment Report, prévu pour être livré en 2014

- **Plus récemment, à la suite de la publication en 2007 du 4^{ème} Assessment Report du GIEC, certains membres signataires du PNUE ont montré la volonté de réformer le PNUE, initiée notamment par un appel français:**

- S'appuyant sur le fait que l'ONU manque actuellement d'une véritable politique dédiée à l'environnement global et sur le fait que les compétences environnementales semblent dispersées au sein d'une douzaine d'organisations internationales, l'idée a été émise de remplacer le PNUE par l'ONU, l'Organisation des Nations Unies pour l'Environnement. Cette initiative a été supportée par 46 États, dont ceux de l'Union Européenne, mais décriée par les États-Unis, l'Arabie Saoudite, la Russie ou encore la Chine, pourtant premiers émetteurs mondiaux de gaz à effet de serre
- De plus, lors du Sommet de la Terre Rio+20 de 2012, l'Assemblée Générale des Nations Unies a confirmé l'intention de renforcer et d'étendre le champ d'action du PNUE



• Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC)



- **Convention fondatrice créée à la suite du 3^{ème} sommet de la Terre, à Rio de Janeiro en 1992**
 - sommet de 1992 = 1^{ère} volonté d'une action concrète et coordonnée au niveau mondial afin de mieux cerner ce qu'est le changement climatique et comment y remédier
 - Cette conférence a été principalement marquée par l'adoption d'un texte fondateur de 27 principes intitulé "**Déclaration de Rio sur l'Environnement et le Développement**"
 - Parallèlement, un programme d'action a été adopté (appelé **Action 21**, en anglais Agenda 21) et qui énumère quelques 2500 recommandations concernant la mise en œuvre concrète des principes de la déclaration (dont la plupart n'ont d'ailleurs jamais été mises en œuvre)
 - Aujourd'hui encore, le programme Action 21 reste la référence pour la mise en œuvre du développement durable au niveau des territoires
 - Le sommet a abouti à deux autres conventions fondatrices: la Convention sur la Diversité Biologique (**CDB**) et la Convention sur la Lutte contre la Désertification (**CLD**)
- **Entrée en vigueur en 1994 et signée par 154 États auxquels il faut ajouter la totalité des membres de la Communauté Européenne, la CCNUCC reprend les grands principes contenus dans la déclaration finale de Rio et dans le programme Action 21, parmi lesquels:**
 - principe de précaution
 - principe des responsabilités communes mais différenciées
 - principe du droit au développement
- **Cependant elle ne comprend aucune cible juridiquement contraignante**
- **L'organe suprême de la CCNUCC est la Conférence des Parties (COP)**
 - également deux organes techniques: l'organe subsidiaire d'avis scientifique et technique (OSAST) et l'organe subsidiaire de mise en œuvre (OSMO)
- **La CCNUCC a aussi créé trois groupes de travail**
 - le groupe de travail sur l'action concertée à long terme (GTACLIC)
 - le groupe de travail spécial des nouveaux engagements des Parties visées à l'annexe I au titre du protocole de Kyoto (GTPK)
 - le groupe de travail sur la Plateforme de Durban pour une action renforcée (GTPD)

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations internationales

• Conférence des Parties (COP)

- Sa mission est de: vérifier la bonne application par les membres des objectifs fixés par la CCNUCC, analyser les avancées de la convention, prendre des décisions pour atteindre les objectifs de lutte contre les changements climatiques
- Depuis 2005 (entrée en vigueur du protocole de Kyoto), les réunions de la COP sont aussi indexées MOP (Meeting of the Parties)

Année	Lieu	Désignation	Faits marquants et commentaires
1995	Berlin	COP 1	Discussions sur l'adéquation des pays à respecter leurs engagements en accord avec le OSAST et le OSMO
1996	Genève	COP 2	Reconnaissance des découvertes scientifiques sur le changement climatique et acceptation de contraintes flexibles
1997	Kyoto	COP 3	Signature du protocole de Kyoto , accord contraignant pour la réduction des émissions de GES
1998	Buenos Aires	COP 4	Reprise des discussions sur le protocole de Kyoto et acceptation d'un plan d'action transitoire de 2 ans
1999	Bonn	COP 5	Initialement meeting technique, aucun aboutissement concluant
2000	La Hay / Bonn	COP 6	Accords sur la flexibilité des obligations de réduction, mis en place de financements, du système de crédits carbone
2001	Marrakech	COP 7	Finalisation des détails opérationnels du plan d'action décidé à la COP 4 de Buenos Aires
2002	New Delhi	COP 8	Accord de l'effort de la part des pays développés à transférer leurs technologies vers les pays en développement
2003	Milan	COP 9	Accord pour l'utilisation du fond crée à la COP 7 pour aider les pays en développement à s'adapter au chang. climat.
2004	Buenos Aires	COP 10	Discussion autour des progrès effectués depuis la COP 1 et de la période post-Kyoto (après 2012)
2005	Montréal	COP 11 / MOP 1	Entrée en vigueur du protocole de Kyoto, mise en place du plan d'action de Montréal pour la période après 2012
2006	Nairobi	COP 12 / MOP 2	Adoption d'un plan sur 5 ans pour l'aide aux pays en développement face au changement climatique
2007	Bali	COP 13 / MOP 3	Mise en place d'un plan d'action de Bali, structuré dans le temps, pour la période post-2012
2008	Poznan	COP 14 / MOP 4	Accord de principe sur la création d'un fond d'aide aux pays les plus pauvres, et sur la protection des forêts
2009	Copenhague	COP 15 / MOP 5	Accords de Copenhague, sans valeur juridique, pour la négociation d'un après Kyoto
2010	Cancun	COP 16 / MOP 6	Création du Fonds Vert pour le Climat (FVC), dont les mécanismes devront être discutés
2011	Durban	COP 17 / MOP 7	Progrès sur la mise en fonctionnement du FVC, ouverture à la signature d'une engagement juridique pour après 2015
2012	Doha	COP 18 / MOP 8	Mise en place d'un amendement pour une 2 ^{ème} période d'engagement au protocole de Kyoto, devant être ratifié
2013	Varsovie	COP 19/ MOP 9	Progrès sur la Plateforme de Durban, le Fonds vert pour le climat, les financements et la REDD+.

- Le protocole de Kyoto: 1995 – 2005 des négociations chaotiques

- **La troisième réunion de la Conférence des Parties a lieu en 1997 à Kyoto, et aboutit à la signature du protocole du même nom, qui vient donc s'ajouter à la CCNUCC et incarne la première initiative d'actions contraignantes quant à la préoccupation climatique**
 - ouverture des négociations en 1997, mais elles continuent à Buenos Aires à la COP 4 de 1998 pendant laquelle les Etats-Unis tentent d'accélérer la mise en œuvre de permis d'émission négociables. Ils s'opposent à tout compromis mais signent tout de même le protocole
 - poursuite du débat à la COP 5 de 1999, et à la COP 6 de 2000 qui fait apparaître plusieurs groupes d'intérêts communs:
 - le Carbon Club: dont les « Juscanz » (Japon, Etats-Unis, Canada, Australie, Nouvelles Zélande) membres de l'OPEP et opposés à l'instauration de quotas d'émission, la Russie et la Norvège
 - l'Union Européenne: plus active en matière de défense environnementale
 - Certains pays potentiellement menacés par la montée des eaux (Pays-Bas, petites îles et archipels du Pacifique)
 - le G77: regroupe actuellement 130 pays en développement
 - Durant les négociations, il se dit que les représentants du Carbon Club auraient fait pression sur les pays en développement, réclamant l'égalité des devoirs en matière d'adoption des quotas d'émission
- **Traité international contraignant visant à réduire des émissions de GES des pays industrialisés et à en prévenir les interférences anthropogéniques sur le changement climatique, l'objectif du protocole est de limiter le réchauffement climatiques à 2°C d'ici 2100**
 - première période d'engagement sur 2005-2012 avec comme premier objectif une diminution collective de 5,2% des émissions de GES au niveau mondial par rapport à celui de 1990
 - GES impliqués: dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote et trois substituts des chlorofluorocarbones
- **Les engagements souscrits par les pays développés sont ambitieux. Pour faciliter leur réalisation, le protocole de Kyoto prévoit, pour ces pays, la possibilité de recourir à des mécanismes dits « de flexibilité » en complément des politiques et mesures qu'ils devront mettre en œuvre au plan national**
 - Les mesures prises à l'intérieur des États doivent constituer une part importante de l'effort de réduction, le recours aux mécanismes du protocole ne venant qu'en supplément : échanges internationaux de permis d'émission, mise en œuvre conjointe (MOC), mécanisme de développement propre (MDP), qui permettent aux pays industrialisés de bénéficier de crédits-carbone résultant d'investissements en technologies propres dans des projets de réduction d'émissions de GES à l'extérieur de leur zone géographique
 - Un fonds d'adaptation de la Banque Mondiale est créé pour financer les projets et programmes d'adaptation aux changements climatiques des pays qui ratifient le protocole. Théoriquement, ce sont des mécanismes de subsidiarité, qui doivent servir de compléments à des politiques nationales de lutte contre les émissions afin d'assurer une flexibilité à l'ensemble du système.

• Le protocole de Kyoto: 2005-2012 première période d'engagement

- Le protocole de Kyoto **entre en vigueur en 2005**, 90 jours après la ratification par la Russie et après l'adoption formelle de ses dernières modalités de fonctionnement, lors de la COP 11 de Montréal
 - Ayant pourtant signé le protocole à sa création, **les États-Unis ne l'ont jamais ratifié**
 - En effet, en 2001, **George W. Bush retire la signature** de 1997, dénonçant l'absence de contraintes pour les pays en développement et les conséquences négatives pour l'économie américaine. C'est donc sans les États-Unis que la COP finalise les dispositions prises par le protocole de Kyoto
 - Conditions d'entrée en vigueur: au moins 55 pays devaient avoir ratifié le traité, que tous les pays de l'annexe I (pays de l'OCDE sauf Mexique, Corée et pays dits en transition) l'ayant ratifié émettent au total au moins 55% des émissions de CO₂ de 1990
- En France, l'entrée en vigueur s'est traduite par le **décret n°2005-295 du 22 mars 2005**, permettant la mise en œuvre des modalités de fonctionnement au niveau de l'Union Européenne, ardent défenseur du protocole
- Lors de la COP 11 de Montréal est également signé un texte au sujet d'un **mécanisme d'observance, c.à.d. de contrôle du respect des engagements et de sanction de non-respect**
 - Il s'agit principalement de la création d'un **comité d'observance**, séparé en une chambre de facilitation (qui conseille techniquement les parties) et une chambre de l'exécution (qui incite et accompagne l'Etat en manquement avant de le sanctionner)
 - Ce nouveau mécanisme d'observance est aussi accompagné d'une volonté de résoudre les conflits par la voie diplomatique ou, en dernier recours, au sein de la Cour internationale de justice...
- **À l'occasion de la première conférence des parties au protocole, à Montréal en décembre 2005, les pays se sont mis d'accord sur une décision en deux parties** quant aux engagement de période post 2012
 - Dans un premier temps, **les pays développés ont entamé l'examen de leurs engagements** au titre de l'article 3.9 dans le cadre d'un organe spécifique, un groupe Ad Hoc qui a été créé pour ce faire. Ce groupe devra terminer ses travaux dans un délai qui doit permettre d'éviter toute interruption du régime du protocole de Kyoto en 2012. Les pays développés ont obtenu que le processus n'ait pas une date butoir en 2008 comme le demandaient les pays en développement.
 - L'autre partie de la décision est le **lancement d'un dialogue informel et non contraignant sur la mise en œuvre de la convention**, structuré autour de quatre thèmes : les objectifs de développement durable, l'adaptation aux changements climatiques, le transfert de technologie et la réalisation des opportunités des mécanismes de marchés. Le dialogue consiste en une série de quatre ateliers de travail, tous les six mois jusqu'à fin 2007. Officiellement, ce processus « n'ouvrira aucune négociation débouchant sur de nouveaux engagements ». En pratique, c'est justement le lieu pour discuter de façon informelle des efforts effectués par les pays en développement dans la convention, et en particulier pour l'après 2012.

• Le protocole de Kyoto: les mécanismes de flexibilité

- **Le protocole de Kyoto a mis en place trois mécanismes de flexibilité**, afin de faciliter la réalisation des engagements ambitieux souscrits par les pays développés. Ces mécanismes s'ajoutent à des politiques ou des mesures qu'ils devront par ailleurs mettre en place au niveau national, qui doivent rester un part importante de l'effort de réduction, les mécanisme n'intervenant qu'en supplément de celles-ci
- **Le commerce de droits d'émissions**
 - ce mécanisme permet aux pays ayant des obligations de réduction d'émissions de GES d'échanger leurs droits d'émissions afin que les objectifs globaux soient remplis (même principe que le système européen SCEQE développé dans la partie sur les préoccupations européennes)
- **La mise en œuvre conjointe (MOC)**
 - ce mécanisme permet à un pays développé ou en transition vers une économie de marché (= pays de l'annexe I), lorsqu'il aide à financer des projets qui réduisent les émissions nettes dans un autre pays développé ou en transition, de recevoir des « unités de réduction d'émissions ». Ainsi, chacun des partenaires (pays hôte et pays investisseur) est soumis à une réduction chiffrée de ses émissions de GES
 - en pratique, surtout les projets des pays de l'Europe de l'Est sont concernés
 - en novembre 2008, seuls 22 projets avaient été enregistrés et approuvés
- **Le mécanisme de développement propre (MDP)**
 - le protocole de Kyoto tente de répondre aux préoccupations climatiques mondiales et à la nécessité de minimiser les coûts grâce à ce mécanisme qui favorise les coopérations entre pays développés et pays en développement. L'enjeu est donc double:
 - aider les pays développés à tenir leurs objectifs
 - aider les pays en développement à s'inscrire dans une logique de développement durable pérenne
 - Pour se faire, ce mécanisme passe par la mise à disposition de capitaux, de savoirs et technologies supplémentaires qui font souvent défaut au pays en développement, notamment dans les domaines de l'exploitation des sources d'énergie renouvelables et de l'accroissement de l'efficacité énergétique
 - ce mécanisme rejoint donc fortement celui de mise en œuvre conjointe dans le sens où un pays va aller financer un projet dans un autre pays et être crédité des réductions d'émissions générées, à la différence que le pays hôte est un pays en développement, et donc ne disposant pas de quota d'émission.
- **Les mécanismes de projet MDP et MOC ont permis d'éviter l'émission de près de 2Mds de tCO₂eq**
 - 5000 projets enregistrés pour le MDP qui a par ailleurs levé près de 200 Mds de dollars depuis son lancement (CDC climat recherche sur la base de données financières publiques de 4000 projets)

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations internationales

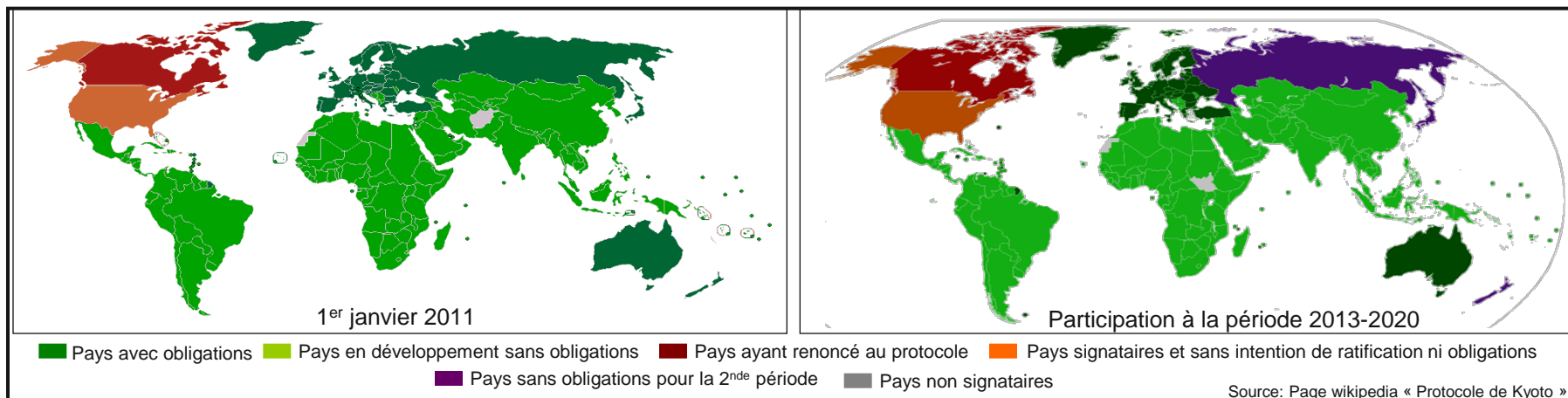
• Le protocole de Kyoto: et après 2012?

– COP de Cancun en 2010 et Durban en 2011:

- plusieurs discussions autour de la prolongation du protocole de Kyoto avec une deuxième période d'engagement à l'horizon 2020 dont les modalités devraient être décidées en 2015. Ceci s'est traduit par la réintégration de certaines décisions prises dans le cadre de l'accord de Copenhague, mais non approuvées à l'époque par les parties:
 - objectif de maintenir le réchauffement climatique en dessous de 2°C par rapport à l'ère préindustrielle, et précision de revue entre 2013 et 2015 pour vérifier la pertinence de cet objectif et envisager de le ramener à 1,5°C
 - confirmation d'un financement de 30 Md de dollars pour la période 2010 – 2012, ainsi que l'engagement de la part des pays industrialisés de mobiliser des financements à hauteur de 100 Md de dollars / an d'ici à 2020 en faveur des pays en développement (création du fonds vert)
 - création du comité pour l'Adaptation

– COP de Doha en 2012:

- décision officielle pour la mise en œuvre d'une deuxième période d'engagement de 8 ans (2013-2020), qui couvrira les émissions de 37 pays (représentant 14% des émissions mondiales)
 - en effet, le Canada, le Japon, la Russie, la Biélorussie, l'Ukraine, la Nouvelle-Zélande et les Etats-Unis ont décidé de ne pas s'engager sur une seconde période. Les pays en développement comme la Chine, l'Inde et le Brésil n'ont toujours aucune obligation de réduction de leurs émissions
- Instaurer une revue de l'ambition en cours de période, en avril 2014, l'objectif étant d'atteindre des réductions d'émissions de l'ordre de 25 à 40% en 2020 pour les pays signataires
- limiter les possibilités d'utilisation du surplus de quotas d'émissions de la période 2008-2012 pour la phase 2013-2020
- définir le programme pour la COP de Durban en 2013 qui doit permettre d'aboutir à une première version de l'accord international d'ici fin 2014 pour une adoption en 2015



a. Préoccupations internationales

- i. Sommets de la Terre*
- ii. Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE)*
- iii. Convention Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC)*
- iv. Conférence des Parties*
- v. Protocole de Kyoto*

b. Préoccupations européennes

- i. L'Union Européenne et le Paquet Energie-Climat*
- ii. Système Communautaire d'Echanges de Quotas d'Emissions*
- iii. Directive « efficacité énergétique »*
- iv. Actes normatifs*

c. Préoccupations françaises

- i. Plan National d'Allocation des Quotas (PNAQ)*
- ii. Grenelle de l'environnement*
- iii. Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC)*
- iv. Schémas Régionaux Climat – Air – Energie (SRCAE)*
- v. Plan Climat – Energie Territorial (PCET)*
- vi. Implication de la directive européenne « efficacité énergétique »*

- L'Union Européenne, leader de la lutte contre le changement climatique:
 - L'Union européenne s'est engagée depuis plusieurs années dans la lutte, au niveau interne et sur la scène internationale, et en a fait une priorité de son agenda, dont sa politique climatique est le reflet
 - Le premier axe de la politique climatique européenne est de réduire les émissions de gaz à effet de serre, qui sont constituées à 80% de CO₂, gaz principalement issu des consommations énergétiques
 - la politique européenne de l'énergie repose sur trois piliers : sécurité d'approvisionnement , compétitivité, et durabilité
 - l'UE s'est ainsi fixé pour 2020 des objectifs ambitieux d'atténuation de ses émissions de GES, de maîtrise de sa consommation énergétique et de développement des énergies renouvelables
 - **Preuve de cette volonté, l'UE a signé et ratifié le protocole de Kyoto en 1998, s'engageant alors à réduire de 8% le niveau de ses émissions de gaz à effet de serre (GES) par rapport aux niveaux de 1990, pour la période 2008-2012**
 - l'Europe a par ailleurs accueilli 12 pays supplémentaires depuis, mais tous avaient pris des engagements dans la première période du protocole de Kyoto (sauf Malte et Chypre)
- Paquet Energie-Climat:
 - **Soucieuse de se positionner comme l'économie industrialisée la plus respectueuse de l'environnement, l'UE a en effet souhaité aller plus loin que les objectifs internationaux en proposant dès 2007 une série de mesures regroupées dans le « Paquet Energie-Climat » (mars 2009) qui aborde de manière intégrée les enjeux énergétiques / climatiques et dont l'objectif affiché est de limiter le réchauffement à 2°C d'ici 2100**
 - **Après un an de négociations marathons, le Paquet Energie-Climat a été adopté par les 27 États membres de l'UE le 12 décembre 2008 et comporte un triple objectif (souvent appelé « 3x20):**
 - augmenter de 20% l'efficacité énergétique d'ici 2020
 - réduire de 20% les émissions de GES d'ici 2020, voire de 30% en cas d'accord international
 - atteindre une proportion de 20% d'énergies renouvelables dans la consommation énergétique totale de l'UE d'ici 2020 (actuellement 8.5%)
 - (atteindre une proportion de 10% de biocarburants dans la consommation totale des véhicules d'ici 2020)
 - **L'objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre fait l'objet d'un traitement harmonisé et intégré à l'échelle de l'Union pour les gros émetteurs au travers du système communautaire d'échange de quotas d'émissions**

- Système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE)
 - **Le SCEQE est un mécanisme de droits d'émissions (de CO₂e) mis en œuvre au sein de l'Union Européenne dans le cadre de la ratification par l'UE du protocole de Kyoto**
 - Cette bourse du carbone est un instrument fondé sur le marché visant à réduire l'émission globale de CO₂e et à atteindre les objectifs fixés pour l'Union européenne au sein du protocole de Kyoto.
 - **Depuis son lancement en 2005, le SCEQE constitue le plus grand système d'échange de crédit-carbone dans le monde**
 - Il a été établi par la directive 2003/87/CE du 13 octobre 2003 afin, selon l'article premier de celle-ci, « de favoriser la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans des conditions économiquement efficaces et performantes »
 - Sa mise en œuvre s'est ensuite effectuée en plusieurs phases (ou « périodes d'échanges »)
 - Phase 1 (2005-2007):
 - » phase pilote encadrée par la directive 2003/87/CE, il s'agissait d'établir un prix du carbone et quotas nationaux
 - Phase 2 (2008-2012):
 - » elle correspond à l'application du protocole de Kyoto. Les quotas sont alloués gratuitement aux installations. Si une entreprise dépasse les quotas, elle peut soit adapter son installation soit acheter, au prix du marché, des quotas supplémentaires à une entreprise n'en ayant pas besoin
 - » depuis 2012, le SCEQE cherche à inclure les émissions de CO₂ de l'aviation civile, quelles que soient leur nationalité. Mais très vite de difficiles discussions avec l'OACI mettront à mal l'inclusion de l'aviation sur le marché carbone européen
 - **Il met en place une limitation des gaz à émettre et un marché du carbone, permettant à chaque entreprise d'acheter ou de vendre son « droit à polluer »**
 - Les entreprises qui font des efforts sont ainsi récompensées et les autres, qui ont dépassé leurs plafonds d'émissions et doivent acheter des quotas d'émissions auprès d'entreprises plus vertueuses, sont pénalisées
 - **Il couvrait en 2009 plus de 10 000 installations des secteurs énergétique et industriel collectivement responsables de près de la moitié des émissions de CO₂ de l'UE et de 40 % du total des émissions de gaz à effet de serre**
 - **Une Phase 3 doit se dérouler pour la période 2013-2020:**
 - c'est un renforcement du système dans l'optique d'obtenir une réduction de 20 % des émissions de gaz à effet de serre en 2020 (par rapport à 1990). Ainsi à partir de 2013 :l'application du système devrait être élargie, les plafonds d'émission nationaux seront remplacés par un plafond unique européen, le quota est réduit linéairement chaque année, les quotas deviendront payants (la mise en œuvre se fera secteur par secteur)
 - En décembre 2013, le parlement et le conseil européen acceptent de modifier le calendrier des mises aux enchères et de repousser après 2016 la mise sur le marché de 900 millions de quotas. L'objectif de cette proposition était de réduire l'allocation de quotas existante.

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations européennes

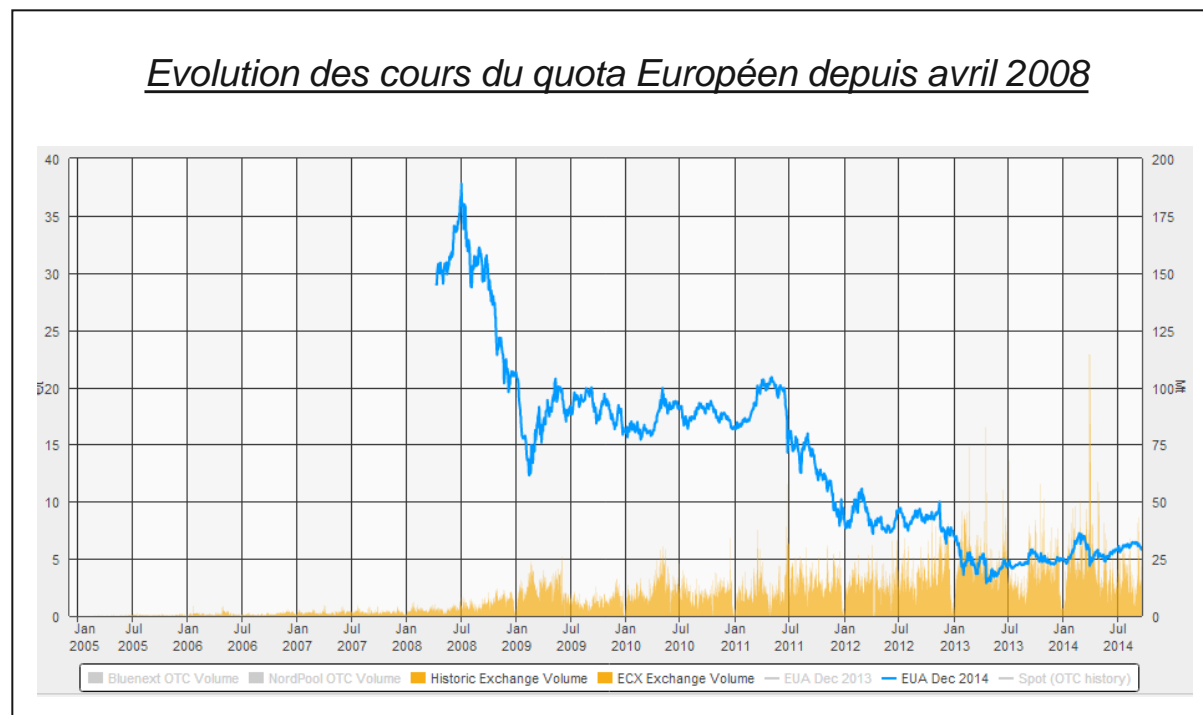
- Système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE)

Plusieurs facteurs contribuent à l'effondrement des cours des actifs carbonés:

- la **dégradation du contexte économique** (crise de 2008) a entraîné un fort déséquilibre de l'offre par rapport à la demande
- Les mécanismes de flexibilité victimes de leur succès ont entraîné un déséquilibre offre/demande (l'offre devrait largement dépasser la demande pour la période 2008-2020)

Des discussions pour une **réforme du système d'enchères et du SCEQE** est en cours au niveau européen, afin de donner par ailleurs plus de visibilité aux secteurs couverts. Ainsi, l'allocation de quotas sera désormais progressivement payante, pour atteindre un premier objectif de 70% des quotas payants en 2020, et l'intégralité à 2027

Evolution des cours du quota Européen depuis avril 2008



Source: Thomson Reuters

● Directive relative à l'efficacité énergétique

- Un **objectif de réduction de 10% a été attribué aux émissions des secteurs non couverts par le marché carbone au niveau européen pour 2020 par rapport à 2005**
- **En 2012, une directive relative à l'efficacité énergétique a été adoptée afin de se donner des moyens ambitieux pour réduire la consommation énergétique de 20% par rapport aux projections d'ici 2020 (Directive 2012/27/UE)**
 - elle prévoit notamment des mesures d'économies d'énergie sur l'ensemble de la chaîne énergétique (production, transport, distribution, utilisation et information) qui doivent être appliquées par l'ensemble des Etats Membres
 - la mesure la plus contraignante de la directive porte sur un objectif contraignant de réduction de 1,5%/an de l'ensemble des ventes d'énergies, ainsi que la systématisation des audits énergétiques dans les grandes entreprises et enfin, un objectif de rénovation annuelle de 3% des bâtiments de l'Etat
- **Cette nouvelle directive s'ajoute et complète les autres réglementations portant sur l'efficacité énergétique, comme par exemple:**
 - la **directive éco-conception** portant sur les exigences maximales en termes de consommation d'énergie des produits
 - la **directive performance énergétique des bâtiments**
 - le **règlement CO₂** qui vise à améliorer les performances des véhicules neufs (objectif d'émissions de 95g/km par les véhicules particuliers à l'horizon 2020)
- **Enfin, un processus d'élaboration d'un cadre pour 2030 dans le domaine du changement climatique et de l'énergie a été adopté par la Commission européenne en mars 2013**
 - La fixation d'un objectif de réduction des émissions de GES pour 2030 pourrait en particulier constituer un élément déterminant pour renforcer le marché carbone européen. Une décision est attendue en octobre 2014 dans le cadre du Paquet Energie Climat 2030.

● L'AIE redessine la carte énergie climat:

- **le 5 juillet 2013, l'AIE a publié un rapport intitulé « Redrawing the Energy-Climate Map » qui revient sur l'objectif de limitation de l'augmentation de la température à 2°C à l'horizon 2100 et montre que ce dernier ne pourra être atteint qu'à condition de mettre en place des mesures supplémentaires de réduction des émissions:**
 - investir dans l'efficacité énergétique pour les secteurs bâtiment, l'industrie et les transports
 - mettre fin à la construction et à l'utilisation des centrales à charbon les moins efficaces
 - réduire les émissions de méthane dans la production d'hydrocarbures
 - éliminer les subventions aux énergies fossiles

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations européennes (actes normatifs)

Parution au J.O.	Acte	Titre
17/05/1993	41993X0517	Programme communautaire de politique et d'action pour l'environnement et le développement durable et respectueux de l'environnement
07/02/1994	21994A0207(02)	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
27/10/2001	32001L0077	Directive du Parlement eur. relative à la promotion de l'électricité produite à partir de sources d'énergie renouvelables sur le marché intérieur de l'électricité
27/11/2001	32001L0081	Directive du Parlement européen fixant des plafonds d'émission nationaux pour certains polluants atmosphériques
15/05/2002	22002A0515(01)	Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques
15/05/2002	32002D0358	Décision relative à l'approbation, au nom de la Communauté européenne, du protocole de Kyoto à la CCNUCC sur les changements climatiques et l'exécution conjointe des engagements qui en découlent
10/09/2002	32002D1600	Décision du Parlement européen établissant le sixième programme d'action communautaire pour l'environnement
25/10/2003	32003L0087	Directive du Parlement européen établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté
19/02/2004	32004D0280	Décision du Parlement européen relative à un mécanisme pour surveiller les émissions de gaz à effet de serre dans la Communauté et mettre en œuvre le protocole de Kyoto
29/12/2004	32004R2216	Règlement concernant un système de registres normalisé et sécurisé (modification)
01/03/2005	32005D0166	Décision fixant les modalités d'exécution relative à un mécanisme pour surveiller les émissions de gaz à effet de serre dans la Communauté et mettre en œuvre le protocole de Kyoto
31/07/2006	32006D0507	Décision concernant la conclusion, au nom de la Communauté européenne, de la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants
31/07/2006	22006A0731(01)	Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants
29/06/2007	32007R0715	Règlement du Parlement européen relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules
01/08/2007	32007R0916	Règlement concernant un système de registres normalisé et sécurisé (modification)
29/01/2008	32008L0001	Directive du Parlement européen relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution
11/06/2008	32008L0050	Directive du Parlement européen concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe
11/10/2008	32008R0994	Règlement concernant un système de registres normalisé et sécurisé
19/11/2008	22008A1119(02)	Protocole à la convention sur l'évaluation de l'impact sur l'environnement dans un contexte transfrontière, relatif à l'évaluation stratégique environnementale
05/06/2009	32009L0031	Directive du Parlement européen relative au stockage géologique du dioxyde de carbone
05/06/2009	32009L0029	Directive du Parlement européen afin d'améliorer et d'étendre le système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre
05/06/2009	32009L0028	Directive du Parlement européen relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables
05/06/2009	32009R0443	Règlement du Parlement européen établissant des normes de performance en matière d'émissions pour les voitures particulières neuves
05/06/2009	32009D0406	Décision du Parlement européen relative à l'effort à fournir par les États membres pour réduire leurs émissions de gaz à effet de serre afin de respecter les engagements de la Communauté en matière de réduction de ces émissions jusqu'en 2020
31/10/2009	32009R1005	Règlement du Parlement européen relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone

a. Préoccupations internationales

- i. Sommets de la Terre*
- ii. Programme des Nations-Unies pour l'Environnement (PNUE)*
- iii. Convention Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC)*
- iv. Conférence des Parties*
- v. Protocole de Kyoto*

b. Préoccupations européennes

- i. L'Union Européenne et le Paquet Energie-Climat*
- ii. Système Communautaire d'Echanges de Quotas d'Emissions*
- iii. Directive « efficacité énergétique »*
- iv. Actes normatifs*

c. Préoccupations françaises

- i. Plan National d'Allocation des Quotas (PNAQ)*
- ii. Grenelle de l'environnement*
- iii. Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC)*
- iv. Schémas Régionaux Climat – Air – Energie (SRCAE)*
- v. Plan Climat – Energie Territorial (PCET)*
- vi. Implication de la directive européenne « efficacité énergétique »*

- Des problématiques françaises en marge des problématiques européennes:
 - A l'image du dynamisme européen, la France est l'un des premiers pays à avoir pris un engagement long terme pour les réductions de ses émissions de GES afin de se placer dans le cadre des recommandations du GIEC pour limiter à 2°C la hausse des températures à l'horizon 2100.
 - De nombreuses mesures sont en vigueur depuis 2005, et se traduisent par divers textes législatifs nationaux, soutenus par des initiatives régionales
- A l'aide de plusieurs scénarios « Energie, Climat, Air » sur les consommations énergétiques et émissions de GES à l'horizon 2020 et 2030, la France a estimé une réduction possible de 21.5% de la consommation d'énergie finale à l'horizon 2020 (soit 131.4 Mtep) ainsi que la réduction de $\frac{3}{4}$ de ses émissions de GES, à condition de prendre en compte et traiter plusieurs points de vigilance
- Mesures sectorielles développées dans les slides suivantes:
 - Plan National d'Allocation des quotas, déploiement du SCEQE à l'échelle nationale
 - Loi POPE
 - Grenelle de l'environnement
 - Loi Grenelle I
 - Loi Grenelle II
 - Plan national d'adaptation
 - Fonds Chaleur Renouvelable
 - Schémas Régionaux Climat, Air, Energie
 - Schéma régional éolien
 - Plans Climat-Energie Territorial
 - Schémas de Cohérence Territoriale & Plan Local d'Urbanisme
 - Les implications de la directive européenne « efficacité énergétique » pour la France

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations françaises

• Plan National d'allocation des quotas (PNAQ), adaptation nationale du SCEQE:

- PNAQ I: 2005-2008

- il est de 156,51 Mt de CO₂/an pour la période 2005-2007 (dont une réserve pour les nouveaux entrants de 5,69 MteCO₂)
- le montant total de quotas alloué pour la première période a été calculé à partir des potentiels de réduction, des prévisions de croissance des secteurs concernés, et d'un taux de progrès de 2,43 %
- Ce quotas a ensuite été **réparti entre les secteurs concernés** à partir des critères suivants :
 - émissions passées (les trois années de plus fortes émissions parmi les émissions 1996-2002),
 - prévisions de l'évolution de l'activité
 - possibilités techniques de réduction des émissions spécifiques (coefficients de progrès).
- L'enveloppe de quotas par secteur a ensuite été répartie au prorata des émissions de chaque installation
 - les secteurs du pétrole, de l'électricité, de l'acier ou du ciment sont contraints par ce mécanisme ce qui représente 50 % des émissions en France.
 - » Pour la période 2005-2007 celles-ci pouvaient émettre 150,8 millions de tonnes de CO₂, contre 155 millions avant 2005, soit une baisse de 2,5 %.
 - Les 50 % restants (transport, agriculture, logement) sont couverts par des politiques spécifiques (incitations fiscales, normes...) afin d'atteindre les objectifs fixés par le protocole de Kyoto

- PNAQ II: 2008-2012

- l'enveloppe totale est de 132,4 Mt CO₂ (124,96 Mt pour les installations existantes, 2,74 Mt pour les nouveaux entrants, 4,72 Mt pour l'extension du champ de la première période), soit une diminution globale de 1,5%

- PNAQ III: 2013-2020

- les règles sont revues en profondeur pour cette 3^{ème} période au plan européen comme au plan national
- ainsi, les quotas deviennent progressivement payants, avec la mise aux « enchères » de 20% des quotas au 1^{er} janvier 2013, pour atteindre 70% de quotas payants en 2020
- l'allocation gratuite ne se fait plus sur la base des émissions précédentes (comme c'était le cas pour les deux premières phases), mais via différents indicateurs (benchmark, chaleur, combustible utilisé et procédé industriel), et la demande d'affectation des quotas gratuits a du être présentée par les exploitants avant le 1^{er} juillet 2011

Enveloppe annuelle de quotas d'émission dans le cadre du PNAQ II (2008 – 2012)

Secteur	Mt CO2	%
Acier	25,73	20,2%
Electricité	25,59	20,1%
Raffinage	16,54	13,0%
Ciment	15,4	12,1%
Combustion chimie	9,79	7,7%
Combustion agroalimentaire	5,97	4,7%
Chauffage urbain	5,46	4,3%
Papier	4,32	3,4%
Verre	3,73	2,9%
Chaux	3,18	2,5%
Combustion (autres)	2,88	2,3%
Nouveaux entrants	2,74	2,2%
Combustion externalisée	2,64	2,1%
Combustion industrie	1,11	0,9%
Tuiles et briques	1,11	0,9%
Transport de gaz	0,84	0,7%
Combustion d'énergie	0,37	0,3%
Céramique	0,02	0,0%

- Loi POPE - 2005

- **Confirme l'engagement du « Facteur 4 » européen pour les émissions à l'horizon 2050 par rapport au niveau de 1990, au moyen de 4 grands objectifs:**
 - maîtriser la demande énergétique, diversifier le mix énergétique, développer la recherche et l'innovation dans le secteur de l'énergie, assurer des moyens de transport et de stockage de l'énergie adaptés aux besoins

- Grenelle de l'environnement:

- **Rencontres organisées fin 2007 avec pour objectifs la prise de décisions long terme en matière d'environnement et de développement durable**
 - En particulier pour restaurer la biodiversité par la mise en place d'une « trame verte et bleue » et de schémas régionaux de cohérence écologique, tout en diminuant les émissions de GES et en améliorant l'efficacité énergétique
 - Elles ont conduit au vote quasi-unanime de parlement de la loi cadre « Grenelle I »
- **Loi Grenelle I: 3 août 2009**
 - traduction législative des quelques 268 engagements du Grenelle de l'environnement et tend à constituer un cadre d'action pour répondre à l'urgence écologique en décrivant des objectifs pour chaque secteur et les moyens financiers à y consacrer (mais passe par une loi des finances pour que les crédits soient validés et débloqués)
 - engager la transition vers une économie bas-carbone compatible avec le facteur 4
 - Réduire les émissions de GES dans le domaine des transports de 20% d'ici 2020 par rapport à 2005
 - Réduire les consommations d'énergie du parc de bâtiments existants d'au moins 38% d'ici 2020 par rapport à 2005
 - Porter à 23% en 2020 la part des énergies renouvelables dans la consommation finale
 - elle prévoit également l'adoption d'un Plan National d'adaptation pour les différents secteurs d'activité (pour 2011)
 - voir Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (slide suivante)
- **Loi Grenelle II: 12 juillet 2010**
 - complète, applique et territorialise la loi Grenelle I, qu'elle décline en plusieurs objectifs et en de nombreuses mesures propres à chaque « chantier »
 - bâtiments et urbanisme, transports, énergie et climat, biodiversité, risques santé déchets et gouvernance
 - Déploiement d'un champ réglementaire dans les territoires pour relayer et décliner de manière opérationnelle la lutte contre le changement climatique, avec la mise en place des:
 - Schémas Régionaux Climat, Air, Energie (SRCAE): définition des orientations, portés par la DREAL et les Conseils Régionaux
 - Plans Climat Energie Territoire (PCET): outils opérationnels de la lutte et de l'adaptation au changement climatique pour les collectivités de plus de 500 000 habitants
 - Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT), Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) et autres documents d'urbanisme: intégration des dimensions climat et énergie

• Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) :

- Adapter la société aux impacts du réchauffement climatique est, avec la réduction des émissions de GES, l'un des deux enjeux de la lutte contre le changement climatique
- Premier plan pour la période 2011-2015, suite à l'article 42 de la loi Grenelle I, il vise à donner à la France les moyens de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques (remontée du niveau de la mer, réchauffement naturel des cours d'eau, augmentation de la température atmosphérique, périodes de canicule plus fréquentes, sécheresses plus sévères, etc.)
 - plan intersectoriel et interministériel, il inclue 84 actions dans 20 domaines, et est complété par des plans à l'échelle régionale ou locale
- Regroupe à la fois des mesures de renforcement de la recherche et de l'observation, et des mesures d'anticipation concrètes, afin de:
 - améliorer la connaissance sur les effets du changement climatique
 - intégrer l'adaptation dans les politiques publiques existantes, afin d'en garantir la cohérence générale
 - informer la société sur les problématiques climatiques et l'adaptation en partageant les connaissances sur les risques dus aux impacts du changement climatique
 - éviter que l'adaptation ne conduise à accroître les émissions de GES ou à peser sur les ressources
 - flécher les responsabilités en termes de mise en œuvre de financement (indicateurs et pilotes)
- **Moyens financiers: 171 M€ directement dédiés aux nouvelles mesures auxquelles s'ajoutent 391 M€ des Investissements d'Avenir**
 - Investissements d'Avenir: emprunts lancés par l'Etat sur les marchés financiers en 2010, suite à la crise économique de 2008-2009. Dotés d'une enveloppe globale de 35 Md €, ils doivent permettre le financement d'actifs rentables et d'infrastructures de recherche et d'innovation utiles pour le développement économique français. Ils comportent un ensemble de 9 programmes: énergie et économie circulaire, centres d'excellence, urbanisme et logement, valorisation de la recherche, transports, économie numérique, santé et biotechnologies, emploi et égalité des chances, financement des entreprises

• Fonds Chaleur renouvelable :

- **Sous la responsabilité de l'ADEME pour contribuer aux objectifs du Paquet climat-énergie européen, soit 23 % d'ENR dans la consommation énergétique nationale d'ici 2020.**
 - objectif du FCR : développer la production de chaleur à partir des énergies renouvelables (biomasse, géothermie, solaire thermique,.)
 - destiné à l'habitat collectif, aux collectivités et à toutes les entreprises (agriculture, industrie, tertiaire).
 - les réseaux de chaleur (créations et extensions) qui seront alimentés pour au moins 50 % par des ENR ou de la chaleur de récupération pourront aussi être soutenus par le FCR.

- Schémas Régionaux Climat, Air, Energie (SRCAE):

- Portés par les Conseils Régionaux ainsi que les DREAL (Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement), les SRCAE sont la déclinaison au niveau régional des mesures prises dans le cadre de la loi Grenelle II, elles-mêmes déclinées de la législation européenne sur les problématiques de changement climatique
- Chaque région a eu un délai d'un an à compter du 12 juillet 2010 (date de publication de la loi Grenelle II) pour préparer et faire valider son SRCAE, qui doit impérativement s'appuyer sur des inventaires, des études prospectives (existantes ou non), les plans climats régionaux lorsqu'ils existent, les guides de l'ONERC (Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique), et les divers éléments disponibles du PNACC
- Elles sont ainsi tenues (à minima) de rassembler les divers éléments suivants dans leur SRCAE:
 - Un inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de GES
 - Un bilan énergétique,
 - Une évaluation du potentiel énergétique, renouvelable et de récupération
 - Une évaluation des améliorations possibles en matière d'efficacité énergétique,
 - Une évaluation de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé publique et l'environnement
- Elles doivent également proposer:
 - Des scénarii à l'horizon 2020 et 2050 en ligne avec les engagements européens du « 3x20 » et « Facteur 4 »
 - Des objectifs et seuils à atteindre en matière d'énergie renouvelable et d'économies d'énergie
 - Une analyse de leur vulnérabilité face aux impacts du changement climatique
 - Un volet d'adaptation au changement climatique
 - Des outils d'évaluation et de suivi du plan (indicateurs environnementaux, économiques, sociaux, sanitaires, observatoires, surveillance environnementales, etc.)

- Schémas régionaux éoliens:

- La loi Grenelle II prévoit également qu'à leur SRCAE, les régions annexent un schéma régional qui doit définir les zones favorables au développement de l'énergie éolienne
 - Par ailleurs, le gouvernement a dû s'appuyer sur ces schémas pour rendre au Parlement à la mi-2013 un rapport d'évaluation de la progression de la puissance des installations de production d'électricité éolienne, afin de vérifier la bonne atteinte des objectifs de la programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité par l'installation d'au moins 500 machines électrogènes / an

- Plan Climat-Energie Territorial:

- **Première initiative lors du Plan Climat de 2004, dans lequel les collectivités sont engagées à définir au niveau local les décisions prises au niveau national**
 - Démarche ensuite rendue obligatoire par la loi Grenelle II
- **S'inscrivant toujours dans l'optique d'une diminution des émissions de GES, de la dépendance énergétique et de la vulnérabilité climatique, les PCET sont des démarches participatives et collaboratives entre les décideurs, l'ensemble des services des collectivités territoriales et tous les acteurs du territoire (collectivités, associations, entreprises, universités, habitants, etc.)**
- **Son objectif est de mettre en cohérence les actions prévues au niveau régional (notamment désormais dans les SCRAE) avec celles prévues au niveau du territoire, et comporte donc toujours:**
 - Un état des lieux (bilan des émissions, empreinte énergétique, etc.)
 - Un travail de prospective (tendances lourdes et phénomène émergents)
 - Des objectifs quantitatifs à atteindre et basé sur les objectifs « 3x20 » pour 2020, et « Facteur 4 » pour 2050
 - Des indicateurs
 - Un volet atténuation et un volet adaptation
- **Collectivités concernées par le PCET:**
 - Régions, départements, communautés urbaines, communauté d'agglomération, communes, communautés de communes de plus de 50000 habitants
- **Il définit également le cadre des schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) et le Plan local d'urbanisme (PLU)**

- Schéma de Cohérence Territoriale et Plan Local d'Urbanisme:

- **Etablis dans le but de réduire la consommation d'espace, préserver les espaces affectés aux activités agricoles ou forestières, équilibrer la répartition territoriale des commerces et services, améliorer les performances énergétiques, réduire les émissions de GES, préserver la biodiversité et les écosystèmes, etc.**
- **SCoT:**
 - Document d'urbanisme à l'échelle de plusieurs communes, qui détermine un projet de territoire visant à mettre en cohérence l'ensemble des politiques sectorielles, notamment en matière d'urbanisme, d'habitat, de déplacements et équipements commerciaux
- **PLU:**
 - Principal document de planification de l'urbanisme au niveau communal ou éventuellement intercommunal

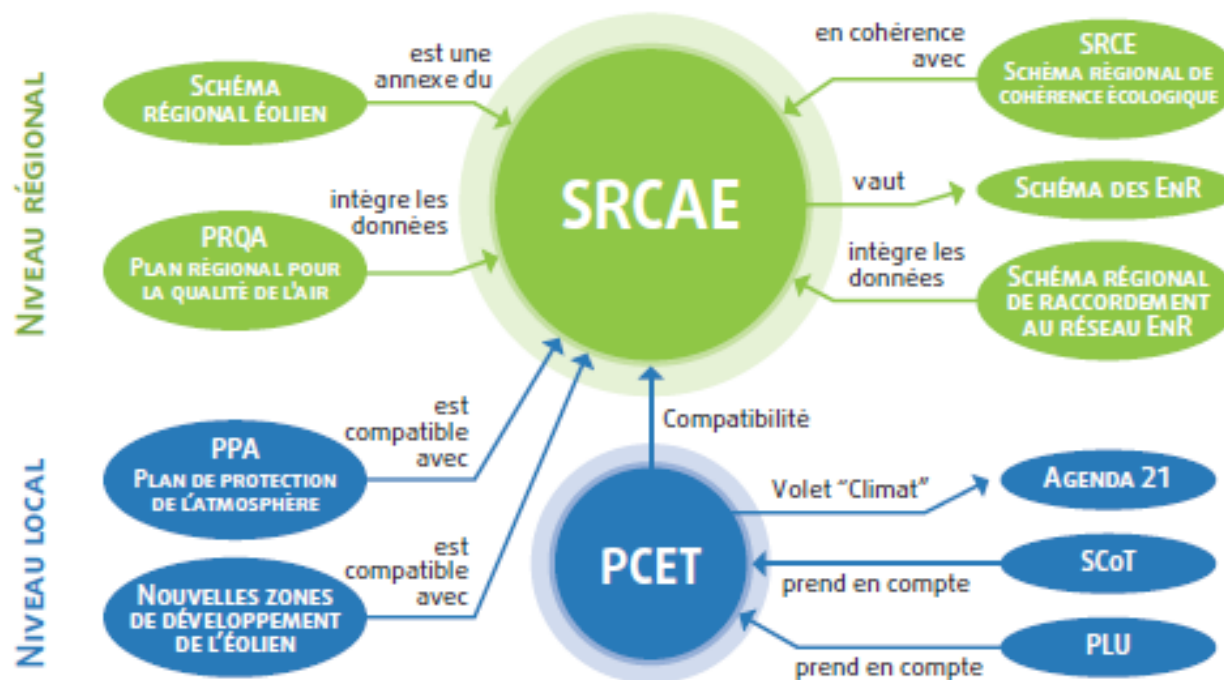
- Les implications de la directive efficacité énergétique européenne (2012/27/UE):
 - **Mesures européennes pour l'économie d'énergie sur l'ensemble de la chaîne énergétique (production, transport, distribution, utilisation et information), cette directive doit être appliquée par l'ensemble des Etats membres avant le 5 juin 2014**
 - **Le parc immobilier français étant particulièrement étendu, l'objectif de rénovation de 3% des bâtiments appartenant à l'Etat est conséquent pour le pays, d'autant plus que la directive prévoit la mise en place de stratégies individuelles pour la réduction des consommations du parc.**
 - **Secteur du bâtiment:**
 - secteur le plus consommateur avec 44% des consommations énergétiques de la France et fait donc l'objet d'une politique d'efficacité énergétique ambitieuse:
 - généralisation des bâtiments basse consommation pour les constructions neuves depuis 2012, et des bâtiments à énergie positive à 2020
 - » réglementation effective à partir du 1^{er} janvier 2013 et limitant la consommation d'énergie primaire des bâtiments neufs à 50 kWhEP/m².an) en moyenne
 - porter à un niveau de performance thermique élevé un million de logements neufs et anciens par an d'ici 2017
 - » plan annoncé le 21 mars 2013 pour la rénovation de 500 000 logements anciens d'ici à 2017
 - **Secteur des transports:**
 - deuxième secteur le plus consommateur avec 32% de la consommation d'énergie finale en 2011 (année marquée par une hausse, ramenant le niveau à celui de 2002)
 - mesures visent principalement à soutenir le report modal et améliorer l'efficacité énergétique des transports employés
 - enjeu particulièrement important pour le secteur routier par exemple, responsable de 80% des émissions de ce secteur
 - plusieurs mesures pour encourager l'utilisation de véhicules électriques et hybrides rechargeable, compte tenu du fait que le secteur des transports représente à lui seul 50% de la facture pétrolière de la France
 - **Secteur de l'industrie:**
 - encadré par la directive européenne 2003/87/CE établissant un système de plafonnement et d'échange de quotas au sein de l'UE, mise en place du plan national d'allocation des quotas (PNAQ)
 - mise en place de mesures incitatives financières pour le soutien au développement des technologies les plus efficaces, notamment par le biais du dispositif des Investissements d'Avenir
 - **Secteur de l'agriculture:**
 - fait l'objet d'un Plan de Performance Énergétique des exploitations agricoles 2009-2013, encourageant les économies d'énergie et la conversion aux énergies renouvelables

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations françaises

• Pour résumer:

- Il existe de nombreux documents traitant des problématiques climatiques à l'échelle régionale, découlant directement ou indirectement de l'adaptation au niveau régionale de la stratégie nationale, elle-même établie d'après les décisions européennes.
- Cependant le SRCAE et le PCET restent deux documents majeurs et reprennent à eux deux l'ensemble des initiatives locales et régionales et s'adressent à l'ensemble des acteurs économiques et politiques, afin que les enjeux climatiques, énergétiques et de la qualité de l'air fassent partie intégrante des futures décisions stratégiques et opérationnelles, et ce à tout les niveaux.



Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Volet 1

III - Panoramas des émissions de gaz à effet de serre
Monde / Europe / France

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

a. Monde

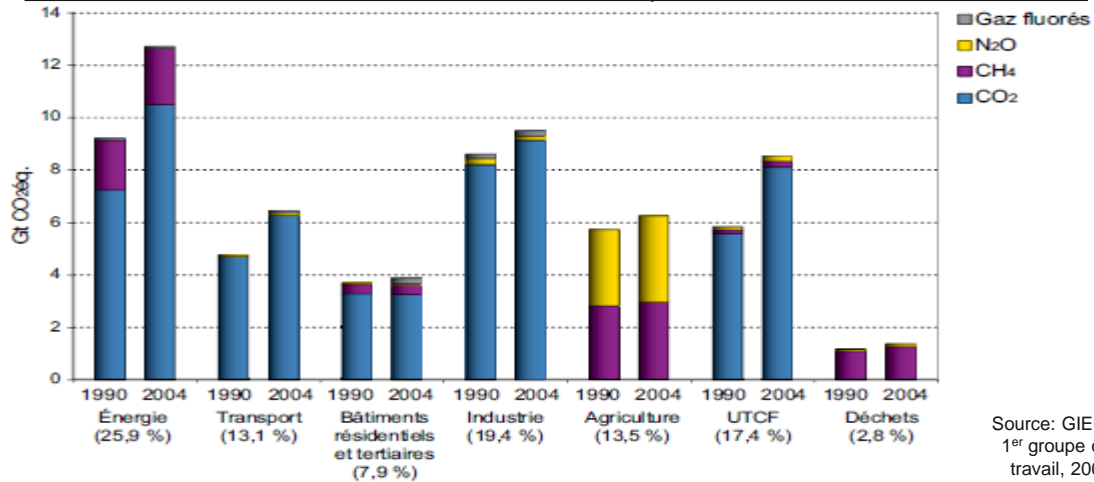
b. Europe

c. France

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

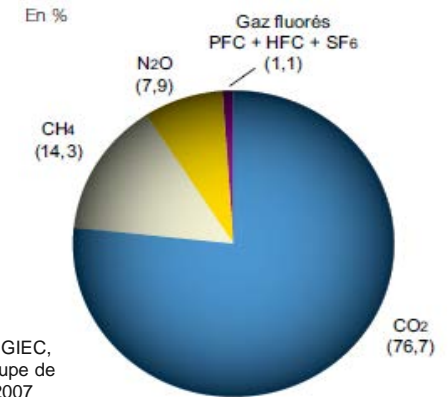
Panorama mondial – Bilan 2004

Evolution des émissions mondiales de GES par secteur entre 1990 et 2004



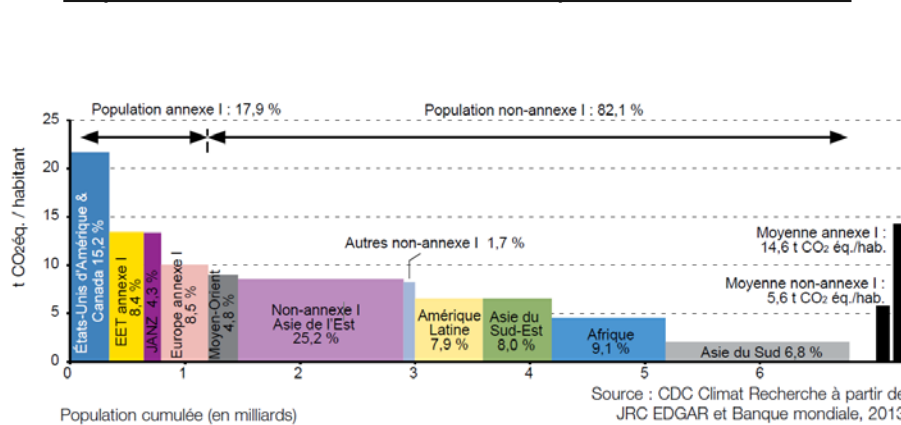
Répartition mondiale des émissions de GES par gaz en 2004

Y compris utilisation des terres, leur changement et la forêt

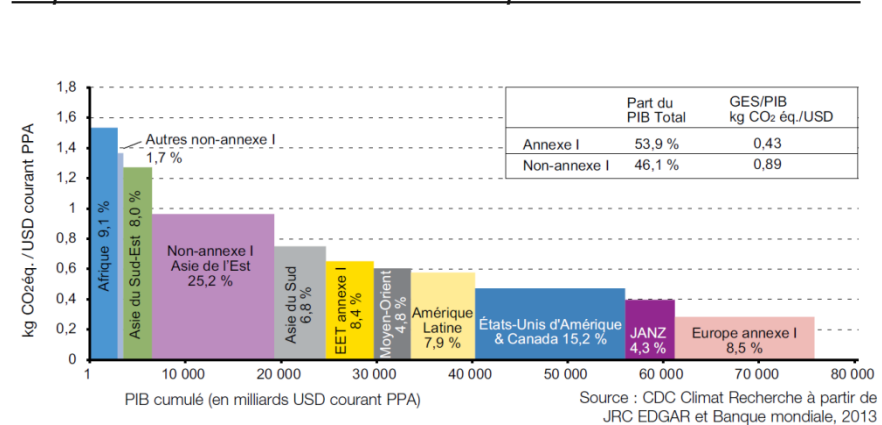


→ Les émissions des six GES (protocole de Kyoto) ont augmenté de 70% depuis 1970, et de 24% depuis 1990 pour atteindre 49 Gt CO₂ éq. en 2004

Répartition des émissions de GES par habitant en 2010



Répartition des émissions de GES par unité de PIB en 2010



→ En 2010, les pays de l'annexe I de la CCNUCC représentaient 18% de la population, et 54% du PIB. Ils émettaient 36% des GES mondiaux

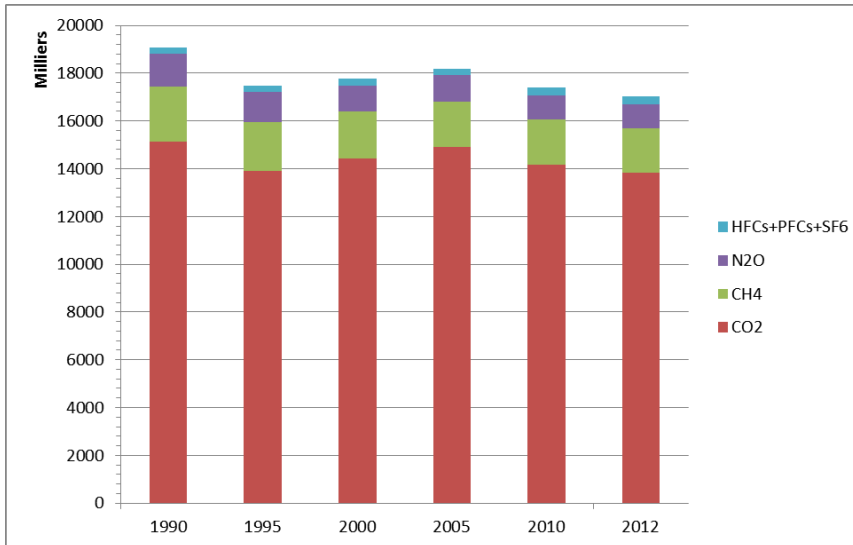
→ Mesurée en dollars 2000 selon la parité de pouvoir d'achat (PPA), la production d'une unité de richesse entraînait en 2010 dans les pays de l'annexe I, des émissions inférieures de 50% en moyenne par rapport aux pays non-annexe I

Source : Chiffes clés du climat - France et Monde – Edition 2013 – Service de l'observation et des statistiques

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama mondial – Bilan 2010

Emissions par type de gaz pour l'Annexe I pour (hors UTCTF, Milliers t CO2 eq)



Les émissions mondiales (hors UTCTF) ont baissé de 9,3% (Annexe I protocole de Kyoto) sur la période 1990-2010.

Le secteur le plus important en termes d'émissions de GES est de loin celui de l'énergie, représentant 83,2% des émissions totales des pays de l'Annexe I en 2010.

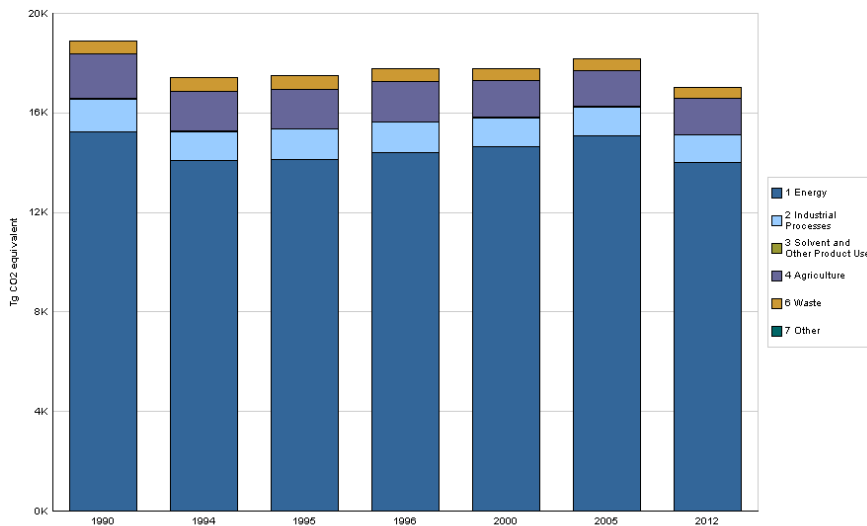
Arrive en deuxième position celui de l'agriculture (7,7%), suivi du secteur des procédés industriels (6,3%)

En termes de réductions d'émissions, le secteur le plus performant est celui du traitement des solvants (-32%), suivi par l'agriculture (-21%), les procédés industriels (-19%), les déchets (-13%) et le secteur énergétique (-7%). Cependant les niveaux de départ ne sont pas les mêmes.

Le GES le plus important est de loin le CO₂, représentant 82.1% des émissions totales en 2010 (hors UTCTF).

Par rapport au niveau de 1990, les émissions ont été réduites de 6,7% en 2010, et de 0,7% pour l'année 2011 par rapport à 2010.

Emissions par secteur pour l'Annexe I pour (hors UTCTF, Tg CO2 eq)



Source: UNFCCC Data Interface, Friday, 19 September 2014 13:55:07 CEST

UTCTF: Utilisation des terres, leur changement et la forêt

Source: IFPEN & GHG Database CCNUCC

a. Monde

b. Europe

c. France

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama européen – Bilan 2011

• Emissions de GES de l'UE-27:

En Mt CO₂éq.

Secteur	Années	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gaz fluorés	Total
Énergie	1990	4 108,5	154,1	34,1	0,0	4 296,8
	2011	3 507,4	74,3	32,3	0,0	3 614,0
Procédés industriels	1990	281,8	1,3	115,3	59,2	457,7
	2011	226,1	1,1	13,2	91,3	331,7
Usage de solvants et d'autres produits	1990	11,7	0,0	5,0	0,0	16,7
	2011	6,9	0,0	3,2	0,0	10,1
Agriculture	1990	0,0	250,3	349,3	0,0	599,6
	2011	0,0	192,5	268,5	0,0	461,0
Déchets ¹	1990	4,9	185,4	13,3	0,0	203,6
	2011	3,1	116,2	14,2	0,0	133,4
Total hors UTCF ²	1990	4 407,0	591,2	517,0	59,2	5 574,4
	2011	3 743,4	384,1	331,4	91,3	4 550,2
UTCFT ²	1990	- 264,1	4,6	4,6	0,0	- 254,9
	2011	- 298,3	4,5	3,7	0,0	- 290,1
Total	1990	4 142,9	595,9	521,6	59,2	5 319,5
	2011	3 445,1	388,6	335,1	91,3	4 260,1

Source : Agence européenne pour l'environnement, juin 2013

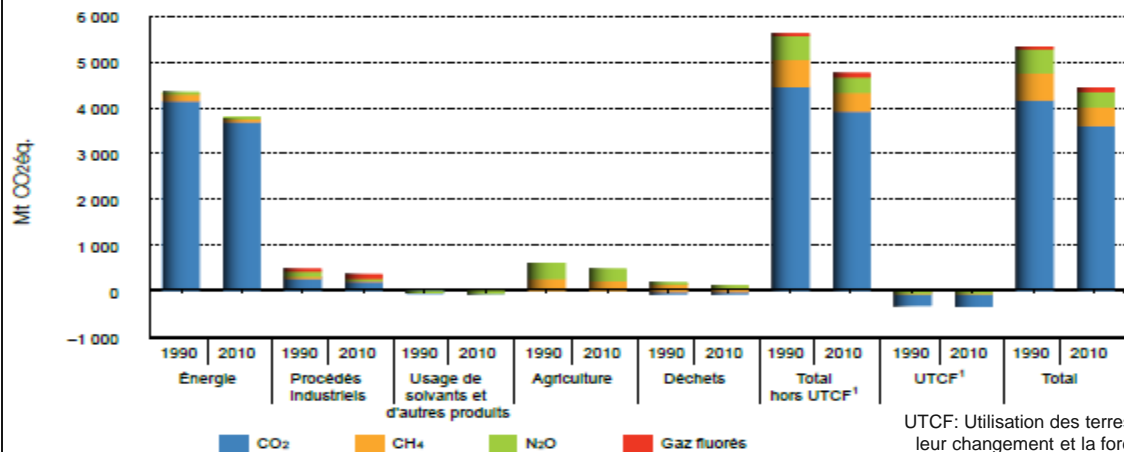
Les émissions européennes ont baissé de 18 % (hors UTCF) sur la période 1990-2011.

Le secteur le plus important en termes d'émissions de GES est de loin celui de l'énergie, représentant 79,4 % des émissions totales de l'EU27 en 2011.

Arrive en deuxième position celui de l'agriculture (10,1 %), suivi du secteur des procédés industriels (7,3 %)

Le GES le plus important est de loin le CO₂, représentant 80,9 % des émissions totales de l'EU27 en 2011 (hors UTCF). Par rapport au niveau de 1990, les émissions ont été réduites de 19,9 % en 2011, et de 3,3 % entre 2010 et 2011.

Répartition par secteur des émissions de GES au sein de l'UE à 27



Source: Chiffes clés du climat - France et Monde – Edition 2013 – Service de l'observation et des statistiques

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama européen

- Historique des émissions de GES par nature et secteur d'activité pour l'UE 15 et 27:

Source d'émission de GES (en million de T de CO₂ équivalent)

GHG source and sink	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Energy	3 282	3 206	3 259	3 348	3 329	3 265	3 200	2 972	3 048	2 898
2. Industrial processes	353	350	310	311	303	308	292	254	261	253
3. Solvent and other product use	13	12	11	10	10	9	9	8	8	8
4. Agriculture	433.9	412	413.4	385	380.1	380	379.0	370	369.5	370
5. Land use, land-use change and forestry	- 137	- 163	- 177	- 159	- 180	- 153	- 183	- 186	- 170	- 174
6. Waste	172	166	144	119	116	113	109	106	104	102
7. Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (with net CO ₂ emissions/removals)	4 118	3 984	3 960	4 014	3 959	3 922	3 806	3 524	3 620	3 457
Total (without LULUCF)	4 255	4 146	4 138	4 173	4 138	4 075	3 989	3 710	3 790	3 631
1. Energy	4 297	4 029	3 981	4 084	4 080	4 015	3 936	3 659	3 763	3 614
2. Industrial processes	458	437	390	403	400	412	388	323	335	332
3. Solvent and other product use	17	14	13	12	12	12	11	10	10	10
4. Agriculture	600	517	505	478	474	475	474	463	460	461
5. Land use, land-use change and forestry	- 255	- 277	- 280	- 273	- 298	- 260	- 303	- 313	- 288	- 290
6. Waste	204	198	177	152	150	146	142	139	137	133
7. Other	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (with net CO ₂ emissions/removals)	5 320	4 918	4 786	4 856	4 819	4 799	4 650	4 280	4 417	4 260
Total (without LULUCF)	5 574	5 195	5 066	5 129	5 117	5 059	4 952	4 593	4 705	4 550

Emissions par types de GES (en million de T de CO₂ équivalent)

Greenhouse gas emissions	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Net CO ₂ emissions/removals	3 224	3 128	3 319	3 319	3 282	3 249	3 143	2 876	2 980	2 823
CO ₂ emissions (without LULUCF)	3 367	3 298	3 373	3 484	3 467	3 408	3 332	3 067	3 155	3 003
CH ₄	438	410	369	320	313	308	304	298	296	289
N ₂ O	400	379	339	308	295	294	286	275	266	264
HFCs	28	40	45	54	56	59	63	66	69	71
PFCs	17	12	8	5	5	5	4	3	3	3
SF ₆	11	15	10	8	7	7	6	6	6	6
Total (with net CO ₂ emissions/removals)	4 118	3 984	3 960	4 014	3 959	3 922	3 806	3 524	3 620	3 457
Total (without CO ₂ from LULUCF)	4 261	4 154	4 144	4 179	4 144	4 081	3 995	3 716	3 796	3 636
Total (without LULUCF)	4 255	4 146	4 138	4 173	4 138	4 075	3 989	3 710	3 790	3 631
Net CO ₂ emissions/removals	4 143	3 851	3 822	3 963	3 944	3 927	3 790	3 449	3 595	3 445
CO ₂ emissions (without LULUCF)	4 407	4 139	4 112	4 246	4 250	4 196	4 101	3 770	3 891	3 743
CH ₄	596	535	480	428	422	415	409	400	397	389
N ₂ O	522	462	417	389	376	376	367	346	336	335
HFCs	28	40	47	61	64	69	72	76	80	81
PFCs	20	14	10	6	5	5	4	3	3	4
SF ₆	11	15	10	8	8	7	7	6	7	6
Total (with net CO ₂ emissions/removals)	5 320	4 918	4 786	4 856	4 819	4 799	4 650	4 280	4 417	4 260
Total (without CO ₂ from LULUCF)	5 584	5 205	5 076	5 138	5 126	5 068	4 961	4 602	4 714	4 558
Total (without LULUCF)	5 574	5 195	5 066	5 129	5 117	5 059	4 952	4 593	4 705	4 550

■ EU 15 ■ EU 27

Source: Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2011 and inventory report 2013 (EEA Technical Report) – N° 8/2013

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama européen

• Emissions de GES par pays membres de l'UE:

Contribution des membres de l'UE aux émissions de GES, hors LULUCF (en million de T de CO₂ équivalent)

Member State	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Austria	78	80	80	93	90	87	87	80	85	83
Belgium	143	150	146	143	139	134	137	124	132	120
Denmark	69	76	68	64	72	67	64	61	61	56
Finland	70	71	69	69	80	78	70	66	75	67
France	556	552	559	558	546	536	531	508	514	486
Germany	1 250	1 118	1 041	998	1 000	976	975	911	944	916
Greece	105	109	126	135	131	134	130	124	117	115
Ireland	55	59	68	69	69	68	68	62	61	58
Italy	519	530	551	574	564	555	541	491	500	489
Luxembourg	13	10	10	13	13	12	12	12	12	12
Netherlands	212	223	213	209	206	204	203	198	209	194
Portugal	61	72	84	88	83	81	78	75	71	70
Spain	283	313	379	433	424	432	399	363	349	350
Sweden	73	74	69	67	67	66	63	59	65	61
United Kingdom	767	709	674	658	654	644	630	577	594	553
EU-15	4 255	4 146	4 138	4 173	4 138	4 075	3 989	3 710	3 790	3 631
Bulgaria	110	76	60	64	65	68	67	58	60	66
Cyprus	6	7	9	9	10	10	10	10	9	9
Czech Republic	196	151	146	145	147	148	142	133	137	133
Estonia	41	20	17	18	18	21	20	16	20	21
Hungary	99	80	78	79	78	76	74	67	68	66
Latvia	26	13	10	11	12	12	12	11	12	11
Lithuania	49	22	20	23	24	26	25	20	21	22
Malta	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
Poland	457	432	385	390	406	408	400	381	402	399
Romania	244	173	134	142	146	143	140	120	117	123
Slovakia	72	53	49	51	51	49	49	44	46	45
Slovenia	18	19	19	20	21	21	21	19	19	20
EU-27	5 574	5 195	5 066	5 129	5 117	5 059	4 952	4 593	4 705	4 550

Les deux plus grands émetteurs de GES sont l'Allemagne et le Royaume-Uni, qui représentent à eux deux près des 1/3 des émissions de l'UE27.

Malgré tout, ces deux pays sont parvenus à réduire leurs émissions de 548 Mt entre 1990 et 2011 (soit une baisse remarquable de 27%)

L'amélioration des performances énergétiques des centrales thermiques allemandes est une des raisons principales de cette diminution des émissions, ainsi que la restructuration des Länder après la réunification.

Quant au Royaume-Uni, ces réductions trouvent leur cause dans la libéralisation du marché énergétique et dans la transition charbon – fuel des centrales électriques. Une mesure législative de réduction de l'émission de NO₂ pour la production d'acide adipique y a également été prise.

a. Monde

b. Europe

c. France

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama français

• Emissions agrégées des six GES pour la France (et l'Union Européenne):

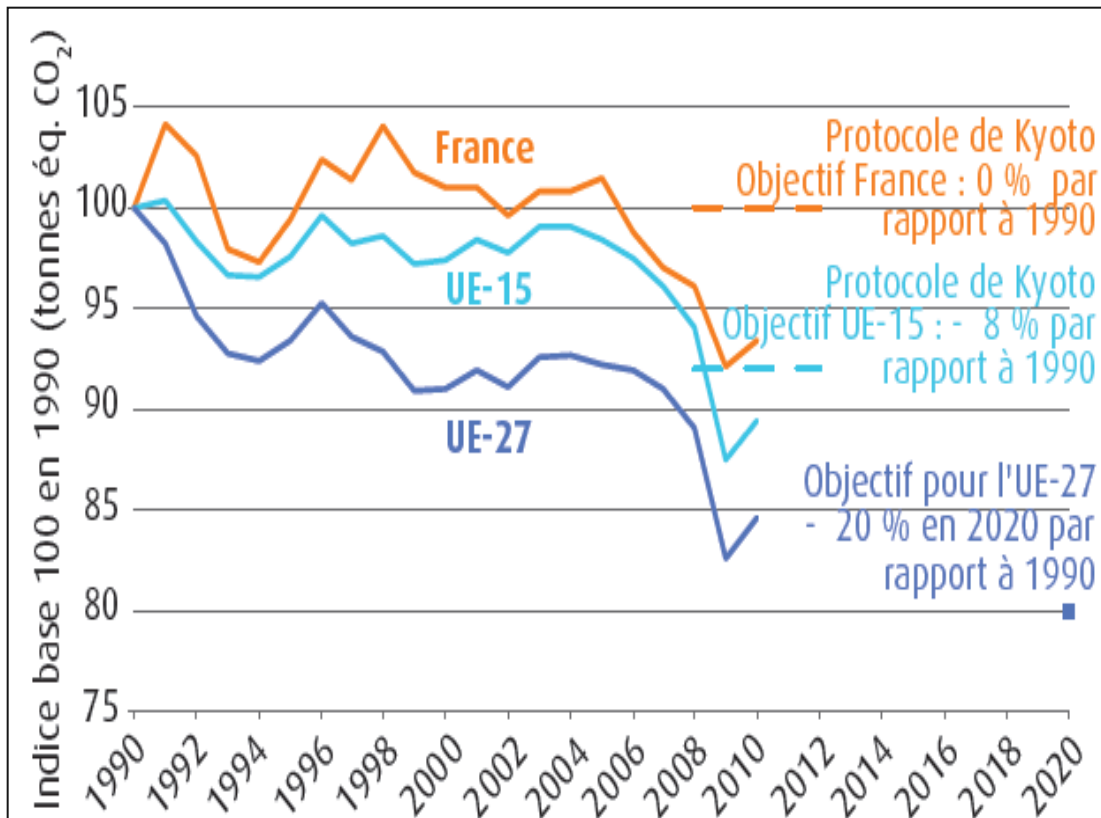
Même si l'UE15 s'est engagée à réduire ses émissions de GES de 8% à l'horizon 2008-2012 par rapport au niveau de 1990, la France s'est quant à elle engagée à les stabiliser, du fait de son faible niveau initial de d'émissions par habitant.

En 2010, la diminution des émissions françaises pour l'ensemble des six GES atteignait 7,5% par rapport au niveau de 1990, dépassant ainsi l'objectif national de stabilisation du protocole de Kyoto.

Cependant, au niveau européen comme au niveau national, l'année 2010 a été marqué par une nouvelle augmentation des émissions, engendrée par la reprise de l'activité économique post crise (+1,2% pour la France) et principalement due à l'augmentation des émissions de CO₂ (+2,1%).

Le secteur de l'industrie manufacturière et celui des transports ont contribué le plus fortement à cette augmentation.

Même si aucun objectif contraignant n'a encore été décidé pour une deuxième période d'engagement du protocole de Kyoto, l'UE 27 s'est engagée à diminuer ses émissions de 20% à l'horizon 2020 (par rapport au niveau de 1990). **La France y contribue et s'est engagée à diminuer ses émissions de 14% entre 2005 et 2020 et à diviser par 4 ses émissions à l'horizon 2050.**



Note : Émissions totales hors utilisation des terres, leurs changements et la forêt. Les émissions du trafic maritime et aérien international sont exclues.

Source : SOEs, d'après Citepa, inventaire CCNUCC janvier 2012 (outre-mer inclus hors PTOM) - Agence européenne pour l'environnement, 2012.

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama français

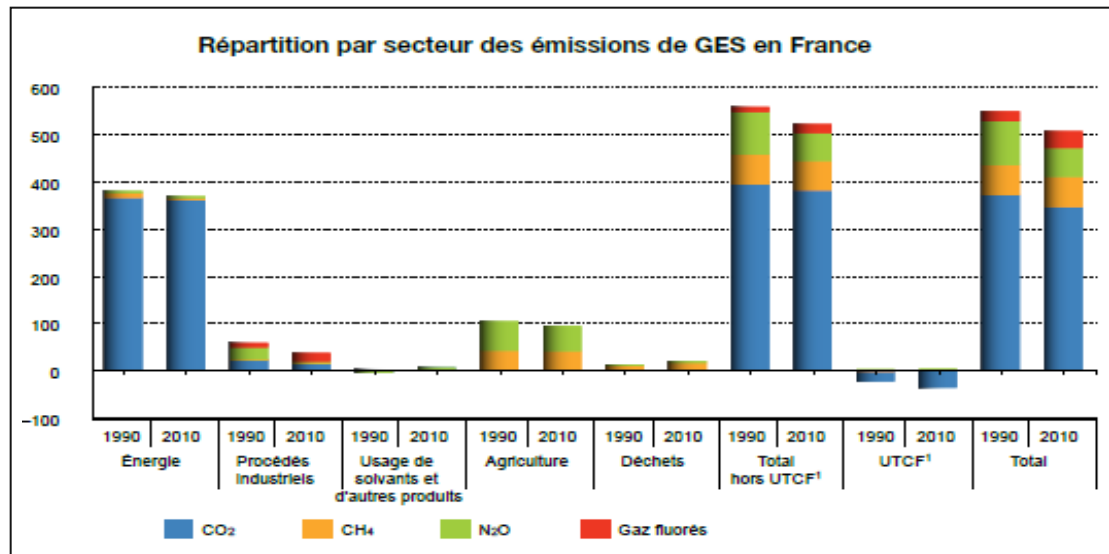
• Emissions de GES par secteur pour la France :

Entre 1990 et 2011, les émissions de GES ont diminué de 13%, résultant d'évolutions contrastées entre les secteurs.

Alors que l'Europe s'est engagée à diminuer d'au moins 20% ses émissions de GES à l'horizon 2020 (par rapport à 1990), la France s'est elle engagée à réduire celles des secteurs couverts par le SCEQE (énergie, métallurgie, cimenterie, papeterie, chimie, etc) de 21% entre 2005 et 2020, et de 14% pour les secteurs non couverts par le SCEQE (agriculture, bâtiment, transports, etc.)

La loi du 3 août 2009 définit des objectifs sectoriels ambitieux parmi lesquels une baisse de 20% des émissions de GES dans les transports entre 2005 et 2020, afin de les ramener au niveau de 1900.

71% des émissions de GES en France pour l'année 2011 proviennent de l'utilisation des énergies fossiles. L'agriculture (hors combustion d'énergie), le traitement des déchets, les procédés industriels et l'utilisation de gaz fluorés et de solvants sont responsables des autres 30%.



En Mt CO₂éq.

Secteur	Années	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Gaz fluorés	Total
Énergie	1990	369,0	10,5	3,8	0,0	383,3
	2011	337,6	2,7	4,1	0,0	344,4
Procédés industriels	1990	24,2	0,1	24,6	10,1	58,9
	2011	18,0	0,1	1,2	16,8	36,1
Usage de solvants et d'autres produits	1990	2,0	0,0	0,1	0,0	2,1
	2011	1,0	0,0	0,1	0,0	1,1
Agriculture	1990	0,0	39,0	60,5	0,0	99,6
	2011	0,0	38,2	53,0	0,0	91,2
Déchets ¹	1990	1,7	9,3	1,6	0,0	12,6
	2011	1,4	10,2	1,3	0,0	12,8
Total hors UTCP ²	1990	397,0	58,9	90,5	10,1	556,4
	2011	358,1	51,1	59,6	16,8	485,5
UTCP ²	1990	-25,8	1,2	1,8	0,0	-22,8
	2011	-47,7	1,6	1,4	0,0	-44,6
Total	1990	371,2	60,1	92,3	10,1	533,6
	2011	310,3	52,7	61,1	16,8	440,9

Source : Agence européenne pour l'environnement d'après Citepa, juin 2013

Source: Chiffres clés de l'énergie – Edition 2012, Commissariat Général au Développement Durable – Décembre 2012
Chiffres clés du climat - France et Monde – Edition 2013 – Service de l'observation et des statistiques

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama français

• Emissions de CO₂ par secteur pour la France métropolitaine:

Alors que les émissions de CO₂ en France métropolitaine avaient affiché une hausse de 2,1% en 2010, elles renouent avec la tendance baissière amorcée en 2006, affichant une diminution de 7,2% en 2011.

La douceur exceptionnelle du climat de 2011 (indice de rigueur le plus faible depuis 1970) y a contribué pour beaucoup.

En effet, cette baisse concerne particulièrement les secteurs résidentiels / tertiaires (-18%) et transformation d'énergie (-14%).

Notons par ailleurs que la France dépasse l'engagement qu'elle a pris au titre du protocole de Kyoto:

- avec un total de 346 Mt CO₂, ses émissions de CO₂ sont inférieures de 11% à leur niveau de 1990 (objectif de Kyoto: stabilisation au niveau de 1990)

En millions de tonnes de CO₂

	1970	1980	1990	1995	2000	2009	2010	2011(e)	2011 (e)
	En %								
Transformation énergie	112	146	67	58	64	60	60	51	15
Industrie manufacturière	165	145	111	105	106	81	87	86	25
Résidentiel/tertiaire	113	112	85	87	89	89	90	74	21
Agriculture/sylviculture hors UTCF*	8	9	9	10	10	10	10	8	2
Transport routier	52	85	111	120	127	119	121	120	35
Autres transports**	6	7	7	7	8	6	6	6	2
Total hors UTCF*	457	504	390	386	403	365	372	346	100

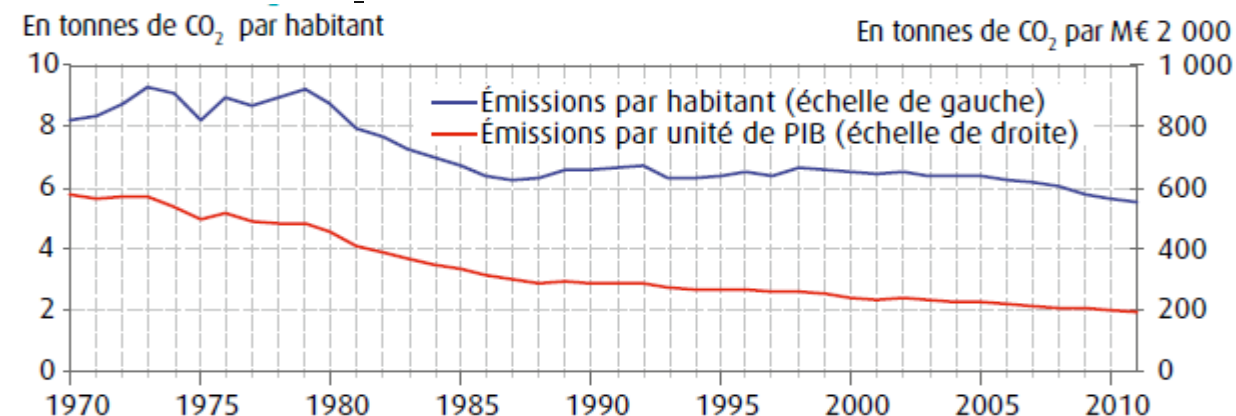
e : estimation.

* UTCF : Utilisation des terres, leur changement et la forêt.

** Autres transports : selon les définitions de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), les émissions maritimes et aériennes internationales ne sont pas incluses.

Source : Citepa/Coralie format Secten, avril 2012

Emissions de CO₂ liées à la combustion d'énergie en France métropolitaine



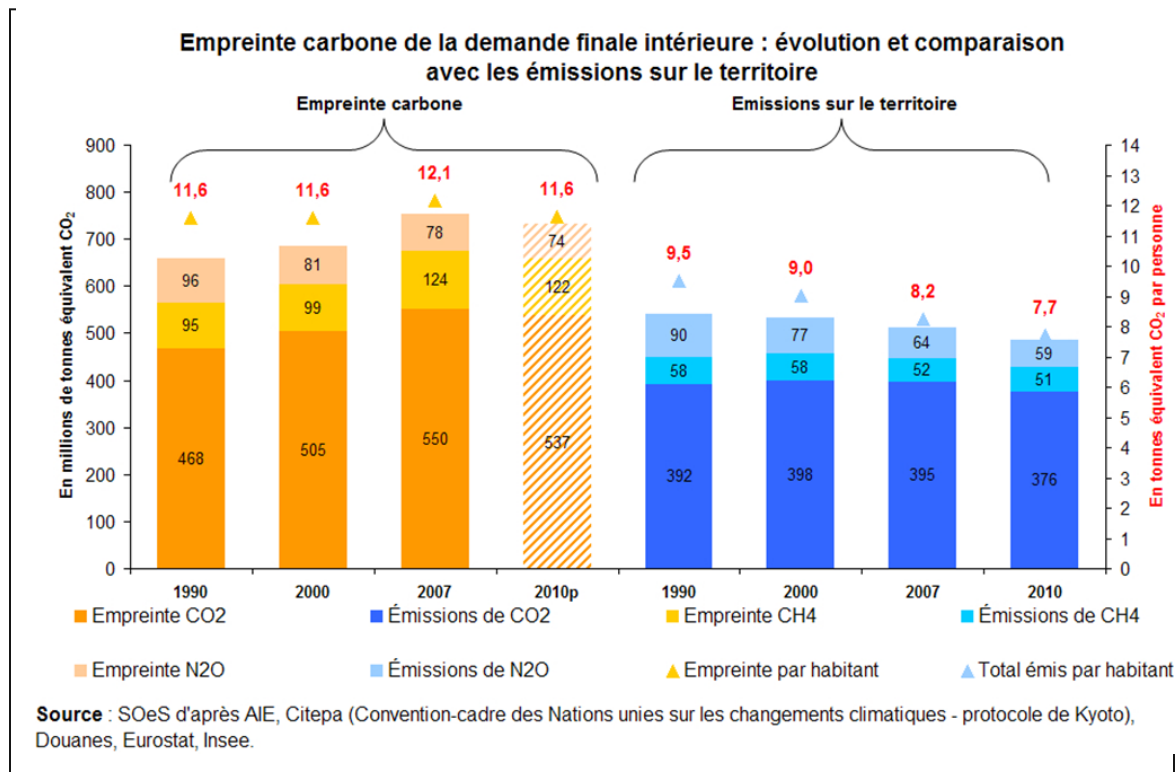
¹ Estimation, avec corrections des variations climatiques, selon la méthode du SOeS (simplifiée par rapport à celle du Citepa).

(d'après SOeS)

Panoramas des émissions de gaz à effet de serre

Panorama français

● Empreinte carbone des français:



L'empreinte carbone d'un Français, qui tient compte des échanges extérieurs, s'élève en 2010 à environ 11,6 tonnes équivalent CO₂ (dont 8,5 tonnes pour le CO₂), soit 51 % de plus que la quantité émise sur le territoire national.

L'empreinte carbone de la demande finale intérieure représente les émissions de GES induites, c'est à dire la totalité des émissions en France et à l'étranger générées par la consommation de la population résidant en France.

Le calcul se base sur trois GES: le CO₂, le CH₄ et le NO₂, qui représentent 97% des émissions des six GES pris en compte par le protocole de Kyoto.

L'inventaire des émissions de GES est élaboré dans le cadre de la convention sur le climat et est établi pour chaque pays signataire.

Ce calcul de l'empreinte de la demande finale intérieure semble nécessaire, afin de pouvoir tenir compte des émissions liées à l'ensemble des biens et services consommés, y compris celles qui interviennent à l'extérieur du territoire national, ainsi que des transferts d'activités vers d'autres pays.

Il permet ainsi d'évaluer l'impact global de la consommation globale du pays sur le climat.

On se rend ainsi compte pour le cas français, que même si les émissions au niveau du territoire diminuent, l'empreinte augmente, signe de flux d'importation dynamiques.

Le contexte de la lutte contre le changement climatique

Préoccupations françaises

• L'enjeu de la maîtrise de l'efficacité énergétique

Le secteur de l'énergie représente à lui seul 70% des émissions de GES de la France et fait donc l'objet d'efforts particuliers. L'économies d'énergie est l'un des axes prioritaires pour l'adaptation nationale.

La diminution de la consommation énergétique permet notamment d'augmenter le pouvoir d'achat des ménages et la compétitivité des entreprises, et de créer de l'activité économique.

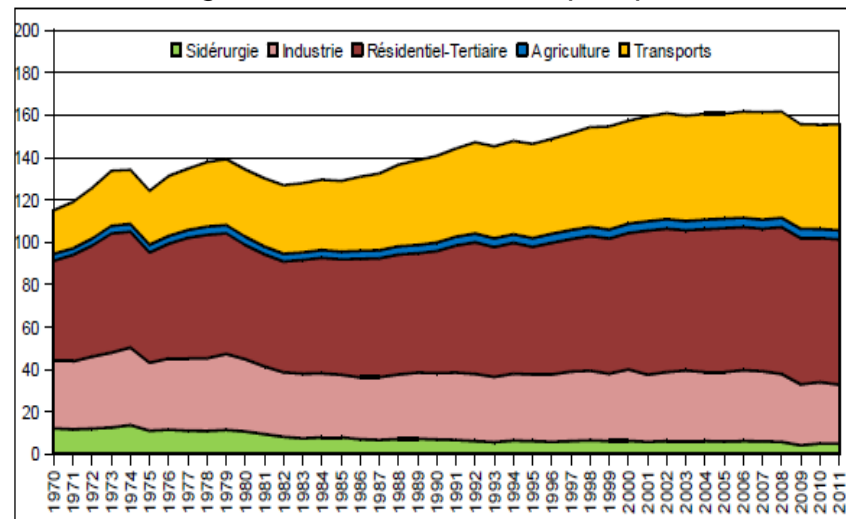
La consommation d'énergie française est maintenant stable depuis le début des années 2000 (~160 Mtep/an), avec une baisse de 3% depuis la crise économique de 2009, la stabilisant à ~156 Mtep/an.

Cependant même si la consommation d'énergie a augmenté depuis 1970, l'intensité énergétique (=consommation / PIB) a pratiquement été divisée par 2, et reflète les importants progrès faits en termes d'efficacité énergétique dans les différents secteurs de l'économie.

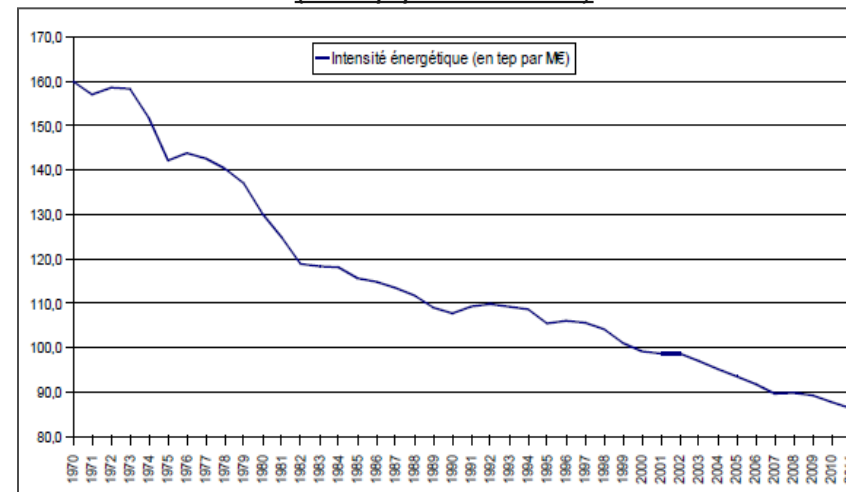
L'efficacité énergétique française se classe d'ailleurs parmi les plus faibles de l'Union Européenne, peu après l'Allemagne et les pays nordiques.

Sur le socle de plusieurs scénarios « Energie, Climat, Air » sur les consommations énergétiques et émissions de GES à l'horizon 2020 et 2030, la France a estimé comme étant possible une réduction possible 21,5% de sa consommation d'énergie finale à l'horizon 2020 (soit 131.4 Mtep),

Evolution de la consommation d'énergie entre 1970 et 2011, corrigée des variations climatiques par secteur



Evolution de l'intensité énergétique finale 1970-2011 (en tep par M€ 2005)



Source: SoeS, Panorama Energies Climat Edition 2013

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Volet 1

IV - Panorama Air, Energie et Industrie
France et Régions



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

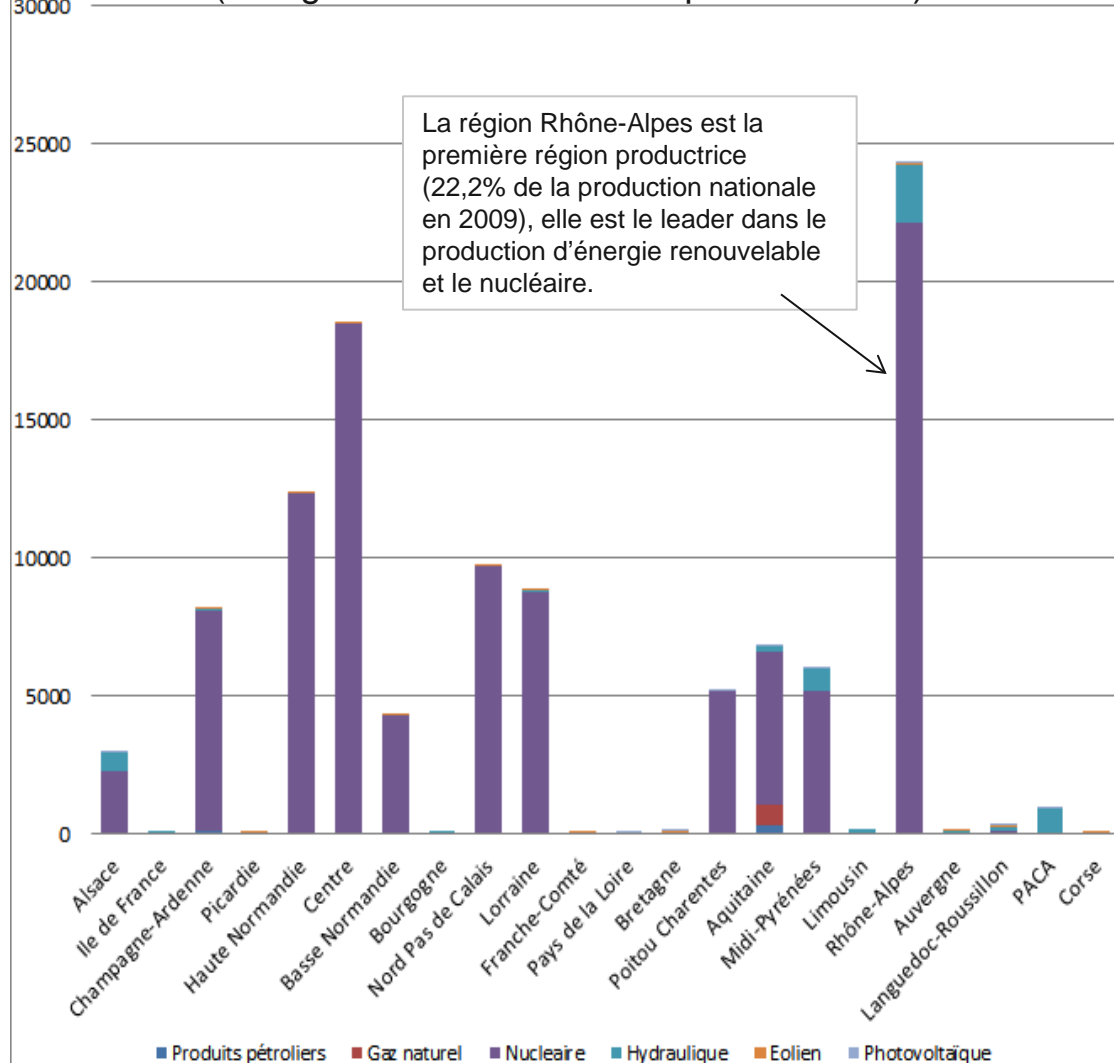
Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

a. Panorama industriel et énergétique des régions françaises

b. Panorama Air, Energie et Industrie – Détail par région

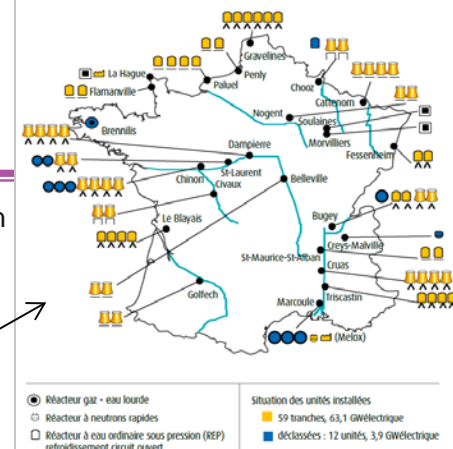
Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Production d'énergie primaire (2009 -ktep)
(énergie fossile et électricité primaire nette)



La région Rhône-Alpes est la première région productrice (22,2% de la production nationale en 2009), elle est le leader dans le production d'énergie renouvelable et le nucléaire.

Nucléaire: production fidèle à l'implantation des centrales. Sites nucléaires en France au 1^{er} janvier 2012



Pétrole: au 1^{er} janvier 2013 les réserves de brut (11,5 Mt) et d'hydrocarbures extraits du gaz naturel (0,2 mt) (IDF et Aquitaine) représentent 13 ans d'exploitation au rythme actuel et moins de deux mois de la consommation nationale. La production représente 1,1 % de la consommation nationale de pétrole.

Gaz: en 2011, la dépendance du pays est presque totale (98,6 % du gaz consommé est importé) en raison de la forte croissance de la demande et du déclin continu de la production nationale (-20 % en 2011) (gisement de Lacq)

Charbon: alors que la production culminait à 60 Mt en 1958, celle-ci était en dessous des 10Mt en 1994. Les mines françaises n'étant plus compétitives, les pouvoirs publics mettent en place un programme d'arrêt progressif de l'extraction charbonnière. Avec la fermeture du dernier puits lorrain en 2004, la production se limite aux produits de la récupération issus des terrils du Nord-Pas de Calais et des schlamms lorrains valorisés dans certaines centrales thermiques.

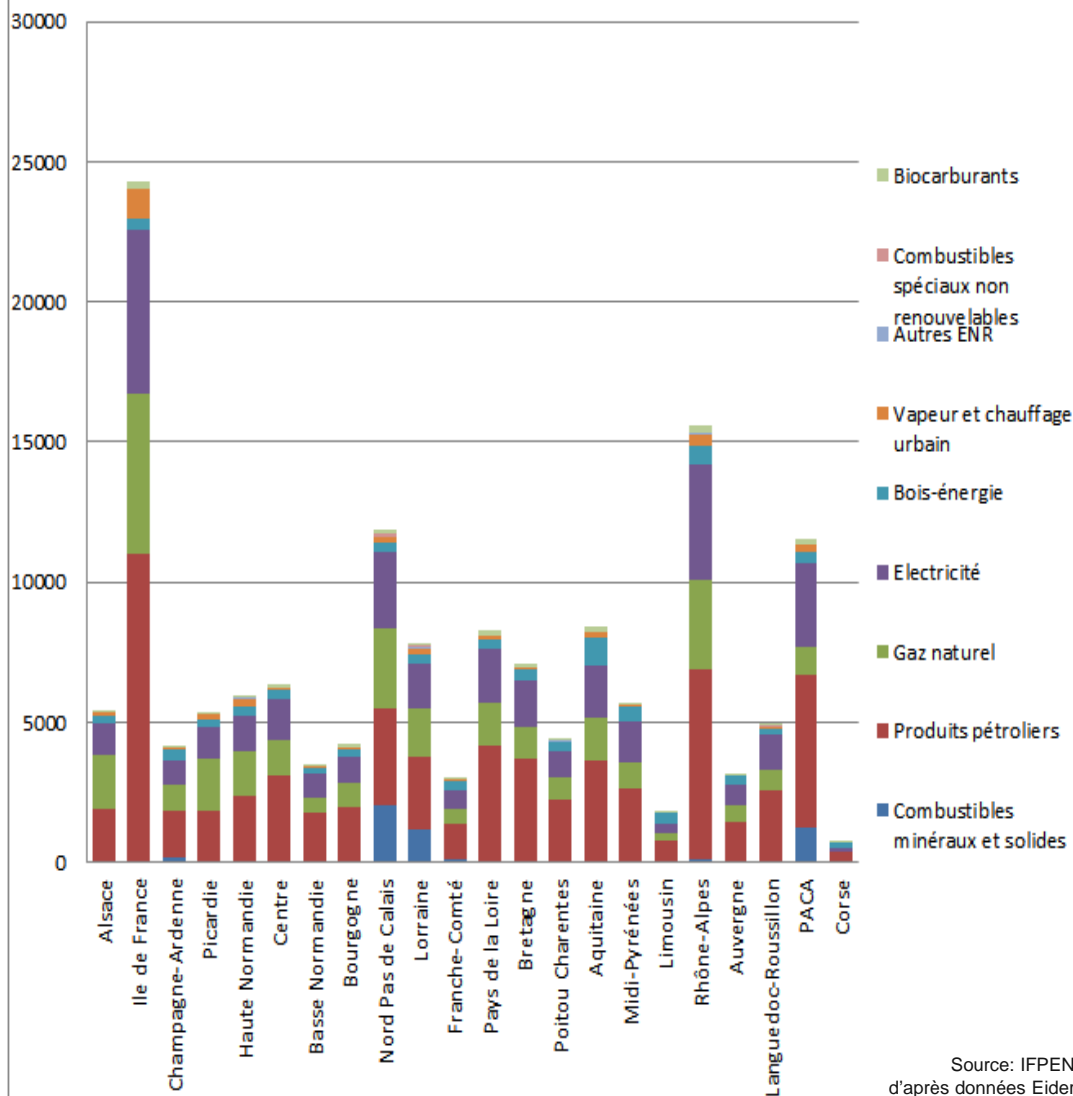
EnR: le pays est riche en ressources énergétiques renouvelables (notamment première forêt d'Europe occidentale, un fort potentiel hydraulique, éolien et géothermique) et se place à la 2^{ème} position européenne des consommateurs d'EnR (derrière l'Allemagne). La production d'EnR primaires (électriques et thermiques) s'élevait à 14 % de la production énergétique nationale en 2011.

Source: IFPEN d'après données Eider

Source: Chiffres clés de l'énergie – Décembre 2012

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Consommation d'énergie par source (2009 -ktep)



Electricité: entre 1973 et 2011, la consommation intérieure s'est développée deux fois plus vite que l'ensemble de la consommation d'énergie, et a triplé. La mise en place du programme électronucléaire depuis 1974 a permis une substitution massive de l'énergie nucléaire aux combustibles fossiles pour la production d'électricité.

Pétrole: entre 1973 et 1985, d'autres énergies se substituent massivement au pétrole pour la production d'électricité (notamment nucléaire). Voyant sa part divisée par deux sur cette période dans l'industrie et le résidentiel/tertiaire, la demande reste cependant en croissance régulière dans le secteur des transports, de sorte que ce dernier représente, en 2011, 70 % de la consommation finale de pétrole. Cette tendance se retrouve dans les régions où le réseau de transport est dense, notamment IDF, Rhône-Alpes et PACA

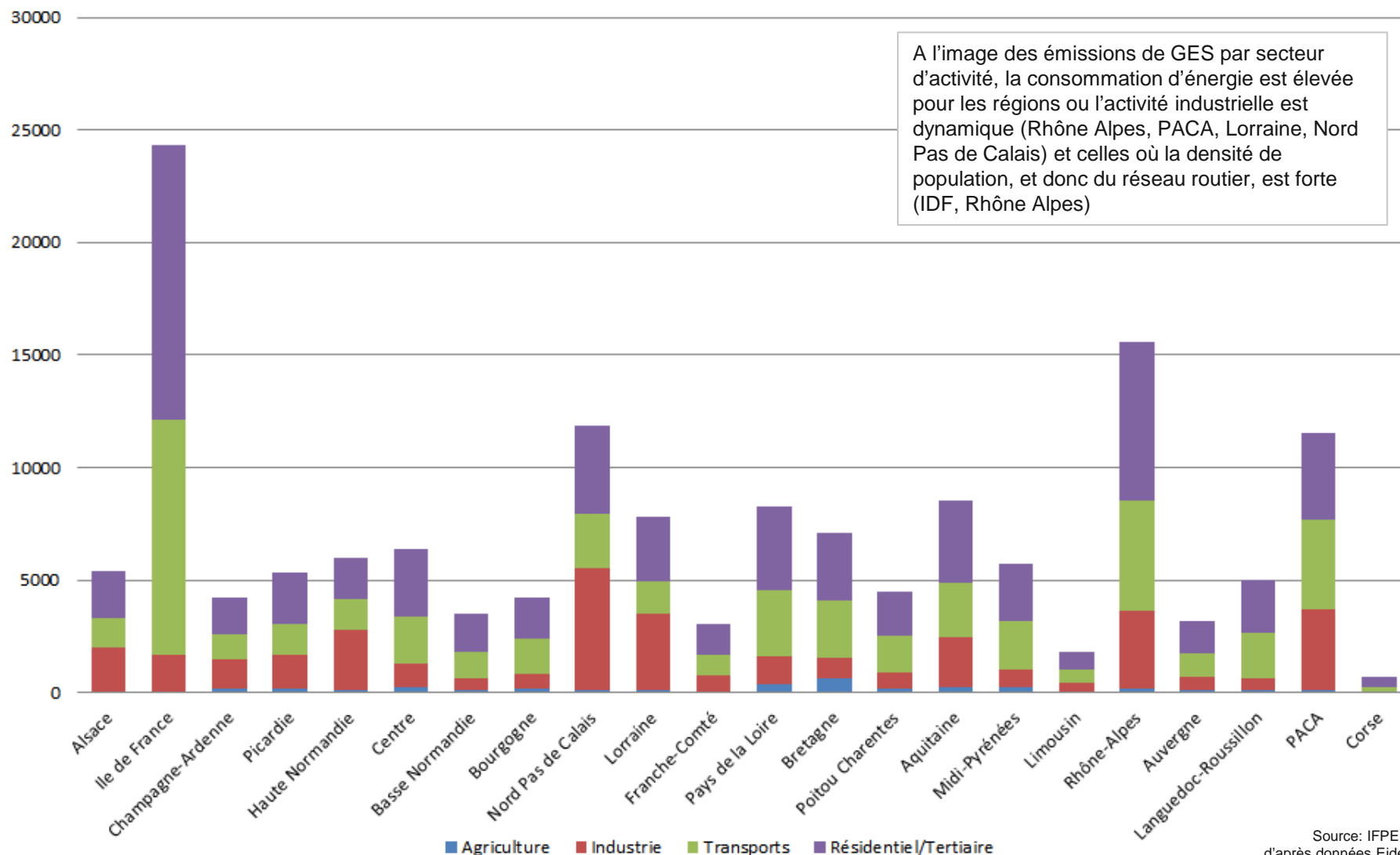
Gaz: en 2011, le gaz représente 30% de la consommation finale d'énergie de l'industrie et 32% de celle du résidentiel/tertiaire. Il occupe dans ce dernier secteur une part moins importante en Fr que dans la plupart des autres pays de l'UE, puisque le développement du gaz sur le marché national s'est heurté à la concurrence croissante du chauffage électrique. La tendance est à la stabilisation depuis 2002.

Charbon: la consommation a connu un déclin important depuis 1960. La sidérurgie (qui a connu de profondes restructurations) a réduit de moitié sa consommation depuis le début des années 1970. L'activité des centrales électriques au charbon diminue d'année en année du fait des contraintes environnementales avec une consommation désormais marginale. Consommation forte en Lorraine, Nord-Pas de Calais et PACA, régions sidérurgiques.

EnR: la part réelle d'électricité d'origine renouvelable s'élevait à 13 % en 2011 (métropole + DOM). Il est à noter que la production d'énergie à partir des déchets urbains est comptabilisée pour moitié comme renouvelable, en conformité avec les règles européennes.

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Consommation d'énergie par secteur (2009 - ktep)

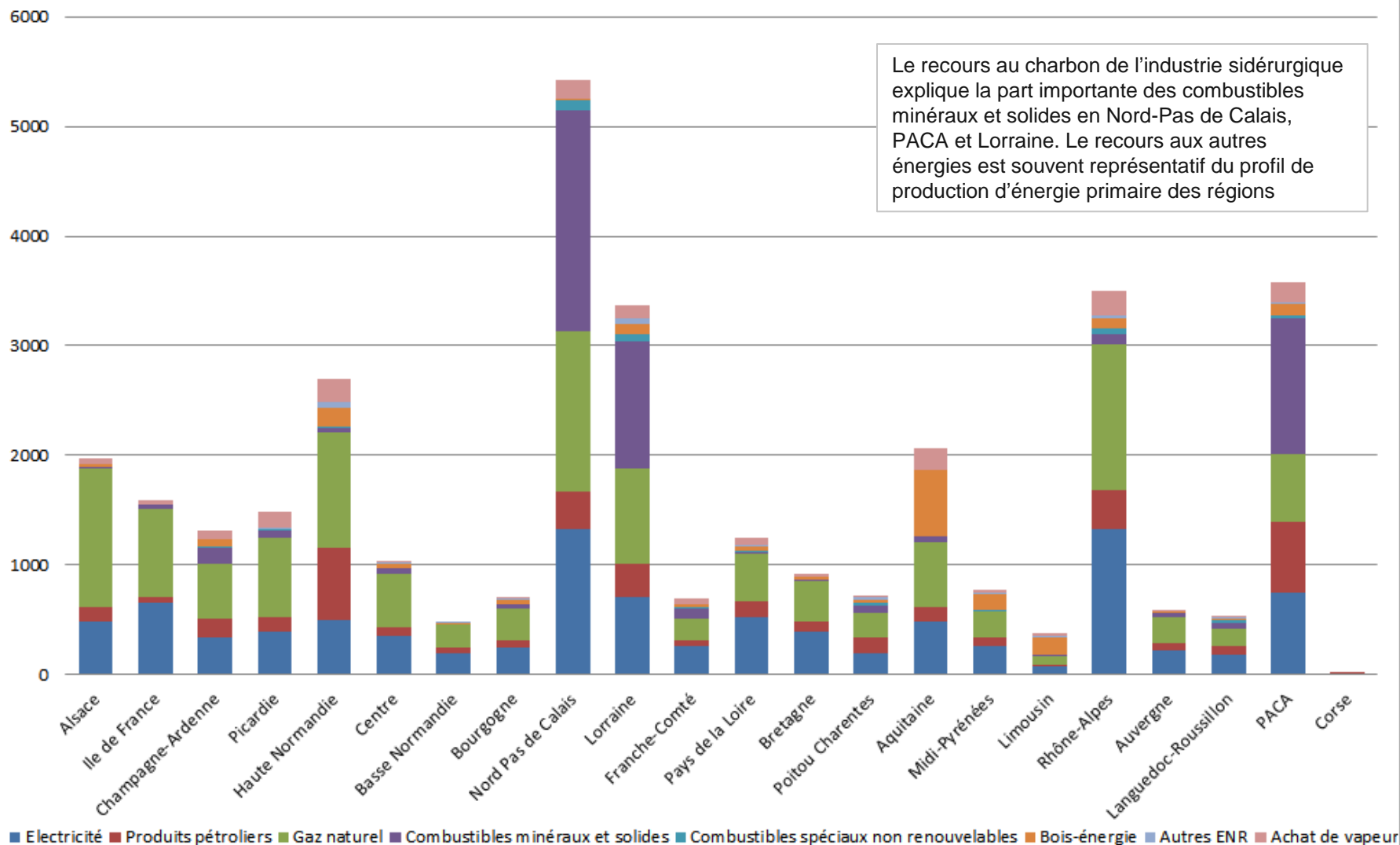


Source: IFPEN
d'après données Eider

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

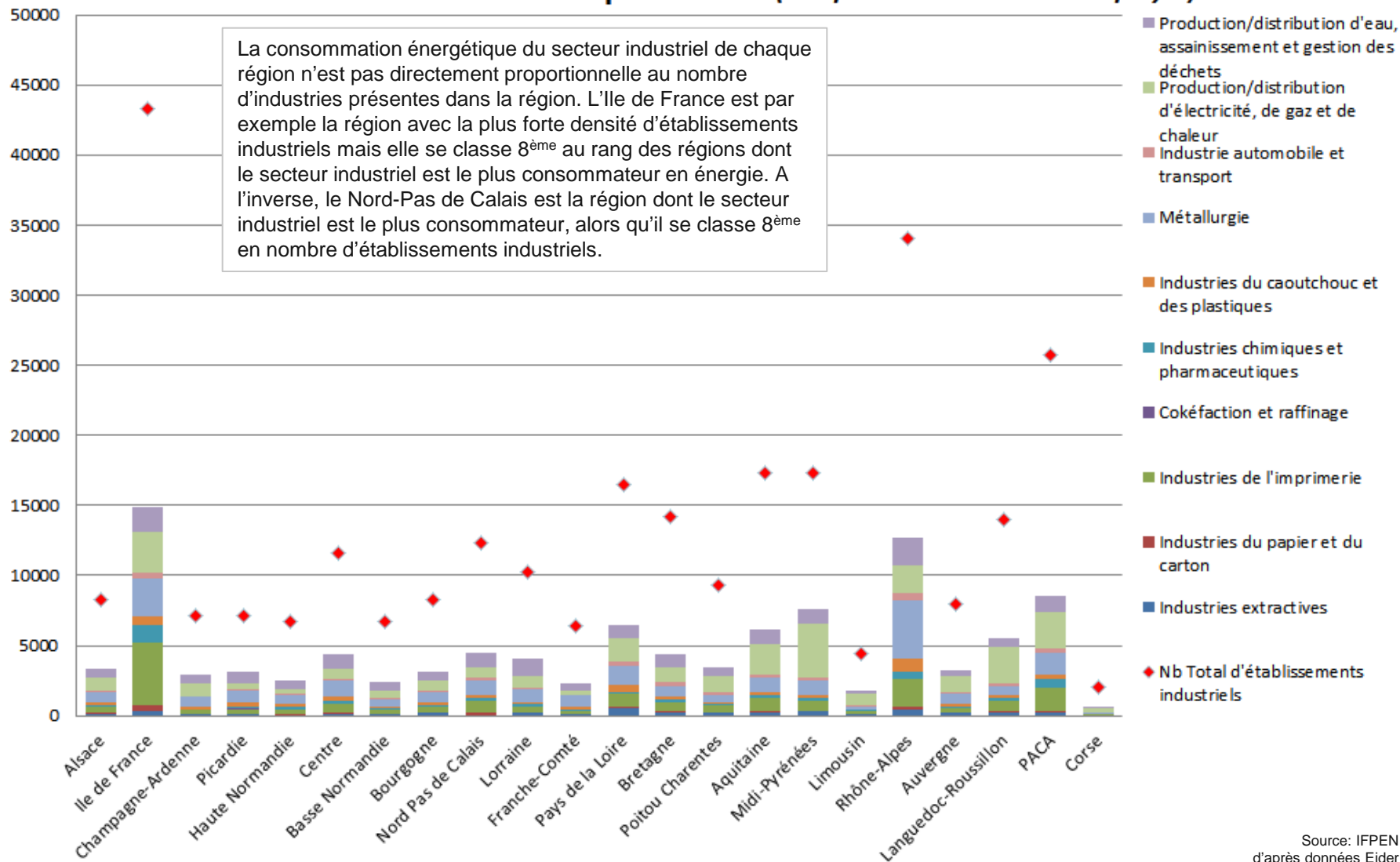
Source: IFPEN
d'après données Eider

Consommation d'énergie par l'industrie (2009 - ktep)



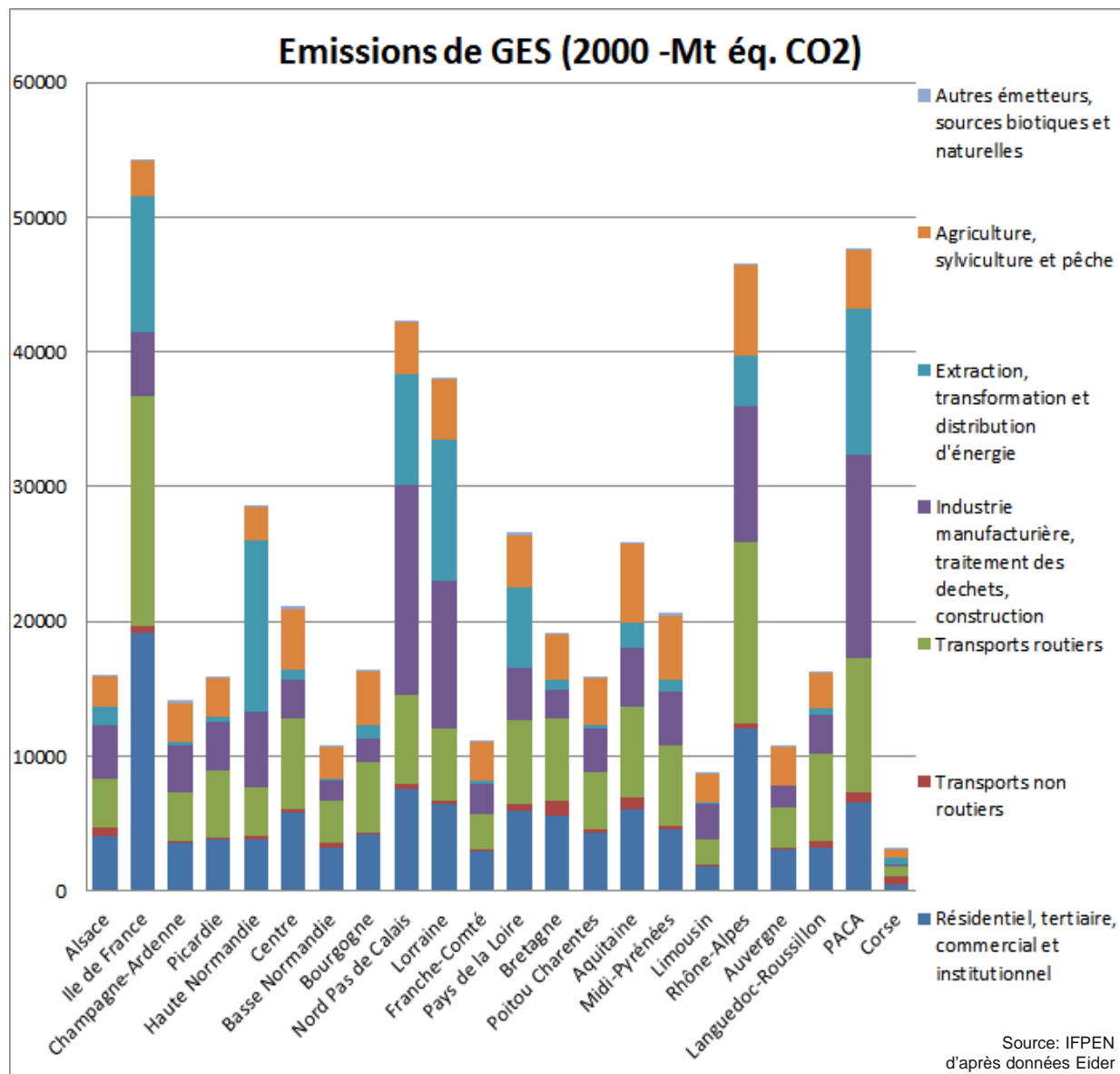
Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Etablissements industriels par secteur (indépendamment du nb d'employés)



Source: IFPEN
d'après données Eider

Panorama industriel et énergétique des régions françaises



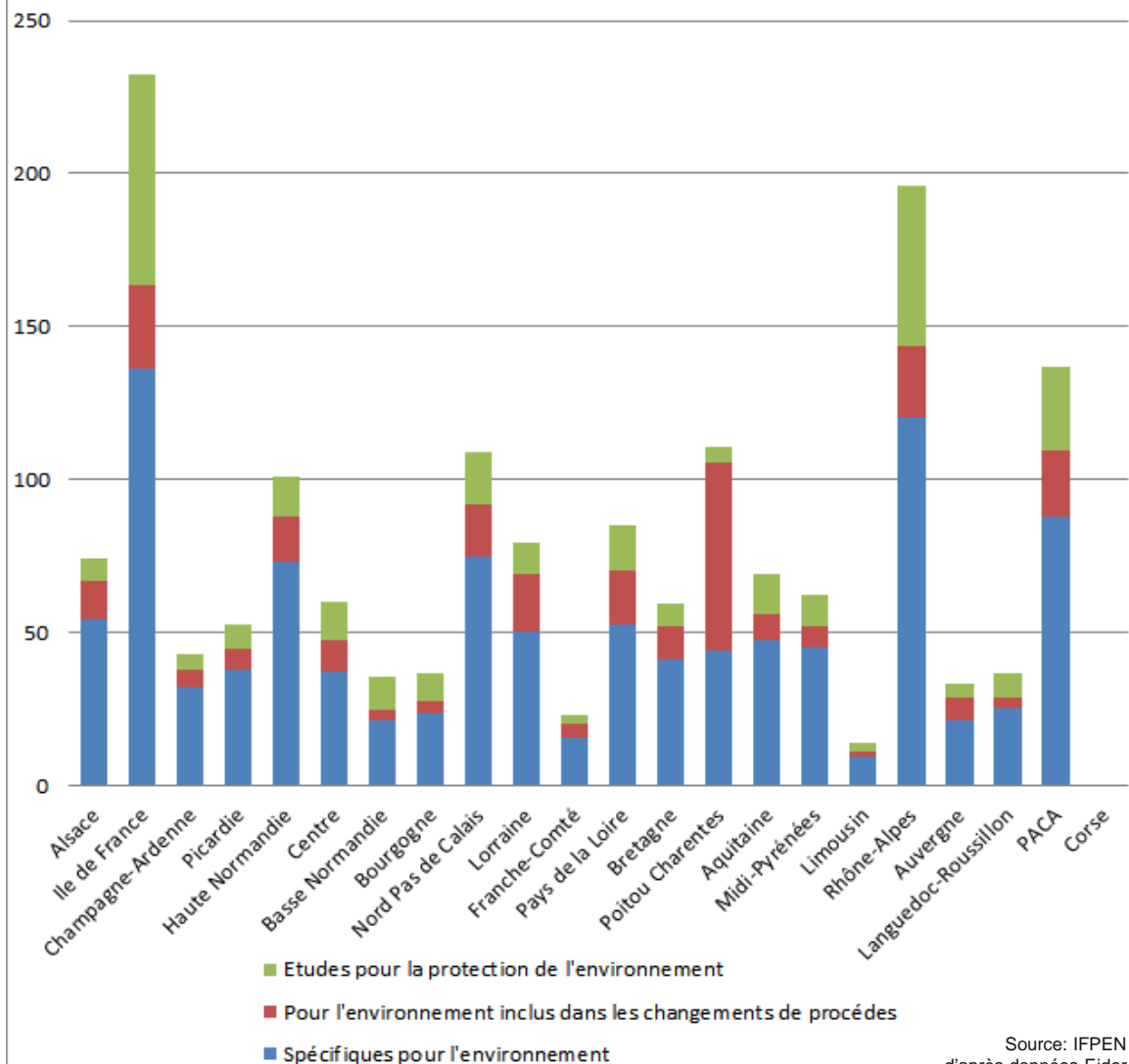
Emissions de GES: il est malheureusement difficile d'avoir accès à des données récentes et détaillées des émissions de GES par secteurs d'activités, et la plupart des régions utilisent les années 2000 ou 2005 comme années de référence pour établir leur bilan.

Quoiqu'il en soit les régions les plus émettrices sont de loin celles où l'activité industrielle est la plus dynamique (Rhône Alpes, Lorraine, Nord-Pas de Calais, PACA) et elles correspondent souvent aussi aux régions les plus peuplées et où les réseaux de transport sont denses (IDF, PACA, Rhône Alpes)

Emissions de CO₂: Après une remontée de 2,1% en 2010, les émissions de CO₂ en France métropolitaine renouent avec la tendance baissière amorcée en 2006, diminuant de 7,2 % en 2011, principalement en raison de la douceur exceptionnelle du climat. D'ailleurs, cette baisse concerne principalement les secteurs résidentiel/tertiaire (-18 %) et de la transformation d'énergie (-14 %).

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Investissement pour l'environnement (2010 - M€)



Source: IFPEN
d'après données Eider

En 2011, les investissements pour protéger l'environnement des établissements industriels (hors gestion de l'eau et déchets) de 20 salariés ou plus ont atteint 1,2 milliard d'euros. Ils diminuent de 4 % en 2011, après des baisses de 10 % en 2010 et 13 % en 2009.

Les investissements entièrement dédiés à la protection de l'environnement constituent 81 % de ce montant, soit 1 milliard d'euros.

Ces investissements sont principalement réalisés par les établissements des secteurs de l'énergie (353 M€), de la chimie (158 M€) et des industries agroalimentaires (110 M€). Ils sont majoritairement consacrés à des actions de prétraitement, de traitement et d'élimination de la pollution (52 %) et à des actions de prévention (35%). Ces investissements visent à limiter la pollution dans différents domaines environnementaux, les deux principaux étant, d'une part, l'air et le climat (237 M€) et, d'autre part, les eaux usées (184 M€).

Les investissements intégrés sont en rapport avec l'adoption de technologies propres. Ils correspondent au surcoût de dépenses engendré par le choix, lors du renouvellement d'un matériel de production, d'un équipement plus performant en matière environnementale qu'un autre élément disponible sur le marché. Les dépenses afférentes sont estimées à 229M€ en 2011. Les deux tiers de ces investissements sont relatifs au domaine de l'air et du climat.

Enfin, les dépenses consacrées aux études pour protéger l'environnement s'élevaient à 359 M€ en 2011. Elles se répartissent en études en vue d'un investissement (159 M€) et en études réglementaires (200M€).

Source: INSEE – Etudes et investissements dans l'industrie pour protéger l'environnement

a. Panorama industriel et énergétique des régions françaises

b. Panorama Air, Energie et Industrie – Détail par région

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Etat des lieux (2010) - BRETAGNE

ENERGIE

- **Consommation primaire d'énergie = 7,1 Mtep (2009):** Relativement stable depuis 2000 et dominée par les produits pétroliers (carburants), l'électricité et le gaz. La consommation de produits pétroliers est en baisse, mais celle d'électricité et de gaz augmente. Premier secteur consommateur, celui du bâtiment (45 %), suivi par celui des transports (34 %), l'industrie (12 %) et enfin l'agriculture (9 %)
- **Production électricité renouvelable= 115 ktep (2009 - hydraulique, éolien, solaire):** Production en forte hausse depuis le début des années 2000, et représente 9,9 % de la consommation régionale en 2010 (70 % chaleur, 30 % électricité) (moyenne nationale: 12 %)
- La combustion du bois est la principale source de chaleur (95 %) (déchets organiques et de biogaz: 4 % et 1 %)
- L'éolien terrestre est la principale source d'électricité (57 %), suivi par l'usine marémotrice de Rance (33 %), l'hydroélectricité (4%), la combustion des déchets ménagers (4 %), le photovoltaïque (2 %)

CLIMAT

- **Emissions de GES = 19,2 Mteq CO₂ (2000):** Largement dominées par le secteur de l'agriculture (40 % des émissions régionales). En effet, le secteur est caractérisé par une prépondérance d'émissions de méthane et de protoxyde d'azote, émissions non énergétiques donc
- Arrivent ensuite le secteur du transport (26 %) et celui du bâtiment (23 %), où les émissions sont cette fois imputables à la combustion d'énergies fossiles
- **Vulnérabilité au changement climatique:** Relativement élevée puisque les activités régionales sont dominées par l'agriculture, directement dépendante du climat (également pêche et forêt)
- La hausse des températures pourrait atteindre entre +2°C et +5°C à l'horizon 2100
- Augmentation du niveau de la mer devra être prise en compte pour les aménagements futurs puisqu'elle pourrait aggraver les phénomènes d'érosion des côtes et de submersion marine

AIR

- **Enjeu principal pour la qualité de l'air:** pollution automobile
- problématique d'ailleurs accentuée au cœur des grandes agglomération (NO₂ et particules fines) où les valeurs règlementaires sont talonnées, voire dépassées
- **Enjeux secondaires:**
- Poids des émissions de particules émises par le chauffage résidentiel et tertiaire (notamment particules fines)
- Pollution atmosphérique liée aux activités agricoles

Panorama Air, Energie et Industrie

Etat des lieux (2008) - NORD-PAS DE CALAIS

ENERGIE

- **Consommation primaire d'énergie = 11,8 Mtep (2009):** Le Nord-Pas de Calais est l'une des régions les plus consommatrices, tirée par le secteur sidérurgique, et l'industrie en général. Son profil est très atypiques en comparaison des autres régions françaises
- Premier secteur consommateur est donc celui de la sidérurgie (23 %), suivi par celui du résidentiel/tertiaire (31 %) de l'industrie (26 %), des transports (19 %) et enfin l'agriculture (1 %)
- **Production électricité renouvelable= 45 ktep (2009 - hydraulique, éolien, solaire):** la part de la consommation d'EnR s'élevait entre 3 % et 4 %, ratio bien en dessous de la moyenne nationale de 12 %.
- Production principalement assurée par la combustion du bois (40 %), l'utilisation d'agrocarburants (25 %), l'éolien (13 %), l'utilisation de pompes à chaleur (8 %) (autre: biogaz, solaire thermique, solaire électrique)

CLIMAT

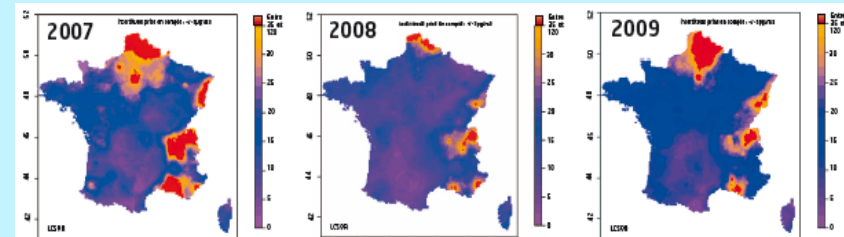
- **Emissions de GES = 42,2 Mteq CO₂ (2000):** Elles sont supérieures de 30 % à la moyenne nationale, l'importance des réseaux routiers, le dynamisme industriel et la densité urbaine étant en cause
- A lui seul, le secteur industriel (incl. sidérurgie) représente 50 % des émissions, suivi par le résidentiel/tertiaire (23 %), les transports (17 %), l'agriculture (7 %) et les déchets (3 %)
- **Vulnérabilité au changement climatique:**
- La hausse des températures pourrait atteindre entre +1°C et +2°C à l'horizon 2050
- Risque de submersion du littoral et d'inondation du territoire des waterings avec la montée du niveau de la mer
- Vulnérabilité des forêts avec l'évolution des températures

AIR

- **Enjeu principal pour la qualité de l'air:** réseau de transport très dense et importante activité industrielle
- Ces deux secteurs font majoritairement appel à la combustion d'énergie fossile et à l'utilisation de procédés chimiques et entraînent une forte concentration dans l'air de NOx et poussières en suspension.

- **Enjeu secondaire:** agriculture intensive
- Sur la période 2007-2009, la totalité des stations de la région était concernée par une **non-conformité**. La France a d'ailleurs été assignée en justice par la Commission Européenne en mai 2011, pour la non-conformité de 15 zones ou agglomérations envers la norme PM10

Jours de dépassement du seuil journalier pour la norme « PM10 x (poussières)



Source: SRCAE Région Nord-Pas de Calais – L'essentiel

ENERGIE

- **Consommation primaire d'énergie = 15,6 Mtep (2009):** Consommation légèrement supérieure à la moyenne nationale (2,8 tep/hbt - 2,6tep/hbt)
- Les principaux secteurs consommateurs sont l'industrie (31 %), le résidentiel/tertiaire (39%) et le transport (28 %), soit environ 1/3 chacun de la consommation totale. L'agriculture ne représente que 2 % de la consommation totale
- **Production électricité renouvelable= 2140 ktep (2009 - hydraulique, éolien, solaire):** la part de la production d'EnR s'élevait 14,9 % de la consommation totale.
- Production dominée par les filières traditionnelles de l'hydroélectricité et du bois énergie, même si les autres filières sont en fort développement. La région a produit 18,1 % de la production nationale d'EnR, entraînée par sa place de leader en hydraulique (plus de 40 % de la production nationale) et en solaire thermique (19 % de la production nationale)
- Occupe la 12^{ème} place sur la filière éolienne avec 143 Mw à la mi-2010

CLIMAT

- **Emissions de GES = 46,5 Mteq CO₂ (2000):** Elles représentaient 12% des émissions nationales, et le CO₂ en était responsable à 82 %
- Deux secteurs arrivent en tête avec 30 % chacun: celui des transports et du résidentiel/tertiaire. L'industrie ne représente que 21% des émissions, malgré une activité forte. L'agriculture, pourtant peu consommatrice en énergie, est responsable de 17 % des émissions, principalement liées aux cultures et à l'élevage
- **Vulnérabilité au changement climatique:** particulière pour la ressource en eau, car élément central à de nombreuses activités, qui la sollicite déjà énormément (production d'énergie, agriculture, industrie, tourisme)
- Hausse des températures attendue à 2050: entre 1,5°C et 2,5°C
- De plus la ressource est géographiquement mal répartie (on observe déjà des zones en déficit hors des zones de montagne)
- Risque de concentration en pollution et d'une dégradation importante de la qualité de l'eau.

AIR

- Qualité de l'air très variable sur le territoire régional, qui comporte des zones très urbanisées, des zones industrielles, des zones rurales
- Régions fortement émettrices, occupation humaine concentrée dans des zones où la dispersion des polluants n'est pas facilitée (topologie, climat), apports supplémentaires de polluants émis dans les régions voisines par le mouvements de masses d'air
- Certaines valeurs limites ne sont ainsi pas respectées, alors qu'elles sont pourtant condamnables par l'UE
- **Enjeu principal pour la qualité de l'air:** atteindre les valeurs cibles et limites imposées par l'UE
- Limiter la pollution préoccupante des particules, en particulier en hiver avec le chauffage au bois, carrières et chantiers/BTP et les voitures, et en été avec le trafic routier très dense
- **Enjeu secondaire:** émissions de CH₄ et N₂O issues de la culture et de l'élevage

ENERGIE

- **Consommation primaire d'énergie = 11,5 Mtep (2009):** Région la plus consommatrice après l'île de France et le Rhône-Alpes (égalité avec le Nord-Pas de Calais)
- Secteur de l'industrie plus présent que la moyenne nationale (41 % contre 26 %) compte tenu de la présence de grandes infrastructures (notamment autour de l'étang de Berre). Transport également très présent (27 %) compte tenu de la plateforme logistique que représente la région, ainsi que l'activité de tourisme. Secteur résidentiel/tertiaire légèrement inférieur à la moyenne nationale (31 % contre 40 %) compte tenu de la forte présence de zones industrielles dont le besoin de chauffage est moindre.
- **Production électricité renouvelable= 905 ktep (2009 - hydraulique, éolien, solaire):** Production principale = énergie hydraulique (55,4%), grâce aux installations de la chaîne Durance-Verdon, des Alpes-Maritimes et de la vallée du Rhône, arrive en second le bois énergie (38,5 %). Même si le solaire ne représente qu'1% de la production d'EnR, la région est devenue depuis la première région sur cette filière en terme de puissance installée.

CLIMAT

- **Emissions de GES = 47,7 Mteq CO₂ (2000):**L'industrie et les transports arrivent en tête des secteurs les plus émetteurs avec respectivement 35 % et 24 % des émissions de GES régionales. La production/distribution d'énergie vient compléter le trio de tête avec une responsabilité de 20 %.
- Ces trois premiers secteurs émettent quasi-exclusivement du CO₂ (les parts des autres gaz sont totalement négligeables en comparaison), alors que c'est l'inverse pour le secteur de l'agriculture (le CO₂ y représente 18 % des émissions)
- **Vulnérabilité au changement climatique:**
- Hausse des températures attendue à l'horizon 2050: entre 2,2°C et 2,4°C
- Vulnérabilité exacerbée pour les risques d'incendie et d'inondation déjà élevés (une fonte prématurée des neiges favoriserait les inondations au printemps, et la sécheresse des cours d'eau en été), la raréfaction de la ressource en eau et de sa qualité, de la fragilité du littoral (infrastructure et biodiversité) face à la montée des eaux,...

AIR

- **Enjeu principal pour la qualité de l'air:** Priorité donnée à la réduction de la pollution de fond plutôt qu'aux seuls pics de pollutions
- La région est l'une des plus émettrices de SO₂, Nox et COV, conséquence d'une forte concentration industrielle et d'un fort taux d'urbanisation, qui entraîne indéniablement une augmentation de l'utilisation des transports
- Conditions climatiques propres à la région la rendent plus touchée par la pollution photochimique à l'ozone
- La région est responsable de 4 des 15 zones pour lesquelles la France a été assignée en justice par l'UE pour non respect des normes PM10
- **Enjeu secondaire:** limiter les effets sur le patrimoine naturel et bâti
- Fait l'objet de nombreux travaux scientifiques et de la création de plusieurs parcs, réservoirs et conservatoires ont été créés, 23% de la surface de la région est protégé

ENERGIE

- **Consommation primaire d'énergie = 7,8 Mtep (2009):** Le premier secteur consommateur est l'industrie (43 %) suivi du résidentiel/tertiaire (37 %), les transports (19 %) et l'agriculture (2 %); La région est largement dépendante des énergies fossiles, Les produits pétroliers sont les plus consommés (33 %) suivi par le gaz (22 %), l'électricité (20 %) le charbon (15 %) le bois ne contribuant qu'à 5 %
- **Production électricité renouvelable= 90 ktep (2009 - hydraulique, éolien, solaire):**
- La part des énergie renouvelable dans la production était de 17 % en 2008 (450ktep), soit une contribution de 5,4 % dans la consommation totale d'énergie Le développement des énergies renouvelables constitue un enjeu majeur pour la région et sa contribution aux objectifs nationaux. Cependant, hydroélectricité ne possède pas de potentiel important, tout comme la géothermie et le bois énergie. La méthanisation et l'éolien présentent les plus forts potentiels.

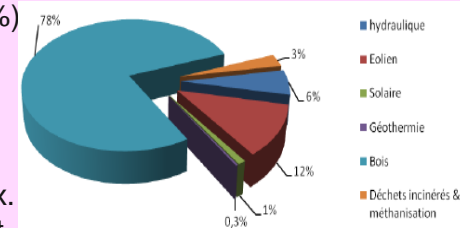


FIGURE 6 - RÉPARTITION DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES EN 2008 (SOURCE OREL 2007)

CLIMAT

- **Emissions de GES = 38,0 Mteq CO₂ (2000) c**
- Le secteur le plus émetteur est celui de l'industrie manufacturière, des déchets et de la construction (29 %), suivi de près par le secteur de l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie (27 %), par le secteur résidentiel/tertiaire (17 %), les transports (15 %), l'agriculture (12 %)
- **Vulnérabilité au changement climatique:**
- Hausse des températures attendue à l'horizon 2080: 3,6°C
- Conditions topographiques et l'occupation des sols modulent fortement le signal du changement climatique. Certains secteurs comme les parties montagneuses des Hautes Vosges sont concernés par une régression et une plus grande variabilité de l'enneigement et du potentiel de froid, et certains quartiers des grandes agglomérations sont plus sujets à un accroissement local de l'intensité des épisodes caniculaires.

AIR

- **Enjeu principal pour la qualité de l'air:** problématique persistante des particules fines et de l'ozone, dépassements occasionnels des valeurs règlementaires, notamment près des sites industriels. Proximité et intensité du trafic reste un enjeu important au regard des niveaux élevés en dioxyde d'azote et de benzène. Cependant, entre 2002 et 2006 (deux années de références pour la région), il a été observé une légère baisse ou une stagnation des émissions pour la plupart des substances suivies (baisse notamment dans les transports routiers, l'industrie, malheureusement compensée par une hausse des émissions des centrales thermiques de production d'énergie)
- **Enjeu secondaire:** territoire densément peuplé, organisés autour d'importantes infrastructure de transport favorisent la concentration en polluants atmosphériques

	France	Alsace	Ile de France	Champagne-Ardenne	Picardie	Haute Normandie	Centre	Basse Normandie	Bourgogne	Nord Pas de Calais	Lorraine	Franche-Comté
ENERGIE												
CONSOMMATION D'ENERGIE (2009 - ktep)	153843	5423	24304	4195	5363	5967	6366	3491	4205	11839	7849	3050
% consommation nationale	100%	4%	16%	3%	3%	4%	4%	2%	3%	8%	5%	2%
Combustibles minéraux et solides	3%	0%	0%	4%	1%	1%	1%	0%	1%	17%	15%	3%
Produits pétroliers	43%	35%	45%	39%	34%	39%	48%	51%	46%	29%	33%	43%
Gaz naturel	21%	35%	24%	23%	35%	27%	19%	16%	20%	24%	22%	17%
Electricité	23%	22%	24%	21%	21%	20%	23%	23%	23%	23%	20%	22%
Bois-énergie	5%	5%	1%	8%	5%	6%	6%	7%	6%	2%	5%	10%
Vapeur et chauffage urbain	2%	2%	4%	3%	3%	4%	1%	0%	1%	2%	3%	3%
Autres ENR	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	1%	0%
Combustibles spéciaux non renouvelables	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%
Biocarburants	2%	1%	1%	2%	1%	1%	2%	2%	2%	1%	1%	2%
Agriculture	2%	1%	0%	4%	4%	2%	4%	4%	4%	1%	2%	2%
Industrie	23%	36%	7%	31%	28%	45%	16%	14%	17%	46%	43%	23%
Transports	32%	24%	43%	27%	26%	23%	33%	35%	37%	20%	19%	30%
Résidentiel/Tertiaire	42%	39%	50%	38%	43%	30%	47%	47%	43%	33%	37%	45%

	France	Pays de la Loire	Bretagne	Poitou Charentes	Aquitaine	Midi-Pyrénées	Limousin	Rhône-Alpes	Auvergne	Languedoc-Roussillon	PACA	Corse
ENERGIE												
CONSOMMATION D'ENERGIE (2009 - ktep)	153843	8268	7106	4458	8385	5724	1823	15613	3181	4989	11543	701
% consommation nationale	100%	5%	5%	3%	5%	4%	1%	10%	2%	3%	8%	0%
Combustibles minéraux et solides	3%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	1%	11%	0%
Produits pétroliers	43%	50%	52%	49%	43%	46%	41%	43%	44%	50%	47%	51%
Gaz naturel	21%	18%	16%	18%	18%	16%	14%	21%	20%	14%	9%	0%
Electricité	23%	24%	24%	21%	22%	25%	20%	26%	23%	26%	26%	22%
Bois-énergie	5%	4%	5%	7%	12%	9%	19%	4%	10%	4%	4%	25%
Vapeur et chauffage urbain	2%	1%	1%	0%	2%	1%	2%	3%	1%	1%	2%	0%
Autres ENR	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Combustibles spéciaux non renouvelables	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%
Biocarburants	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Agriculture	2%	5%	9%	4%	3%	4%	4%	1%	4%	2%	1%	1%
Industrie	23%	15%	13%	16%	26%	14%	21%	22%	18%	11%	31%	1%
Transports	32%	36%	36%	36%	29%	38%	32%	31%	32%	41%	35%	38%
Résidentiel/Tertiaire	42%	45%	42%	43%	43%	44%	44%	46%	46%	47%	34%	61%

Source: IFPEN d'après statistiques EIDER

	France	Alsace	Ile de France	Champagne-Ardenne	Picardie	Haute Normandie	Centre	Basse Normandie	Bourgogne	Nord Pas de Calais	Lorraine	Franche-Comté
PRODUCTION D'ENERGIE PRIMAIRE (2009 - ktep)	109291	2910	4	8194	90	12334	18546	4312	8	9715	8848	53
% production nationale	100%	3%	0%	7%	0%	11%	17%	4%	0%	9%	8%	0%
Production énergie fossile	1660	7	0	73	0	0	40	0	0	0	32	0
Produits pétroliers	900	7	0	73	0	0	40	0	0	0	0	0
Gaz naturel	760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0
Production d'électricité primaire nette	107631	2903	4	8121	90	12334	18506	4312	8	9715	8816	53
dont nucléaire	101643	2259	0	8003	0	12306	18416	4287	0	9670	8727	0
dont hydraulique	5300	643	4	70	0	8	8	4	8	0	21	49
dont éolienne	674	0	0	48	90	20	82	21	0	45	68	4
dont photovoltaïque	14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Production primaire d'énergie thermique renouvelable	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dont solaire thermique	51	4	1	1	1	0	1	0	1	1	2	2
dont géothermie	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dnt valorisation des déchets urbains	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dont bois énergie	8094	247	338	347	253	374	368	249	270	284	365	310
<i>collectif et tertiaire</i>	177	9	2	3	2	1	6	13	9	3	12	13
<i>industrie</i>	1491	25	2	62	3	172	37	17	36	14	87	20
<i>chauffage des ménages</i>	6434	214	333	282	249	201	325	219	225	267	266	277

	France	Pays de la Loire	Bretagne	Poitou Charentes	Aquitaine	Midi-Pyrénées	Limousin	Rhône-Alpes	Auvergne	Languedoc-Roussillon	PACA	Corse
PRODUCTION D'ENERGIE PRIMAIRE (2009 - ktep)	109291	38	113	5185	6749	5997	137	24241	135	327	904	44
% production nationale	100%	0%	0%	5%	6%	5%	0%	22%	0%	0%	1%	0%
Production énergie fossile	1660	0	0	0	1054	47	0	0	0	0	0	0
Produits pétroliers	900	0	0	0	327	47	0	0	0	0	0	0
Gaz naturel	760	0	0	0	727	0	0	0	0	0	0	0
Production d'électricité primaire nette	107631	38	113	5185	5695	5950	137	24241	135	327	904	44
dont nucléaire	101643	0	0	5161	5550	5101	0	22099	0	64	0	0
dont hydraulique	5300	1	48	10	144	802	137	2110	117	182	893	41
dont éolienne	674	35	64	13	0	46	0	30	18	78	9	3
dont photovoltaïque	14	2	1	1	1	1	0	2	0	3	2	0
Production primaire d'énergie thermique renouvelable	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dont solaire thermique	51	3	2	2	2	3	1	9	2	4	2	0
dont géothermie	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dnt valorisation des déchets urbains	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
dont bois énergie	8094	333	369	322	999	510	349	689	305	211	426	176
<i>collectif et tertiaire</i>	177	4	7	12	4	5	11	42	7	5	7	0
<i>industrie</i>	1491	39	18	20	401	150	161	87	7	15	117	1
<i>chauffage des ménages</i>	6434	290	344	290	595	357	177	560	291	190	307	175

Source: IFPEN d'après statistiques EIDER

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Etat des lieux – AUTRES REGIONS

	France	Alsace	Ile de France	Champagne-Ardenne	Picardie	Haute Normandie	Centre	Basse Normandie	Bourgogne	Nord Pas de Calais	Lorraine	Franche-Comté
ENERGIE - INDUSTRIE (2009 - ktep)												
CONSOMMATION D'ENERGIE PAR L'INDUSTRIE	35060	1976	1590	1308	1480	2690	1030	477	704	5417	3367	699
% consommation industrielle nationale	100%	6%	5%	4%	4%	8%	3%	1%	2%	15%	10%	2%
Electricité	28%	24%	41%	25%	27%	18%	34%	39%	36%	25%	21%	37%
Produits pétroliers	11%	6%	3%	13%	9%	24%	9%	13%	8%	6%	9%	7%
Gaz naturel	35%	64%	50%	38%	49%	39%	47%	43%	42%	27%	26%	29%
Combustibles minéraux et solides	15%	0%	2%	12%	4%	2%	5%	0%	5%	37%	35%	13%
Combustibles spéciaux non renouvelables	1%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	1%	2%	2%	1%
Bois-énergie	5%	1%	0%	5%	0%	6%	4%	4%	5%	0%	3%	3%
Autres ENR	1%	0%	0%	0%	1%	2%	1%	1%	1%	0%	2%	1%
Achat de vapeur	5%	3%	3%	6%	9%	7%	1%	0%	2%	3%	4%	8%
CONSOMMATION D'ENERGIE PAR L'INDUSTRIE champ constaté	2818	48	48	141	129	280	88	59	54	310	134	52
% consommation industrielle nationale	100%	2%	2%	5%	5%	10%	3%	2%	2%	11%	5%	2%
Produits pétroliers	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Combustibles spéciaux non renouvelables	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bois-énergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Autres ENR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

	France	Pays de la Loire	Bretagne	Poitou Charentes	Aquitaine	Midi-Pyrénées	Limousin	Rhône-Alpes	Auvergne	Languedoc-Roussillon	PACA	Corse
ENERGIE - INDUSTRIE (2009 - ktep)												
CONSOMMATION D'ENERGIE PAR L'INDUSTRIE	35060	1243	920	721	2061	777	380	3503	586	540	3585	6
% consommation industrielle nationale	100%	4%	3%	2%	6%	2%	1%	10%	2%	2%	10%	0%
Electricité	28%	42%	43%	26%	23%	34%	21%	38%	38%	34%	21%	83%
Produits pétroliers	11%	12%	10%	21%	6%	11%	3%	10%	10%	13%	18%	17%
Gaz naturel	35%	35%	40%	32%	29%	29%	21%	38%	41%	30%	17%	0%
Combustibles minéraux et solides	15%	1%	2%	8%	2%	1%	3%	3%	6%	9%	35%	0%
Combustibles spéciaux non renouvelables	1%	1%	0%	4%	1%	1%	0%	2%	1%	6%	0%	0%
Bois-énergie	5%	3%	2%	3%	29%	19%	42%	2%	1%	3%	3%	0%
Autres ENR	1%	1%	0%	4%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	0%	0%
Achat de vapeur	5%	5%	3%	2%	9%	4%	8%	7%	2%	4%	5%	0%
CONSOMMATION D'ENERGIE PAR L'INDUSTRIE champ constaté	2818	145	88	146	130	83	10	292	58	70	452	1
% consommation industrielle nationale	100%	5%	3%	5%	5%	3%	0%	10%	2%	2%	16%	0%
Produits pétroliers	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Combustibles spéciaux non renouvelables	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bois-énergie	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Autres ENR	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Source: IFPEN d'après statistiques EIDER

	France	Alsace	Ile de France	Champagne-Ardenne	Picardie	Haute Normandie	Centre	Basse Normandie	Bourgogne	Nord Pas de Calais	Lorraine	Franche-Comté
ACTIVITE INDUSTRIELLE												
NOMBRE D'ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS (2011)	290925	8274	43336	7107	7178	6747	11565	6702	8312	12308	10212	6414
% activité nationale	100%	3%	15%	2%	2%	2%	4%	2%	3%	4%	4%	2%
dont:												
Industries extractives	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	3%	1%	2%	1%
Industries du papier et du carton	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	0%
Industries de l'imprimerie	6%	5%	10%	4%	5%	5%	5%	5%	5%	7%	4%	4%
Cokéfaction et raffinage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Industries chimiques et pharmaceutiques	2%	2%	3%	1%	3%	2%	2%	1%	1%	2%	1%	1%
Industries du caoutchouc et des plastiques	2%	2%	1%	2%	3%	3%	2%	2%	2%	2%	2%	3%
Métallurgie	8%	9%	6%	10%	12%	10%	10%	7%	9%	9%	8%	13%
Industrie automobile et transport	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	1%	1%	1%
Production/distribution d'électricité, de gaz et de chaleur	10%	11%	7%	12%	7%	5%	6%	8%	8%	6%	9%	5%
Production/distribution d'eau, assainissement et gestion des déchets	6%	8%	4%	10%	11%	9%	8%	9%	8%	8%	12%	7%
INVESTISSEMENTS POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (2010 - Meuros)	1596	74,1	232,6	42,7	52,8	101,1	60,2	35,6	36,7	109	79,6	23,3
% investissements nationaux	100%	5%	15%	3%	3%	6%	4%	2%	2%	7%	5%	1%
Spécifiques pour l'environnement	66%	74%	59%	75%	71%	72%	62%	60%	64%	69%	63%	68%
Pour l'environnement inclus dans les changements de procédés	15%	16%	12%	13%	13%	15%	17%	9%	11%	16%	24%	19%
Etudes pour la protection de l'environnement	19%	10%	30%	12%	16%	13%	21%	31%	25%	16%	13%	13%

	France	Pays de la Loire	Bretagne	Poitou Charentes	Aquitaine	Midi-Pyrénées	Limousin	Rhône-Alpes	Auvergne	Languedoc-Roussillon	PACA	Corse
ACTIVITE INDUSTRIELLE												
NOMBRE D'ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS (2011)	290925	16454	14175	9297	17278	17281	4407	34092	8002	14021	25762	2001
% activité nationale	100%	6%	5%	3%	6%	6%	2%	12%	3%	5%	9%	1%
dont:												
Industries extractives	2%	4%	2%	2%	2%	2%	2%	1%	2%	2%	1%	1%
Industries du papier et du carton	1%	1%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	0%
Industries de l'imprimerie	6%	5%	5%	5%	5%	4%	5%	6%	4%	5%	6%	4%
Cokéfaction et raffinage	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Industries chimiques et pharmaceutiques	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	2%	3%	1%
Industries du caoutchouc et des plastiques	2%	3%	2%	2%	1%	1%	1%	3%	3%	1%	1%	1%
Métallurgie	8%	9%	5%	6%	6%	6%	6%	12%	9%	5%	6%	5%
Industrie automobile et transport	1%	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Production/distribution d'électricité, de gaz et de chaleur	10%	10%	8%	12%	12%	23%	19%	6%	15%	18%	10%	11%
Production/distribution d'eau, assainissement et gestion des déchets	6%	6%	7%	7%	6%	6%	6%	6%	6%	5%	5%	6%
INVESTISSEMENTS POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT (2010 - M€)	1596	85,1	59,6	110,7	68,9	62,1	13,9	196,1	33,4	36,8	136,7	
% investissements nationaux	100%	5%	4%	7%	4%	4%	1%	12%	2%	2%	9%	
Spécifiques pour l'environnement	66%	62%	69%	40%	69%	73%	66%	61%	65%	68%	64%	
Pour l'environnement inclus dans les changements de procédés	15%	21%	18%	55%	12%	11%	12%	12%	22%	10%	16%	
Etudes pour la protection de l'environnement	19%	17%	13%	5%	19%	16%	22%	27%	13%	21%	20%	

Source: IFPEN d'après statistiques EIDER

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Etat des lieux – AUTRES REGIONS

	France	Pays de la Loire	Bretagne	Poitou Charentes	Aquitaine	Midi-Pyrénées	Limousin	Rhône-Alpes	Auvergne	Languedoc-Roussillon	PACA	Corse
EMISSIONS DE GES												
EMISSIONS TOTALES (2000 - Mt éq. CO2)	509658	26617	19194	15881	25848	20649	8714	46529	10815	16303	47697	3052
% émissions nationales	100%	5%	4%	3%	5%	4%	2%	9%	2%	3%	9%	1%
Résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel	23%	22%	29%	27%	24%	22%	21%	26%	28%	20%	14%	13%
Transports non routiers	2%	2%	6%	1%	3%	1%	1%	1%	2%	3%	2%	21%
Transports routiers	25%	23%	32%	27%	26%	29%	21%	29%	28%	39%	21%	27%
Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction	21%	14%	11%	21%	17%	19%	30%	22%	14%	18%	32%	1%
Extraction, transformation et distribution d'énergie	14%	22%	4%	2%	7%	4%	2%	8%	1%	3%	23%	20%
Agriculture, sylviculture et pêche	15%	15%	18%	21%	23%	23%	23%	14%	26%	16%	9%	17%
Autres émetteurs, sources biotiques et naturelles	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%	1%	0%	1%

	France	Alsace	Ile de France	Champagne-Ardenne	Picardie	Haute Normandie	Centre	Basse Normandie	Bourgogne	Nord Pas de Calais	Lorraine	Franche-Comté
EMISSIONS DE GES												
EMISSIONS TOTALES (2000 - Mt éq. CO2)	509658	15919	54146	14094	15936	28567	21153	10753	16416	42230	38033	11111
% émissions nationales	100%	3%	11%	3%	3%	6%	4%	2%	3%	8%	7%	2%
Résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel	23%	26%	35%	25%	24%	13%	28%	30%	26%	18%	17%	27%
Transports non routiers	2%	3%	1%	1%	1%	1%	1%	3%	1%	1%	1%	1%
Transports routiers	25%	23%	32%	26%	31%	13%	32%	30%	31%	16%	14%	23%
Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction	21%	25%	9%	24%	23%	20%	14%	14%	11%	37%	29%	21%
Extraction, transformation et distribution d'énergie	14%	9%	19%	2%	2%	44%	3%	1%	6%	20%	27%	2%
Agriculture, sylviculture et pêche	15%	14%	5%	21%	18%	9%	22%	21%	24%	9%	12%	26%
Autres émetteurs, sources biotiques et naturelles	1%	0%	0%	1%	1%	0%	1%	1%	1%	0%	0%	1%

● Potentiels de développement à l'horizon 2050:

- **Consommation d'énergie:**

- Mise en œuvre de l'ensemble des mesures prévues par le Grenelle de l'Environnement permettrait de **réduire la consommation d'énergie de 31 %** (scénario référence en rose), avec une baisse maximum de -60% pour le scénario volontariste (jaune)

- **Emissions de GES:**

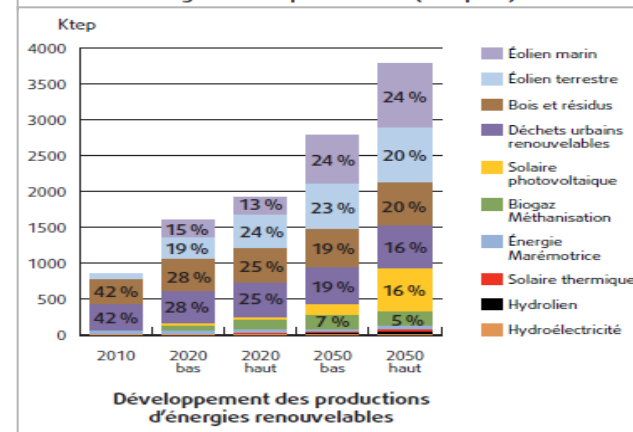
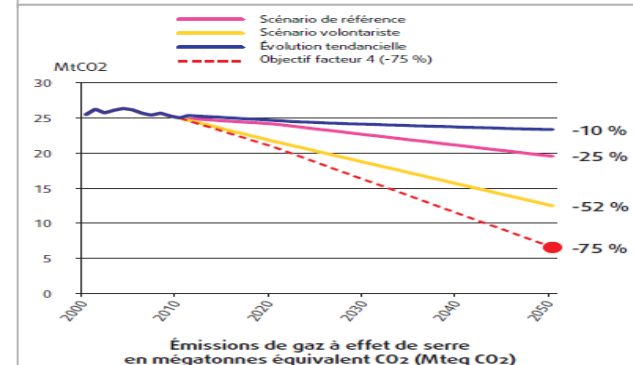
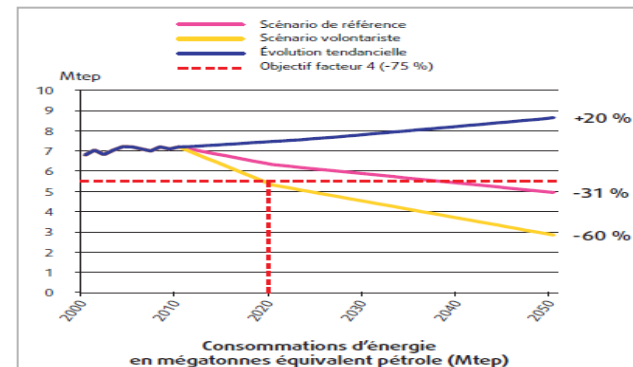
- Mise en œuvre de l'ensemble des mesures prévues par le Grenelle de l'Environnement permettrait de **réduire les émissions de GES de 25 %** (scénario référence en rose), avec une baisse maximum de -52 % pour le scénario volontariste (jaune)

- **Développement des EnR:**

- Repose en grande partie sur les gisements disponibles en fonction des technologies identifiées aujourd'hui. Les conditions technico-économiques futures, ainsi que l'acceptabilité sociale seront déterminantes en vue de la mise en œuvre de ces potentiels
- Ces gisements permettent d'identifier un potentiel de 3,8Mtep, principalement dans l'éolien terrestre et offshore, le bois-énergie, la valorisation des déchets, le photovoltaïque et la production de biogaz. Les potentiels identifiés permettraient de multiplier par 5 la part du renouvelable dans le mix énergétique breton à l'horizon 2050.

● Enjeux pour la réalisation de ces développements: Vers une transition énergétique bas-carbone en 2050

- Agir sur les consommations énergétiques des bâtiments, du transport et des activités économiques pour limiter la vulnérabilité de l'économie
- Réduire les émissions de GES du transport, de l'agriculture et du bâtiment pour atténuer l'impact des activités bretonnes sur le changement climatique
- Poursuivre et intensifier le développement des EnR en favorisant une meilleure intégration et la valorisation aux échelles locales et régionales
- Adapter l'agriculture au changement climatique (elle tient une place primordiale dans l'économie de la région)



Source: SRCAE Région Bretagne – Document de présentation

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs - BRETAGNE

BÂTIMENT

- ▶ Déployer la réhabilitation de l'habitat privé
- ▶ Poursuivre la réhabilitation performante et exemplaire du parc de logement social
- ▶ Accompagner la réhabilitation du parc tertiaire
- ▶ Généraliser l'intégration des énergies renouvelables dans les programmes de construction et de réhabilitation
- ▶ Développer les utilisations et les comportements vertueux des usagers dans les bâtiments

TRANSPORT DE PERSONNES

- ▶ Favoriser une mobilité durable par une action forte sur l'aménagement et l'urbanisme
- ▶ Développer et promouvoir les transports décarbonés et/ou alternatifs à la route
- ▶ Favoriser et accompagner les évolutions des comportements individuels vers les nouvelles mobilités
- ▶ Soutenir le développement des nouvelles technologies et des véhicules sobres

TRANSPORT DES MARCHANDISES

- ▶ Maîtriser les flux, organiser les trajets et développer le report modal vers des modes décarbonés
- ▶ Optimiser la gestion durable et diffuser l'innovation technologique au sein des entreprises des transports de marchandises

AGRICULTURE

- ▶ Diffuser la connaissance sur les émissions GES non énergétiques du secteur agricole
- ▶ Développer une approche globale climat air énergie dans les exploitations agricoles
- ▶ Adapter les systèmes et les pratiques agricoles au changement climatique

ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

- ▶ Intégrer l'efficacité énergétique dans la gestion des entreprises bretonnes (IAA, PME, TPE, exploitations agricoles...)
- ▶ Généraliser les investissements performants et soutenir l'innovation dans les entreprises industrielles et les exploitations agricoles
- ▶ Mobiliser le gisement des énergies fatales issues des activités industrielles et agricoles

ÉNERGIES RENOUVELABLES

- ▶ Mobiliser le potentiel éolien terrestre
- ▶ Mobiliser le potentiel éolien offshore
- ▶ Soutenir l'émergence et le développement des énergies marines
- ▶ Accompagner le développement de la production électrique photovoltaïque
- ▶ Favoriser la diffusion du solaire thermique

- ▶ Soutenir et organiser le développement des opérations de méthanisation
- ▶ Soutenir le déploiement du bois-énergie
- ▶ Développer les capacités d'intégration des productions d'énergies renouvelables dans le système énergétique

AMÉNAGEMENT URBANISME

- ▶ Engager la transition urbaine bas carbone
- ▶ Intégrer les thématiques climat air énergie dans les documents d'urbanisme et de planification

QUALITÉ DE L'AIR

- ▶ Améliorer la connaissance et la prise en compte de la qualité de l'air

ADAPTATION

- ▶ Décliner le Plan national d'adaptation au changement climatique et mettre en œuvre des mesures « sans regret » d'adaptation au changement climatique

GOUVERNANCE

- ▶ Améliorer et diffuser la connaissance sur le changement climatique et ses effets en Bretagne
- ▶ Développer la gouvernance pour favoriser la mise en œuvre du schéma
- ▶ Mettre en place un suivi dynamique du schéma

32 orientations stratégiques à décliner en actions:

SCRAE inclus 32 fiches orientation qui sont voulues comme cadre préfigurateur à une plan d'actions. Leur écriture ne se veut cependant pas directive, mais comme un appel aux acteurs concernés pour que ceux-ci puissent concevoir les propres contours de leurs plans d'actions, en disposant de la latitude de leur légitimité.

Chaque fiche est structurée comme suit :

- Des enjeux justifiant l'élaboration de l'orientation ;
- Une description des conditions de mise en œuvre (techniques, financières et organisationnelles) présentées comme des prérequis nécessaires à la mise en œuvre de l'orientation ;
- Des pistes de mise en œuvre, non exhaustives, mais qui constituent des indications possibles ;
- Des précautions lorsque la mise en œuvre d'une orientation visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre ou les consommations d'énergie peut potentiellement avoir des effets antagonistes sur la qualité de l'air ou la biodiversité.

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs des secteurs industriels- BRETAGNE

L'INDUSTRIE

L'évaluation des potentiels de réduction des consommations d'énergie et des émissions de GES dans l'industrie a été réalisée grâce à l'analyse de 3 paramètres :

- Les mesures organisationnelles au sein des entreprises visant à mieux maîtriser les dépenses liées à l'énergie (comptage, audits, reporting, achats, approche globale,...),
- L'investissement dans des solutions éprouvées d'amélioration de l'efficacité énergétique,
- Les mesures technologiques innovantes.

En l'absence d'étude régionale prospective, les hypothèses s'inspirent de plusieurs travaux et exercices nationaux (Centre d'analyse stratégique, Negawatt, ADEME, CEREN) et ont été développées à structure industrielle régionale constante.

Les Investissements en faveur de l'efficacité énergétique à l'horizon 2020

Une meilleure gestion de l'énergie

Les deux scénarios (référence et volontariste) reposent sur le constat que le management des IAA et des TPE, PME doit intégrer davantage la contrainte « énergie ». La réduction des consommations, l'efficacité énergétique ne sont pas encore bien perçues comme des facteurs stratégiques de la compétitivité. En Bretagne, la taille des entreprises n'a pas toujours permis l'intégration de compétences « énergie » et le suivi interne des consommations. Dans ce contexte, la gestion doit impulser de nouvelles pratiques : management, achats en interne, mais aussi recherche de mutualisation et de coopération interentreprises (logique écologie industrielle).

Le **scénario de référence** fait l'hypothèse de la poursuite des mesures existantes sans mobilisation plus forte des industriels, ce qui aboutit à une diminution des consommations d'énergie de 1% en 2020.

Le **scénario volontariste** retient l'hypothèse d'une implication plus forte des industriels dans la prise en compte des problématiques énergétiques. Les mesures visant à optimi-

ser les consommations d'énergie et en particulier la chasse au gaspillage « au quotidien » se développent et constituent une condition du maintien de la compétitivité des PME PMI. Dans ce contexte, la compétence « énergie » au sein des entreprises s'organise et se renforce avec la réalisation d'audits énergie, la mise en œuvre et le suivi de plan de comptage, la diffusion et la mise en place généralisée de Système de Management de l'Énergie (ISO 50001). Dans ce scénario volontariste, la diminution des consommations d'énergie est évaluée à 2% à l'horizon 2020.

L'investissement dans des solutions technologies performantes éprouvées

Les entreprises disposent dès aujourd'hui de la possibilité de réduire leurs consommations d'énergie en choisissant d'investir dans des technologies existantes parfaitement éprouvées : moteurs performants, variation électronique de vitesse, récupération de chaleur, échangeurs plus performants...

Les freins à l'investissement peuvent être économiques mais aussi liés à une mauvaise appréciation des enjeux énergétiques (management peu mobilisé).

Le **scénario de référence** poursuit la tendance actuelle avec notamment la mise en œuvre de la réglementation telle le changement de fluides moins émetteurs de GES (réglementation 2015) ou encore la montée en puissance des certificats d'économie d'énergie (CEE). La mobilisation des industriels n'est toutefois pas stimulée au-delà de l'application des nouveaux textes. Ces investissements permettent des gains de l'ordre de 4% à l'horizon 2020.

Le **scénario volontariste** suppose le développement de plusieurs types d'actions : un engagement important des industriels dans les certificats d'économie d'énergie (CEE), le développement de la récupération de chaleur fatale et des réseaux de chaleur sur sites industriels, la généralisation des équipements performants dans un contexte de réglementation renforcée. Grâce à ces technologies éprouvées, les gains pour les entreprises bretonnes en matière d'économie d'énergie sont ici les plus importants avec une baisse de la consommation de 8% pour 2020.

Les mesures technologiques innovantes

Dans le cadre du scénario de référence, les gains issus de ce type d'investissement (process moins énergivores, bâtiments industriels sobres, etc...) ne sont pas significatifs.

Dans le cadre du scénario volontariste, des évolutions peuvent être envisagées pour la diffusion des innovations grâce à une mobilisation des entreprises régionales et au soutien des pouvoirs publics. Parmi ces investissements qui apportent un gap supplémentaire en matière de réduction des consommations d'énergie, on trouvera notamment :

- Les projets de nouvelles installations industrielles performantes (matériaux et systèmes),
- Le développement de l'écologie industrielle : recherche de mutualisation de ressources et de synergie inter-entreprises à l'échelle de zones d'activités et territoires, mise en commun des potentiels de méthanisation, blanchisserie...
- Le transfert de technologies entre entreprises,
- Le développement de la production industrielle sobre,
- La généralisation de l'analyse globale des besoins des PME à l'échelle de territoires (ZA),
- La réduction des emballages et le développement du recyclage,
- Le développement des EnR dans l'industrie (ex : solaire thermique pour les besoins de chaleur basse et moyenne température).

Les gains à l'horizon 2020 sont de l'ordre de 1 à 2% des consommations d'énergie.

Les trajectoires à l'horizon 2050

Les analyses effectuées au niveau national (Centre d'analyse stratégique, ADEME...) font apparaître une diminution des consommations d'énergie de l'ordre de 40 % à l'horizon 2040-2050. L'industrie régionale a vocation à accompagner ce mouvement national.

Afin que le secteur industriel breton s'inscrive dans cette tendance, le renouvellement de l'appareil de production grâce aux technologies éprouvées sera déterminant et devrait permettre de réaliser la majorité des gains possibles de l'ordre de 30% (Tableau 18).

Des innovations seront également nécessaires pour atteindre l'objectif de 40% de diminution de la consommation de l'industrie bretonne :

- Des nouvelles installations industrielles performantes (énergie positive) ;
- Le développement d'une production industrielle sobre et de l'écologie industrielle ;
- La réduction des emballages et le développement du recyclage,
- La généralisation du recours aux solutions renouvelables dans l'industrie (ex : solaire thermique pour les besoins de chaleur basse et moyenne température).

	Scénario de référence		Scénario volontariste	
	horizon 2020	horizon 2050	horizon 2020	horizon 2050
Évolution de l'énergie finale par rapport à 2005	-5%	-15%	-12%	-40%
Gain en émission de GES par rapport à 2005	-5%	-15%	-12%	-40%

Tableau 18 : Synthèse des potentiels de réduction énergie-GES de l'industrie évalués pour les scénarios de référence et volontariste

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs - NORD-PAS DE CALAIS

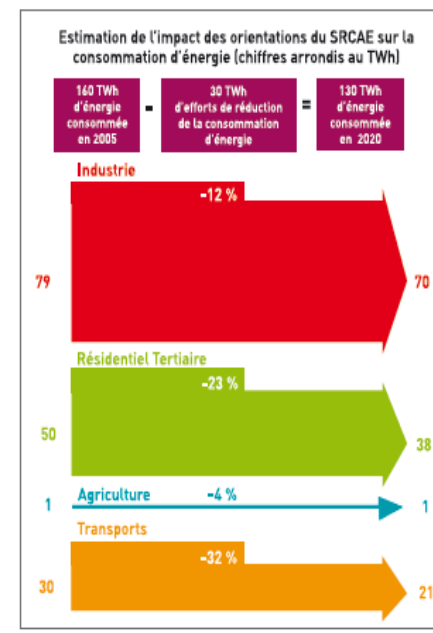
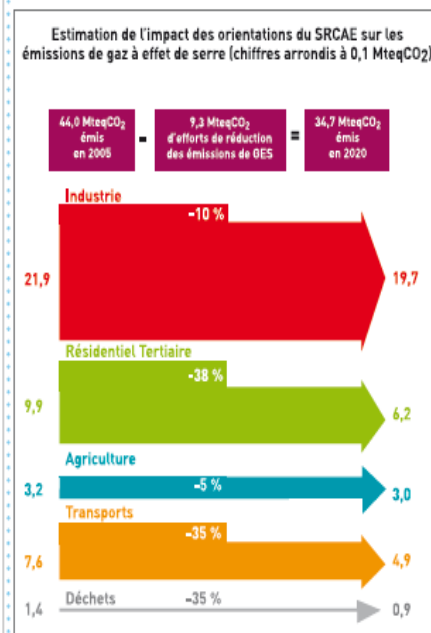
● Potentiels de développement à l'horizon 2020:

– **Consommation d'énergie et émissions de GES:**

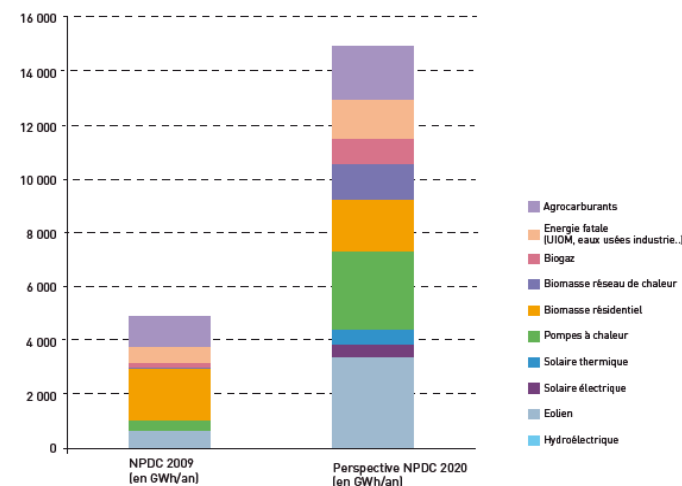
- Les orientations et objectifs issus du scénario « Objectifs Grenelle » du SRCAE permettent l'atteinte de l'objectif de 20% de réduction des consommations énergétiques et des émissions de GES à l'horizon 2020 (« 3x20 ») mais ils ne permettent pas d'atteindre la déclinaison régionale du « Facteur 4 » à l'horizon 2050. *La répartition des efforts dans ce scénario ne correspond pas au profil énergétique et d'émissions de CO₂ de la région.* Par exemple, si l'industrie (sidérurgie comprise) représente près de la moitié des consommations énergétiques et des émissions, ce secteur ne correspond qu'à un peu moins du tiers des efforts de réduction à l'horizon 2020. Inversement, le bâtiment représente 25 à 30% des consommations énergétiques et des émissions de GES en 2005, mais plus de 40% des efforts de réduction à l'horizon 2020 des émissions de GES.

– **Développement des EnR:**

- Pour contribuer à l'atteinte de la cible nationale de 23% d'EnR dans le mix énergétique national, les principaux efforts de la région sont portés par le *développement de l'éolien, l'installation de pompes à chaleurs aérothermiques Air/Eau, la production de biogaz issus de la méthanisation ainsi que par le développement des réseaux de chaleur.* L'amplification de l'incorporation des agro-carburants dans les véhicules y contribue aussi significativement.
- Le SRCAE de la région Nord-Pas de Calais vise un effort de développement des EnR supérieur à l'effort national en multipliant par 4 (au minimum) la part des EnR dans les consommations régionales à l'horizon 2020



Résultats de la mise en œuvre du scénario « Objectifs Grenelle » du SRCAE sur la production d'énergies renouvelables (Energies Demain - 2011)



Source: SRCAE Région Nord-Pas de Calais – L'essentiel

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs - NORD-PAS DE CALAIS

Orientations

Exemples d'objectifs associés à l'horizon 2020

Achever la réhabilitation thermique des logements antérieurs à 1975 d'ici 20 ans	Réhabiliter 50 000 logements par an en moyenne, en visant une réduction moyenne des besoins énergétiques de 60%
Densifier les centralités urbaines bien desservies par les transports en commun	Construire 20 000 logements et 450 000 m ² de locaux tertiaires dans les aires d'accessibilité aux gares
Mobiliser les gisements d'efficacité énergétique et amplifier la maîtrise des rejets atmosphériques dans l'industrie	Réduire de 40% les consommations d'énergie thermique pour les usages transverses Economiser 25% d'énergie à partir d'une amélioration des procédés
Réduire les apports minéraux azotés en lien avec les évolutions des pratiques agricoles (itinéraires techniques, évolution technologiques et variétales)	Réduire de 15% la totalité des apports azotés et substituer 10% des apports en intrants minéraux par des intrants organiques
Limiter l'usage de la voiture et ses impacts en promouvant de nouvelles pratiques de mobilités	Réaliser des expérimentations de zones d'action prioritaire pour la qualité de l'air ou de zones sans voiture dans quelques agglomérations de la région
Encourager l'usage des véhicules les moins émetteurs de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques	Réduire de 15% les émissions moyennes du parc roulant régional
Poursuivre et diffuser les démarches d'amélioration de l'efficacité énergétique et de sobriété carbone engagées par les transporteurs routiers	Améliorer de 15% les taux de charge des camions. Réduire de 18% la consommation unitaire des véhicules utilisés
Favoriser les alternatives au transport routier, en développant les capacités de multimodalités et les chaînes multimodales sur le territoire régional	Accroître la part modale du fret ferroviaire et fluvial pour qu'il atteigne 30% des parts modales totales
Freiner l'étalement urbain, en favorisant l'aménagement de la ville sur elle-même	Limiter à 500 ha/an l'extension de l'artificialisation des sols, et donc diviser par 3 la dynamique observée entre 1998 et 2005
Favoriser l'indépendance aux énergies fossiles en adoptant des technologies performantes (hors bois)	Ré-orienter les taux d'équipement des ménages et locaux tertiaires vers des modes de chauffage sobres en carbone
Atteindre les objectifs les plus ambitieux inscrits dans le schéma régional éolien	Atteindre 1346 MW de puissance installée sur le territoire régional
Favoriser le développement local des réseaux de chaleur et de froid privilégiant les énergies renouvelables et de récupération	Connecter 85 000 équivalents logements supplémentaires à des réseaux de chaleur renouvelable
Consommer mieux et moins grâce à des modes de consommation et de production repensés	Diminuer de 20% la part de l'empreinte carbone des ménages liée à l'alimentation
Élaborer et mettre en œuvre des stratégies d'aménagement et de gestion foncière adaptées à l'importance du risque de submersion marine	Réalisation d'études de caractérisation des aléas et prise en compte effective dans les documents de planification et stratégies d'aménagement

47 orientations stratégiques à décliner en actions:

Ces orientations ont été classées en cinq grandes catégories;

- **9 orientations transversales** liées à l'aménagement du territoire et aux modes de production et de consommation
- **22 orientations sectorielles** relatives au bâtiment, au transport et à la mobilité, à l'industrie, et à l'agriculture,
- **4 orientations spécifiques aux énergies renouvelables**, en complément des 4 orientations sectorielles qui intègrent leur développement,
- **4 orientations spécifiques** à l'amélioration de la **qualité de l'air** et à la réduction de ses impacts, en complément des orientations sectorielles qui intègrent la problématique des émissions de polluants atmosphériques,
- **8 orientations liées à l'adaptation** des territoires au changement climatique.

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs – RHONE-ALPES

● Potentiels de développement à l'horizon 2050:

– **La région atteint voire dépasse tous les objectifs nationaux en termes de climat et d'énergie à l'horizon 2020**

– Consommation d'énergie:

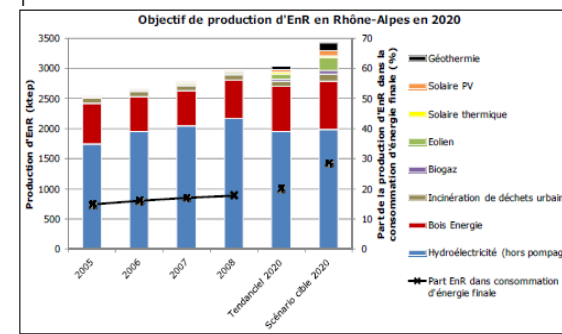
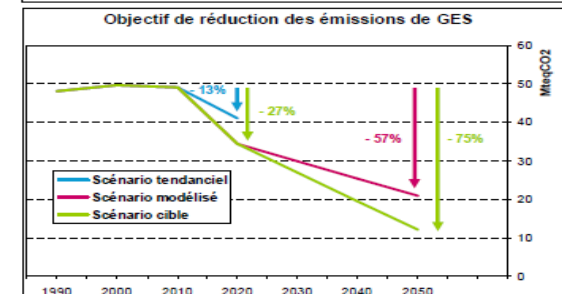
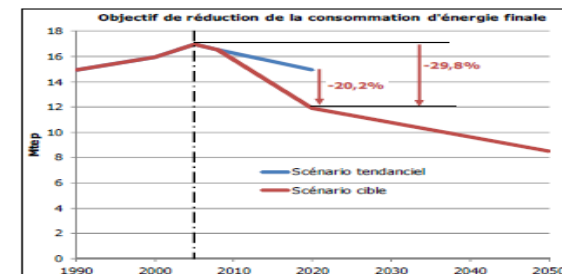
- L'objectif pour la région Rhône-Alpes est d'atteindre une réduction de 20 % de sa consommation d'énergie finale en 2020 par rapport au scénario tendanciel, soit près de 30 % d'économie d'énergie par rapport à 2005. En énergie primaire, cela permet à la région de participer à l'atteinte (19,5 %) de l'objectif européen de réduction de 20 % des consommations d'énergie primaire par rapport au scénario tendanciel.
- L'effort d'économie d'énergie à l'horizon 2020 par rapport à l'évolution tendancielle est surtout porté par le **secteur du bâtiment** (résidentiel/tertiaire) qui **représente près de la moitié des économies d'énergie**. Le reste de l'effort est partagé équitablement entre l'industrie (y compris traitement et élimination des déchets) et les transports.

– Emissions de GES:

- La région Rhône-Alpes participe amplement à l'atteinte de l'objectif national de réduction de 17 % des émissions de GES en 2020 par rapport à 1990 en dépassant cet objectif au niveau régional de plus de 50 %.
- Selon le scénario modélisé, la **réduction des émissions de GES à l'horizon 2050 devrait être de 57%**. Afin de diviser par 4 les émissions de 1990 en 2050, il est donc nécessaire d'envisager des efforts supplémentaires ainsi que des ruptures, non seulement technologiques mais aussi comportementales, organisationnelles, et sociétales, difficiles à appréhender dans une prospective à cette échéance.

– Développement des EnR:

- La région Rhône-Alpes, forte de son potentiel en énergie renouvelable, dépasse largement l'objectif national de 23 % d'énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale en 2020, en se fixant un objectif de 29 %. La production d'EnR atteint ainsi 3,4 Mtep en 2020, soit une augmentation de plus d'un tiers de la production de 2005.
- Toutes les EnR se développent entre 2005 et 2020. Cependant **l'effort porte plus particulièrement sur l'hydroélectricité et l'éolien**, représentant à elles deux la moitié de l'objectif de développement de la production renouvelable.



LES OBJECTIFS DU SRCAE RHÔNE-ALPES

Consommation d'énergie finale	-30% en 2020 par rapport à 2005	
	-20% en 2020 par rapport au scénario tendanciel	
Emissions de GES	-32% en 2020 par rapport à 2005	
	-28% en 2020 par rapport à 1990	
	-75% en 2050 par rapport à 1990	
Emissions de polluants atmosphériques	PM ₁₀	-25% en 2015 par rapport à 2007
		-39% en 2020 par rapport à 2007
	NOx	-38% en 2015 par rapport à 2007
		-54% en 2020 par rapport à 2007
Production d'EnR	29% de la consommation d'énergie finale en 2020	

Source: SRCAE Région Rhône-Alpes – Partie III

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs - PACA

Objectif régional 2020



-20%

Emission de GES

-20%

Consommation par habitant

20%

Part de renouvelables dans la consommation finale d'énergie

Objectif régional 2050



-75%

Emission de GES

-50%

Consommation totale d'énergie

67%

Part de renouvelables dans la consommation finale d'énergie

● Potentiels de développement à l'horizon 2050:

– **Consommation d'énergie:** Principaux objectifs sectoriel pour une meilleur efficacité énergétique:

- **Transport et urbanisme:** Doublement de la part modale des transport en commun d'ici 2030, les modes actifs (vélo marche) représentent 50 % des déplacements dans les centres urbains en 2030, l'augmentation de la population est principalement localisée dans les pôles déjà urbanisés, 8 % de véhicules électriques et hybrides en 2030, doublement des parts modales fer et fluvial pour le transport de marchandise
- **Bâtiments:** rythme de 50 000 logements totalement rénovés par an, remplacement de 25 % des systèmes de chauffage électrique et fioul d'ici 2025, réhabilitation de 3% des surfaces tertiaires par an
- **Industrie:** Mobilisation de 50% du potentiel d'efficacité énergétique estimé d'ici 2020 et 100% à 2030

– Emissions de GES:

- Les objectifs stratégiques »es du SRCAE aux horizons 2020 et 2030 traduisent la volonté de la région de s'inscrire dans une perspective de transition énergétique permettant d'atteindre le Facteur 4, voire plus en fonction des évolutions et ruptures technologique qui interviendront après 2030. L'atteinte de cet objectif résulte de la **combinaison de deux facteurs: un effort soutenu de maîtrise de la demande en énergie** (elle doit baisser de moitié entre 2007 et 2050), **un développement important des EnR** qui devront couvrir en 2050 les 2/3 de la consommation énergétique régionale.

– Développement des EnR:

- Aux actions de maîtrise de la demande en énergie s'ajoute un objectif ambitieux de **substitution par des énergies renouvelables des consommations d'énergie conventionnelles**. Le taux de couverture des énergies renouvelables, qui est aujourd'hui de 9 % de la consommation énergétique régionale, est porté à 20 % en 2020 et 30 % en 2030.
- Pour atteindre cet objectif, aucune filière ne doit être négligée. Les objectifs de développement des filières en puissance sont présentés ci-dessous, et mobilisent l'ensemble des filières renouvelables sur lesquelles un potentiel a été identifié et évalué, et en tenant compte des forts enjeux environnementaux et paysagers et des contraintes techniques nombreuses.

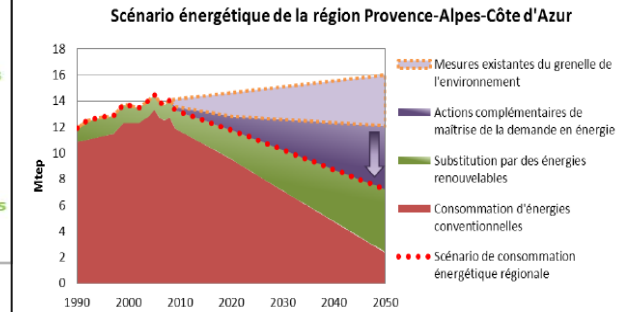


Figure 46 : Vision 2050 – Scénario de transition énergétique

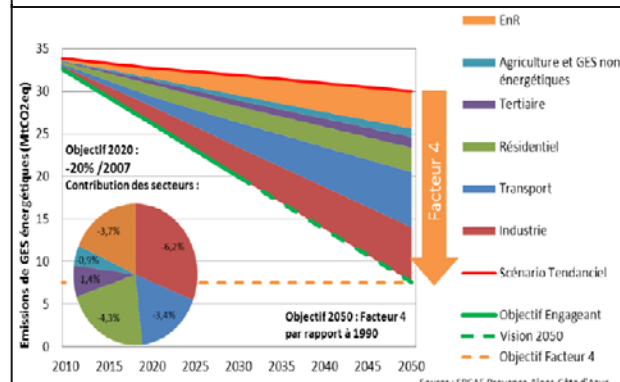
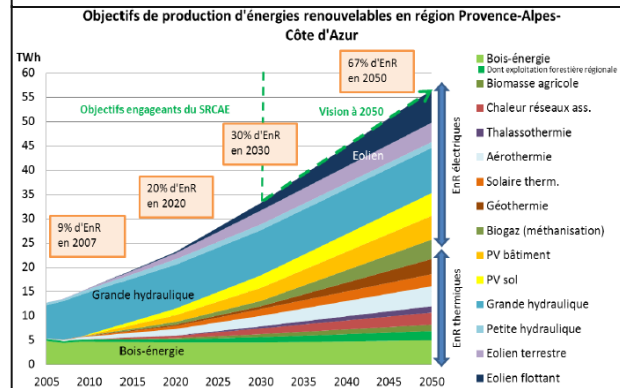


Figure 45 : Scénario facteur 4 à l'horizon 2050



• Les clés de réussite de la transition énergétique:

– Energies renouvelables

- Le développement des énergies renouvelables permettra de diminuer le contenu carbone de l'énergie consommée, et notamment de l'électricité. Le scénario de transition repose sur les clés de réussites suivantes :
 - **poursuite du développement des énergies renouvelables**, qui pourra notamment s'appuyer sur des technologies pas encore matures mais à fort potentiel de développement. C'est notamment le cas de l'éolien offshore flottant, filière qui peut permettre à la région de se positionner en leader pour profiter des opportunités industrielles et de création d'emploi sur le segment stratégique des énergies marines.
 - **développement de dispositifs de stockage de l'électricité** (incluant la méthanation, qui permet de transformer en méthane l'électricité renouvelable excédentaire) et développement des réseaux intelligents (smart grids), afin de pouvoir incorporer dans le mix énergétique une part importante d'énergies renouvelables électriques intermittentes et diffuses.
 - **utilisation plus intensive de l'accroissement de la forêt pour le bois énergie** (aujourd'hui seul 1/6 de l'accroissement naturel de la forêt est exploité)

– Innovation dans les transports

- Dans le secteur des transports, **l'évolution vers des motorisations alternatives** permettra de réduire fortement les émissions de GES du secteur. En particulier, les pistes prometteuses sont les véhicules électriques alimentés par des énergies renouvelables (éventuellement via des piles à combustibles hydrogène), et le développement des véhicules GNV alimentés par du biogaz produit à partir de déchets ou par du méthane produit par méthanation.

– Des évolutions structurelles et sociétales

- L'innovation devra également porter sur l'organisation même de la ville et de l'économie, et notamment sur :
 - un **urbanisme repensé** afin de limiter la demande de mobilité et favoriser l'usage des transports collectifs et des modes doux.
 - le **développement de l'économie circulaire** et la modification profonde des habitudes de consommation (recyclage et écologie industrielle, consommation plus locale, télétravail...)

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs - PACA

ORIENTATIONS		
Orientations transversales	T1 – Renforcer l'action des collectivités dans les domaines de l'énergie et du climat, au travers des démarches de plans climat-énergie territoriaux	
	T2 - Mobiliser les outils de l'urbanisme et de l'aménagement pour répondre aux enjeux climat, air, énergie dans les politiques d'aménagement du territoire	
	T3 – Améliorer les connaissances sur les sujets climat, air, énergie	
	T4 – Mobiliser les dispositifs de financement existants et promouvoir les dispositifs financiers innovants	
	T5 – Soutenir localement les filières économiques et industrielles en lien avec les objectifs du SRCAE	
	T6 – Encourager des modes de vie et de consommation plus sobres en énergie et respectueux de l'environnement	
	T7 – S'engager vers un objectif « zéro déchets » et vers une économie de la sobriété	
	T8 – Assurer la sécurisation électrique de l'est de la région	
	T9 – Développer un tourisme responsable et anticiper les effets du changement climatique sur ce secteur	
Orientations sectorielles	Transport et Urbanisme	T&U1 – Structurer la forme urbaine pour limiter les besoins de déplacements et favoriser l'utilisation des transports alternatifs à la voiture
		T&U2 – Développer un maillage adapté de transports en commun de qualité
		T&U3 – Favoriser le développement des modes de déplacement doux
		T&U4 – Encourager les pratiques de mobilité responsables
		T&U5 – Optimiser la logistique urbaine
		T&U6 – Réduire les impacts du transport des marchandises en termes de consommation d'énergie et d'émissions de GES et de polluants
		T&U7 – Favoriser le renouvellement du parc par des véhicules économes et peu émissifs
	Bâtiment	BAT1 – Porter une attention particulière à la qualité thermique et environnementale des constructions neuves
		BAT2 – Réhabiliter les bâtiments existants en ciblant en priorité les bâtiments les plus énergivores
		BAT3 – Lutter contre la précarité énergétique
		BAT4 – Favoriser le développement des compétences et la coordination des professionnels de la filière bâtiment
	Industrie et Artisanat	INDUS1 – Améliorer l'efficacité énergétique dans l'industrie
		INDUS2 – Anticiper et accompagner l'émergence et le déploiement de technologies industrielles innovantes et de rupture
		INDUS3 – Renforcer la sensibilisation et l'accompagnement technique, juridique et financier des TPE/PME/PMI
Agriculture et Forêt	AGRI1 – Adapter les filières agricoles pour faire face aux contraintes fortes exercées par le changement climatique, et favoriser les techniques moins émettrices de GES et de polluants	
	AGRI2 – Adapter les pratiques sylvicoles aux contraintes fortes exercées par le changement climatique, à la fois sur les volets atténuation et adaptation	
Orientations spécifiques	Energies renouvelables	ENR1 – Développer l'ensemble des énergies renouvelables et optimiser au maximum chaque filière, en conciliant la limitation des impacts environnementaux et paysagers et le développement de l'emploi local
		ENR2 – Développer la filière éolienne
		ENR3 – Développer les filières géothermie et thalassothermie
		ENR4 – Conforter la dynamique de développement de l'énergie solaire en privilégiant les installations sur toiture, le solaire thermique pour l'eau chaude sanitaire et le chauffage, ainsi que les centrales au sol en préservant les espaces naturels et agricoles
		ENR5 – Développer des réseaux de chaleur privilégiant les énergies renouvelables et de récupération
		ENR6 – Développer et améliorer les conditions d'utilisation du bois énergie dans l'habitat et le tertiaire
		ENR7 – Préserver et optimiser le productible hydroélectrique régional tout en prenant en compte les impacts environnementaux (milieux, populations, ...)
		ENR8 – Améliorer l'accompagnement des projets d'énergies renouvelables
	Qualité de l'air	AIR1 – Réduire les émissions de composés organiques volatils précurseurs de l'ozone afin de limiter le nombre et l'intensité des épisodes de pollution à l'ozone
		AIR2 – Améliorer les connaissances sur l'origine des phénomènes de pollution atmosphérique et l'efficacité des actions envisageables
		AIR3 – Se donner les moyens de faire respecter la réglementation vis-à-vis du brûlage à l'air libre
		AIR4 – Informer sur les moyens et les actions dont chacun dispose à son échelle pour réduire les émissions de polluants atmosphériques ou éviter une surexposition à des niveaux de concentrations trop importants
		AIR5 – Mettre en œuvre, aux échelles adaptées, des programmes d'actions dans les zones soumises à de forts risques de dépassements ou à des dépassements avérés des niveaux réglementaires de concentrations de polluants (particules fines, oxydes d'azote)
		AIR6 – Conduire, dans les agglomérations touchées par une qualité de l'air dégradée, une réflexion globale et systématique sur les possibilités de mise en œuvre des mesures du plan d'urgence de la qualité de l'air, prioritairement dans le domaine des transports
		AIR7 - Dans le cadre de l'implantation de nouveaux projets, mettre l'accent sur l'utilisation des Meilleures Techniques Disponibles et le suivi de Bonnes Pratiques environnementales, en particulier dans les zones sensibles d'un point de vue qualité de l'air
	Adaptation	ADAPT1 – Faire des choix de gestion foncière et d'aménagement anticipant l'accroissement des risques naturels et l'émergence de nouveaux risques, incluant les options de retrait stratégique dans les zones inondables et/ou soumises au risque de submersion marine
		ADAPT2 – Renforcer et développer localement une culture des risques naturels et relancer une culture de l'eau
		ADAPT3 – Evaluer et améliorer en continu les dispositifs régionaux et départementaux de veille, de surveillance, d'alerte et de gestion opérationnelle des risques sanitaires en lien avec le changement climatique
		ADAPT4 – Pour chaque bassin versant, prendre en compte les scénarios prospectifs d'évolution de la ressource et de la demande en eau dans l'élaboration et la révision des SDAGE et des SAGE et rechercher toutes les formes d'optimisation de la ressource et de la demande
		ADAPT5 – Rendre opérationnels l'ensemble des leviers de préservation de la biodiversité, et valoriser la biodiversité auprès des acteurs, pour renforcer la capacité d'adaptation des écosystèmes
		ADAPT6 – Promouvoir l'aménagement d'espaces urbains globalement adaptés au climat futur et limitant le recours à la climatisation, via des techniques architecturales et des aménagements urbains

● Potentiels de développement à l'horizon 2050:

- Consommation d'énergie:

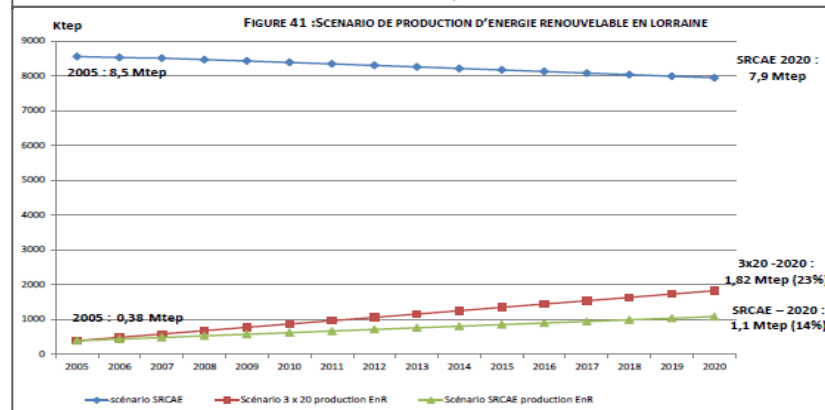
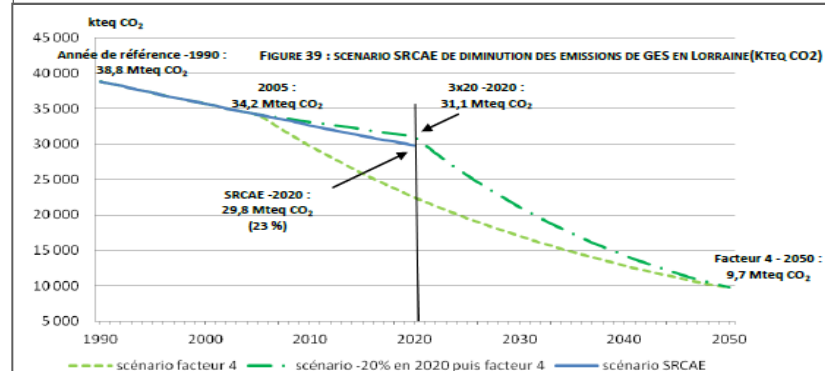
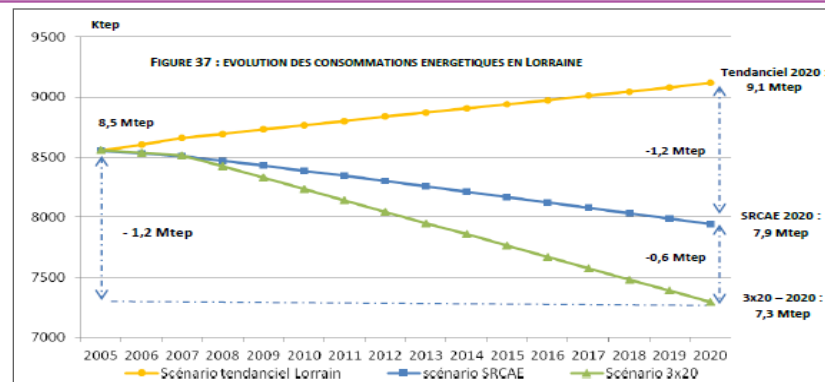
- Le scénario du Paquet Energie Climat (20 % de réduction de la consommation d'énergie par rapport au scénario tendanciel 2020, en vert) transposé à la Lorraine conduit à un objectif de consommation finale en 2020 de 7,3 Mtep (20 % de 9,1Mtep). Il s'agit donc de produire un effort soit de 1,8 Mtep d'économie d'énergie par rapport au scénario tendanciel (en jaune) soit de 1,2Mtep par rapport à la situation 2005. La région a par ailleurs établi un scénario médian et propre au SRCAE qui prend en compte une rénovation de 30% des logements sociaux et 20 % des autres logements en 2020 avec une cible de 104 kWhEP/m².

- Emissions de GES:

- Afin de répondre aux objectifs nationaux du « 3x20 » en 2020 et « Facteur 4 » en 2050, la région s'est fixé comme minima à atteindre 31,,1 MteqCO₂ en 2020 et 9,7 MteqCO₂ en 2050. En 2020, par rapport au scénario tendanciel, l'effort à réaliser pour atteindre la trajectoire « 3 x20 » est de 4,4 MteqCO₂, alors que l'effort par rapport aux émissions 2005 est de 3,2 MteqCO₂
- Le scénario SRCAE défini aboutit, avec des émissions 2020 à 29,8 MteqCO₂ à une diminution de 9 MteqCO₂ par rapport à 1990. Cette diminution, représentant une réduction de 23%, est supérieure à celle nécessaire pour l'atteinte de l'objectif des « 3 x 20 » mais inférieure pour l'atteinte du facteur 4.

- Développement des EnR:

- Le total de production d'énergie d'origine renouvelable est de 12,96TWh (1,1 Mtep), atteignant 14 % de la consommation en énergie finale à l'horizon 2020 dans le cadre du scénario SRCAE. La contribution de chaque source d'énergie renouvelable à la production globale figure dans le tableau suivant. Le tableau suivant fait apparaître également à titre indicatif le niveau de contribution de chaque énergie renouvelable pour atteindre l'objectif de 23 % d'EnR dans la consommation d'énergie finale en 2020.



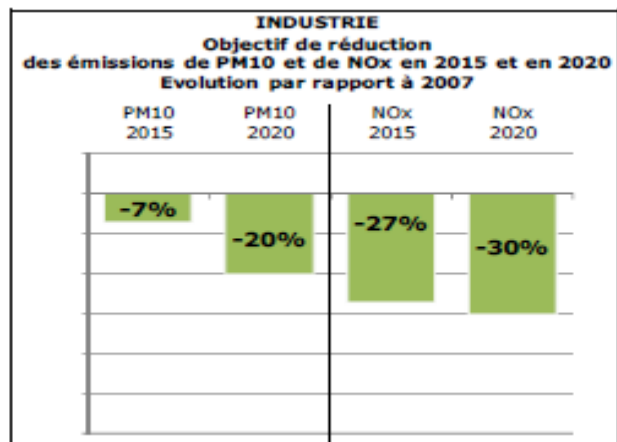
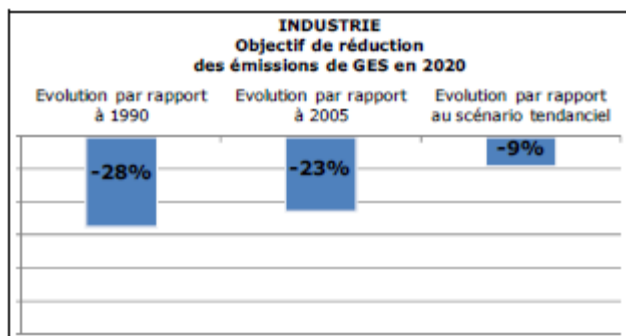
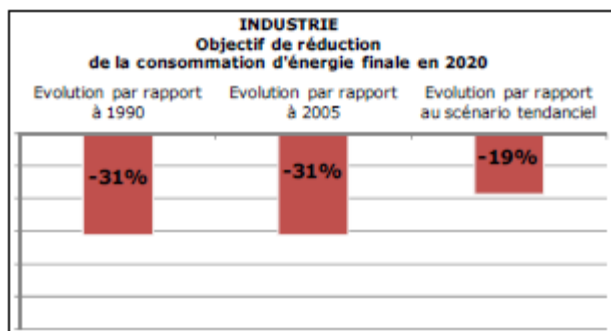
Source: SRCAE Région Lorraine

Les orientations stratégiques de la région Lorraine

<p>Priorité 1 : consommer moins</p> <p>pour réduire les consommations énergétiques et les émissions de GES, un des leviers du SRCAE est d'encourager les acteurs à moins consommer.</p>	Enjeu 1.1 : Faire évoluer les comportements	Orientation 1.1.1 : Inciter aux comportements écologiques – consommer mieux
	Enjeu 1.2 : Améliorer l'isolation des bâtiments	Orientation 1.2.1 : Rénovation et amélioration de l'isolation thermique des bâtiments tertiaires (privés et publics), agricoles et industriels
		Orientation 1.2.2 : Rénovation et amélioration de l'isolation thermique des bâtiments résidentiels
Enjeu 1.3 : Faire évoluer les pratiques de déplacement	Orientation 1.3.1 : Transfert modal et optimisation de l'usage de la voiture individuelle	
<p>Priorité 2 : produire mieux</p> <p>les changements comportementaux, qui font l'objet d'orientations en priorité 1, doivent être accompagnés d'actions d'amélioration de la performance énergétique de l'appareil productif, des bâtiments etc. tout en améliorant la qualité de l'air. Cette complémentarité entre les comportements individuels et la production doit être affirmée pour atteindre les objectifs du SRCAE.</p>	Enjeu 2.1 : Augmenter la part des EnR dans le mix énergétique	Orientation 2.1.1 : Energies renouvelables électriques et/ou thermiques - Bois/biomasse
		Orientation 2.1.2 : Energies renouvelables thermiques - Géothermie et pompes à chaleur
		Orientation 2.1.3 : Energies renouvelables thermiques - Solaire thermique
		Orientation 2.1.4 : Energies renouvelables électriques - Solaire photovoltaïque
		Orientation 2.1.5 : Energies renouvelables électriques - Eolien
		Orientation 2.1.6 : Energies renouvelables électriques - Hydroélectricité
		Orientation 2.1.7 : Energies renouvelables thermiques - Valorisation des déchets
		Orientation 2.1.8 : Energies renouvelables électriques et/ou thermiques - Méthanisation
		Orientation 2.1.9 : Biocarburants
	Enjeu 2.2 : Améliorer la performance des systèmes de chauffage ou de rafraîchissement	Orientation 2.2.1 : Amélioration des systèmes de chauffage et d'usage d'électricité spécifique des bâtiments tertiaires
	Enjeu 2.3 : Améliorer la performance énergétique et l'efficacité des process agricoles et industriels	Orientation 2.2.2 : Renouvellement des systèmes de chauffage classique par des procédés nouvelle génération dans le résidentiel
		Orientation 2.3.1 : Améliorer les procédés industriels
	Enjeu 2.4 : Améliorer la qualité de l'air	Orientation 2.3.2 : Améliorer les procédés agricoles
Orientation 2.4.1 : Renforcer l'évaluation de la qualité de l'air		
<p>Priorité 3 : s'adapter au changement climatique</p> <p>Anticiper les évolutions climatiques et modifier nos comportements et notre mode de vie n'est pas suffisant pour répondre aux enjeux actuels. Il est en effet indispensable de réfléchir aux moyens à mettre en œuvre pour s'adapter à ces changements</p>	Enjeu 3.1 : Construire et aménager durablement	Orientation 3.1.1 : Encourager la densification et rationaliser la gestion de l'espace
	Enjeu 3.2 : Préserver les ressources naturelles	Orientation 3.2.1 : Gérer durablement les ressources en eau
		Orientation 3.2.2 : Préserver la biodiversité
Enjeu 3.3 : Anticiper et gérer	Orientation 3.3.1 : Intégrer la culture du risque face au changement climatique	

- Enjeux du secteur industriel lorrain:

- **L'industrie est une composante essentielle de l'économie régionale, mais elle reste un secteur à redynamiser (secteurs dominants: sidérurgie et métallurgie). Les enjeux de ce secteur résident dans :**
- **La diminution des usages énergétiques transversaux :**
 - En effet, une grande partie des consommations énergétiques du secteur industriel est liée à un ensemble d'usages transversaux, c'est-à-dire liés à l'utilisation et au fonctionnement des bâtiments : chauffage des locaux, éclairage, ventilation, refroidissement, déplacement des salariés.
 - Ces consommations sont variables suivant les branches industrielles considérées, mais elles représentent un potentiel d'économie d'énergie important avec des temps de retour sur investissement assez faibles.
 - A ce titre, la mobilisation de ces économies est un enjeu prioritaire. Leur mobilisation peut se faire *de facto* dans une dynamique de hausse importante du coût des énergies, mais peut aussi être impulsée par des actions d'accompagnement et d'incitation.
- **L'amélioration des procédés et la recherche de meilleures techniques disponibles**
 - L'essentiel des consommations énergétiques du secteur industriel est lié aux procédés utilisés. Des économies d'énergies, une atténuation des émissions de CO₂ et une réduction des émissions de polluants ambitieuses peuvent être réalisées grâce à des interventions sur ces postes énergétiques et améliorer d'autant la compétitivité des entreprises.
 - Cependant, celles-ci nécessitent des investissements lourds pour les industries concernées et ne peuvent intervenir que lors de la fin de vie des procédés en place. Il s'agit alors d'identifier les meilleures techniques disponibles permettant de répondre aux besoins avec une meilleure performance énergétique.
 - Ces objectifs de réduction des consommations énergétiques devront être atteints tout en maintenant une activité industrielle constante voire croissante dans le secteur des éco-industries et des filières vertes.



• Quels moyens pour y parvenir:

- **Une diminution des émissions de poussières du secteur des carrières et du BTP :**
 - Les facteurs d'émissions de poussières des chantiers/BTP et des carrières diminuent (respectivement d'au moins 10% des émissions émises par habitant et de 5% par tonnes extraites par rapport au niveau actuel).
- **Une accentuation de l'amélioration de l'intensité énergétique :**
 - Il s'agit de tripler le gain linéaire moyen du scénario tendanciel par rapport à 2005. L'effort est encore plus accentué après 2020 pour arriver à décupler le rythme actuel à l'horizon 2050.
- **Une pénétration des EnR dans le mix énergétique**
 - La part des EnR dans le mix énergétique est quadruplée en 2020 par rapport à aujourd'hui principalement sous forme de **bois et de réseaux de chaleur** au détriment du charbon et des produits pétroliers. A un horizon plus lointain, la consommation de combustibles fossiles diminue fortement avec une **disparition totale des consommations de charbon et de produits pétroliers** au profit des EnR et de la chaleur en réseaux. La part des EnR (bois énergie) dans le mix énergétique industriel atteint ainsi pratiquement **40% du mix énergétique industriel** à l'horizon 2050.
- **Une pénétration des EnR dans les réseaux de chaleur**
 - La part des EnR dans les réseaux de chaleur double pratiquement à l'horizon 2020 pour devenir majoritaire. A l'horizon 2050, les EnR représentent **85% de l'alimentation des réseaux**.

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs des secteurs industriels - PACA

» Résultats des scénarios pour l'industrie

► Scénario global

Le scénario engageant permet une diminution de la consommation d'énergie de l'industrie de **24% à l'horizon 2030** par rapport à 2007, soit **3,6 millions de tonnes de CO₂ économisées**.

Tableau 14 : Synthèse des scénarios industrie

Synthèse des scénarios industrie				Gains		
ktep / ktCO2		2007	2020	2030	2020	2030
Energie	tendanciel	5480	5410	5356	-71	-125
	engageant	5480	4888	4295	-593	-1185
GES	tendanciel	15293	15096	14945	-198	-348
	engageant	15293	13274	11641	-2020	-3653

Evolution des consommations d'énergie et des émissions de GES de l'industrie selon les scénarios

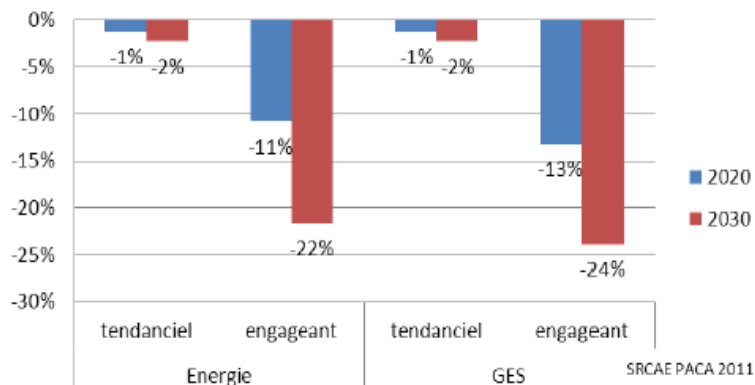


Figure 18 : Synthèse des scénarios industrie

Les consommations d'énergie de l'industrie sont marquées par la part importante du charbon, liée à la sidérurgie. Le scénario met essentiellement en évidence la diminution de la part des produits pétroliers.

Evolution des consommations d'énergie finale de l'industrie par source d'énergie selon le scénario engageant

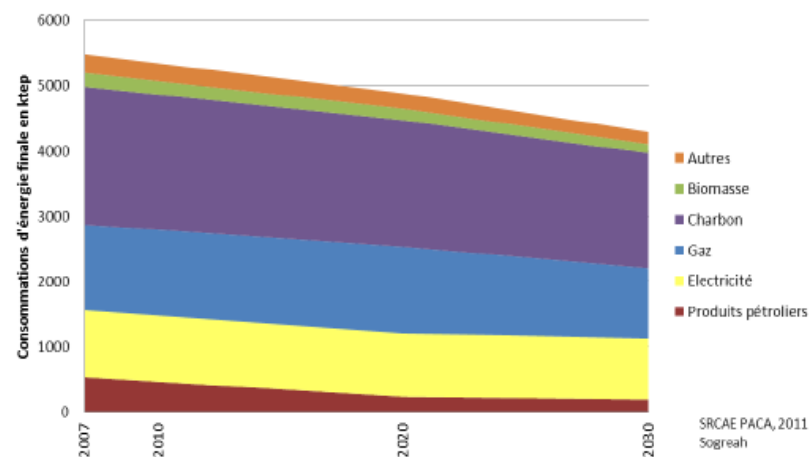


Figure 19 : Evolution des consommations de l'industrie par source d'énergie selon le scénario engageant (Source : Artelia, ex-Sogreah)

► Conclusion

Le scénario d'évolution des consommations d'énergie et émissions de gaz à effet de serre nécessite d'être affiné, au regard du poids de l'industrie dans les consommations régionales (environ 40% des consommations finales, sans tenir compte du raffinage et de la production d'électricité).

Panorama Air, Energie, Climat et Industrie

Objectifs des secteurs industriels - PACA

» Synthèse des scénarios pour l'industrie

L'évolution des consommations et des émissions des GES de l'industrie est difficilement prévisible :

- L'activité industrielle peut fortement évoluer à moyen terme. Les deux scénarios font l'hypothèse d'une production industrielle régionale constante et d'une répartition par activité industrielle identique à celle d'aujourd'hui.
- Une majorité des industries régionales est soumises à quotas, mais il est difficile d'affirmer que cela se traduira par une diminution des GES à hauteur des exigences européennes (-1,74% par an) ou par une pression financière accrue sur l'industrie (achat de quotas).
- Des évolutions technologiques, voire des ruptures technologiques (acier à l'hydrogène, stockage et valorisation du CO₂) peuvent intervenir à moyen et long terme, et ne sont pas intégrées aux scénarios.
- Enfin, les données disponibles au niveau régional ne permettent pas d'appliquer des hypothèses fines par secteur et par usage (par exemple en appliquant les ratios de potentiels d'économie d'énergie dans l'industrie évalués par le CEREN).

Par conséquent, le scénario d'évolution des consommations du secteur industriel est à considérer avec précaution. L'amélioration de la connaissance des consommations d'énergie de l'industrie fait d'ailleurs partie des orientations du Schéma.

Leviers	Scénario tendanciel	Scénario engageant
Amélioration de l'efficacité énergétique de l'industrie	Amélioration de l'efficacité énergétique de l'industrie de 0,1% par an. Pas de modification des énergies utilisées	Mobilisation de 50% des potentiels estimés en 2020, et de 100% des potentiels en 2030. Transfert des produits pétroliers vers le gaz naturel pour les chaudières industrielles. Les principales hypothèses des potentiels sont les suivantes : <ul style="list-style-type: none"> - Gain de 35% sur les chaudières - Gain de 6% sur les moteurs - Gain de 18% dans l'industrie de la construction (ciment, chaux, tuiles...) - Gain de 13% dans la sidérurgie et la fonderie - Gain de 10% pour les autres usages

À noter : Le développement des énergies renouvelables dans l'industrie, en particulier l'augmentation de la part biomasse dans les chaudières industrielles, est prise en compte dans le scénario de développement des énergies renouvelables.

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Volet 2

Analyse du potentiel d'évolutions technologiques
et des gains énergétiques

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

I – Le tissu industriel français

- Panorama industriel et énergétique
- Les principales filières industrielles

II – Amélioration des performances des technologies et potentiel de gains

- Composants et sous-systèmes des procédés industriels
- Potentiel de réduction de la consommation énergétique du secteur

III – Récupération et valorisation des énergies fatales – Cartographie des technologies et compétences (Avenium)

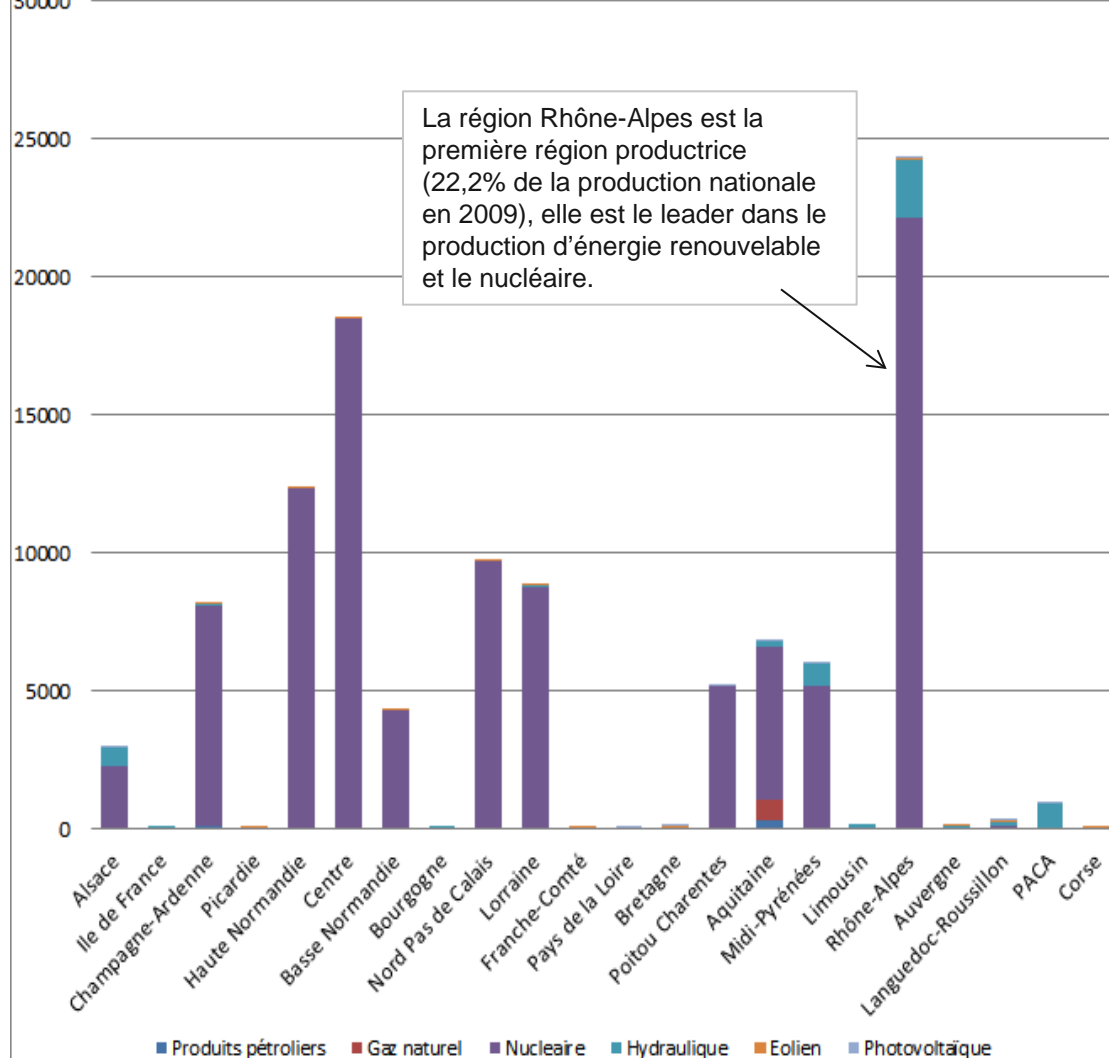
- Les principales tendances mondiales
- Les principales tendances européennes
- Les principales tendances en France
- Focus par segment technologique
- Détection des technologies émergentes et d'intérêt : pistes de réflexion
- Focus sur les politiques et programmes d'aides à l'industrie au Japon

a. Panorama industriel et énergétique des régions françaises

b. Les principales filières industrielles

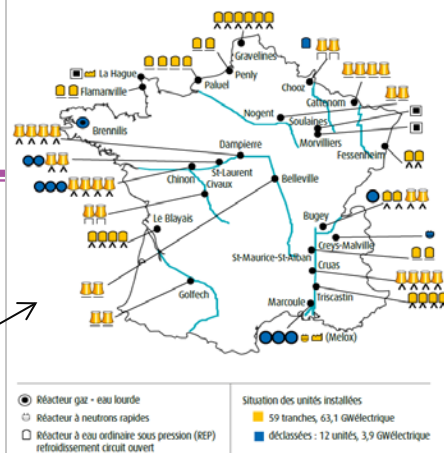
Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Production d'énergie primaire (2009 -ktep)
(énergie fossile et électricité primaire nette)



La région Rhône-Alpes est la première région productrice (22,2% de la production nationale en 2009), elle est le leader dans le production d'énergie renouvelable et le nucléaire.

Nucléaire: production fidèle à l'implantation des centrales. Sites nucléaires en France au 1^{er} janvier 2012



Pétrole: au 1^{er} janvier 2013 les réserves de brut (11,5 Mt) et d'hydrocarbures extraits du gaz naturel (0,2 mt) (IDF et Aquitaine) représentent 13 ans d'exploitation au rythme actuel et moins de deux mois de la consommation nationale. La production représente 1,1 % de la consommation nationale de pétrole.

Gaz: en 2011, la dépendance du pays est presque totale (98,6 % du gaz consommé est importé) en raison de la forte croissance de la demande et du déclin continu de la production nationale (-20 % en 2011) (gisement de Lacq)

Charbon: alors que la production culminait à 60 Mt en 1958, celle-ci était en dessous des 10Mt en 1994. Les mines françaises n'étant plus compétitives, les pouvoirs publics mettent en place un programme d'arrêt progressif de l'extraction charbonnière. Avec la fermeture du dernier puits lorrain en 2004, la production se limite aux produits de la récupération issus des terrils du Nord-Pas de Calais et des schlamms lorrains valorisés dans certaines centrales thermiques.

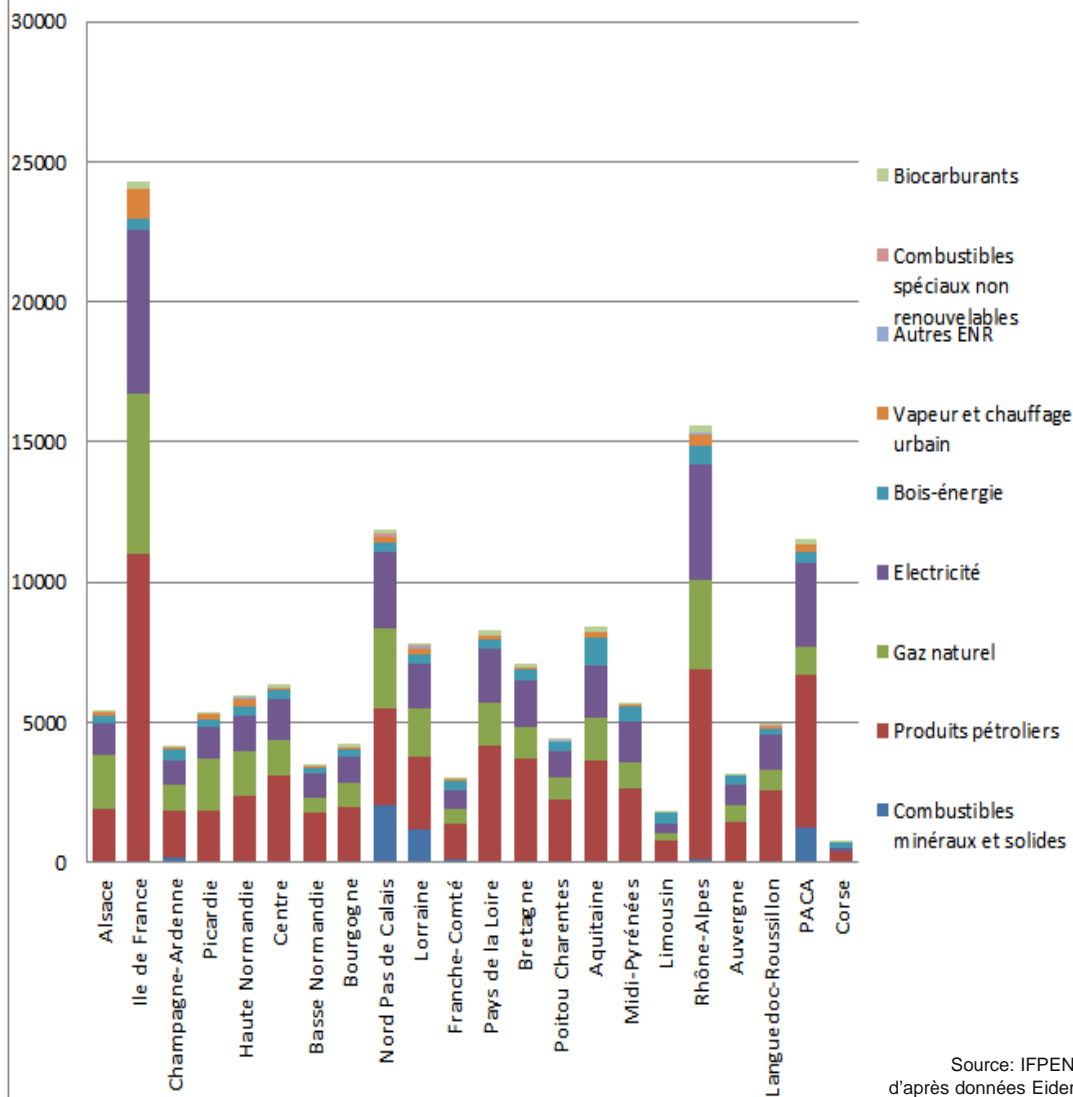
EnR: le pays est riche en ressources énergétiques renouvelables (notamment première forêt d'Europe occidentale, un fort potentiel hydraulique, éolien et géothermique) et se place à la 2^{ème} position européenne des consommateurs d'EnR (derrière l'Allemagne). La production d'EnR primaires (électriques et thermiques) s'élevait à 14 % de la production énergétique nationale en 2011.

Source: IFPEN d'après données Eider

Source: Chiffres clés de l'énergie – Décembre 2012

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Consommation d'énergie par source (2009 -ktep)



Electricité: entre 1973 et 2011, la consommation intérieure s'est développée deux fois plus vite que l'ensemble de la consommation d'énergie, et a triplé. La mise en place du programme électronucléaire depuis 1974 a permis une substitution massive de l'énergie nucléaire aux combustibles fossiles pour la production d'électricité.

Pétrole: entre 1973 et 1985, d'autres énergies se substituent massivement au pétrole pour la production d'électricité (notamment nucléaire). Voyant sa part divisée par deux sur cette période dans l'industrie et le résidentiel/tertiaire, la demande reste cependant en croissance régulière dans le secteur des transports, de sorte que ce dernier représente, en 2011, 70 % de la consommation finale de pétrole. Cette tendance se retrouve dans les régions où le réseau de transport est dense, notamment IDF, Rhône-Alpes et PACA

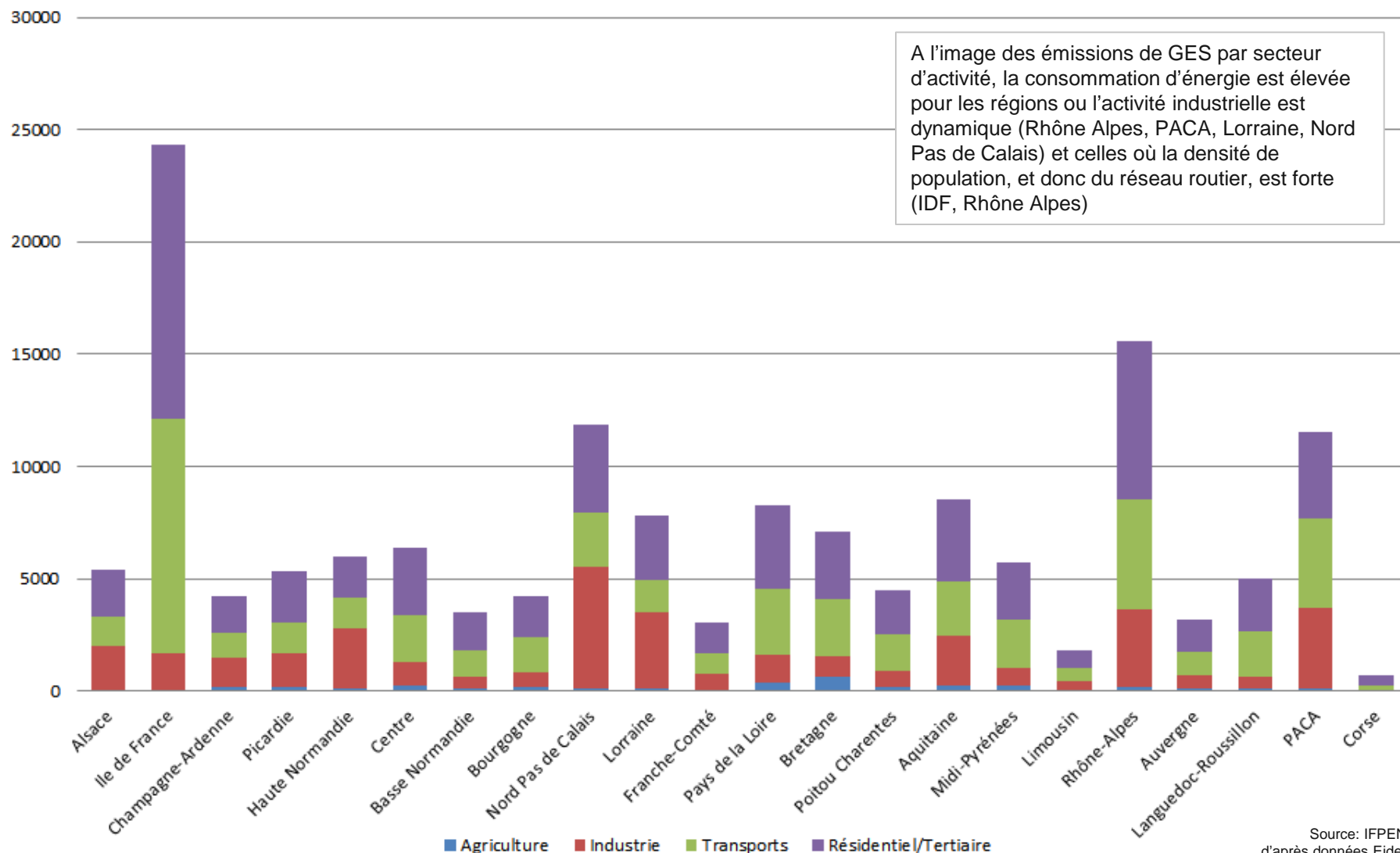
Gaz: en 2011, le gaz représente 30% de la consommation finale d'énergie de l'industrie et 32% de celle du résidentiel/tertiaire. Il occupe dans ce dernier secteur une part moins importante en Fr que dans la plupart des autres pays de l'UE, puisque le développement du gaz sur le marché national s'est heurté à la concurrence croissante du chauffage électrique. La tendance est à la stabilisation depuis 2002.

Charbon: la consommation a connu un déclin important depuis 1960. La sidérurgie (qui a connu de profondes restructurations) a réduit de moitié sa consommation depuis le début des années 1970. L'activité des centrales électriques au charbon diminue d'année en année du fait des contraintes environnementales avec une consommation désormais marginale. Consommation forte en Lorraine, Nord-Pas de Calais et PACA, régions sidérurgiques.

EnR: la part réelle d'électricité d'origine renouvelable s'élevait à 13 % en 2011 (métropole + DOM). Il est à noter que la production d'énergie à partir des déchets urbains est comptabilisée pour moitié comme renouvelable, en conformité avec les règles européennes.

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Consommation d'énergie par secteur (2009 - ktep)

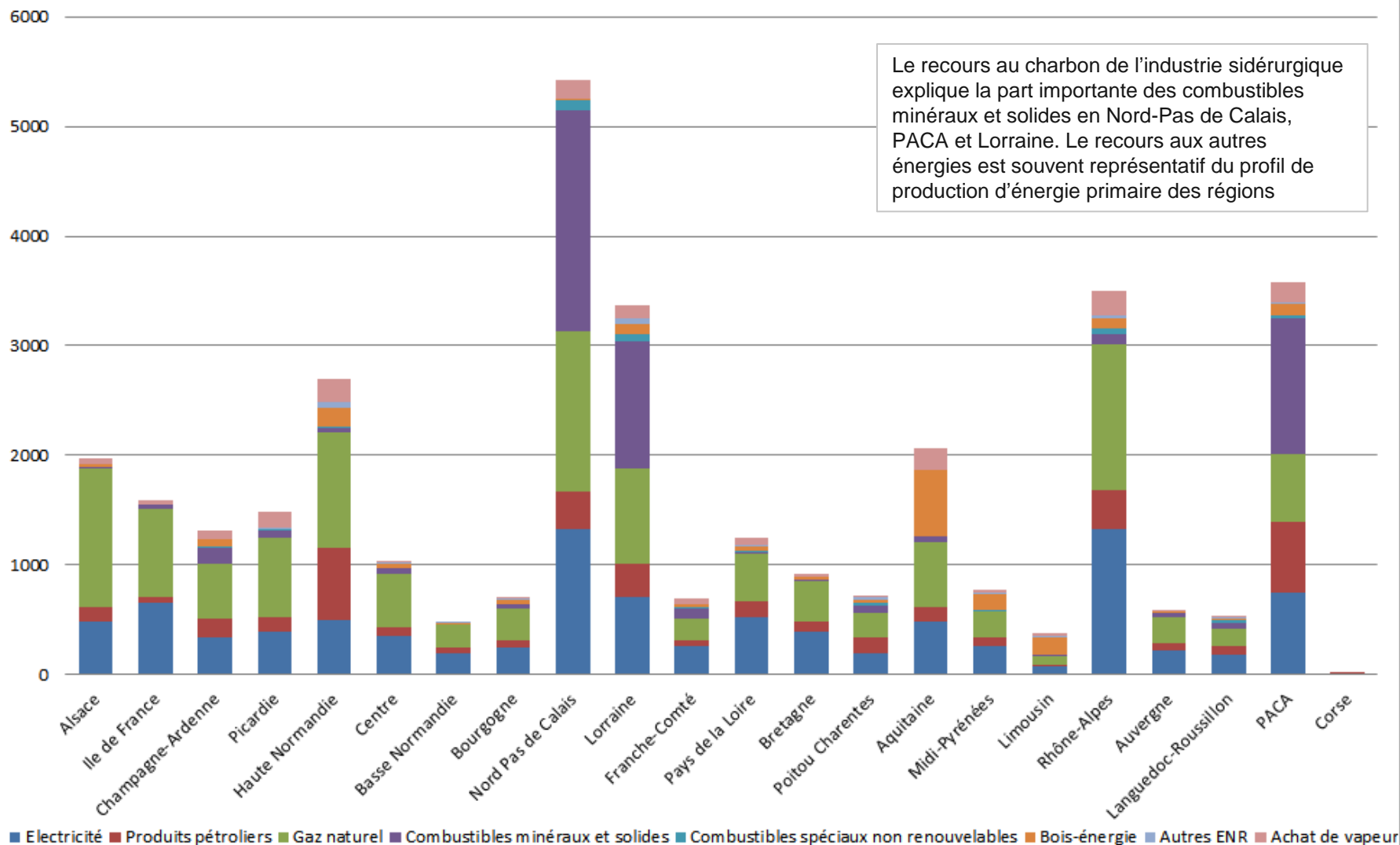


Source: IFPEN
d'après données Eider

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Source: IFPEN
d'après données Eider

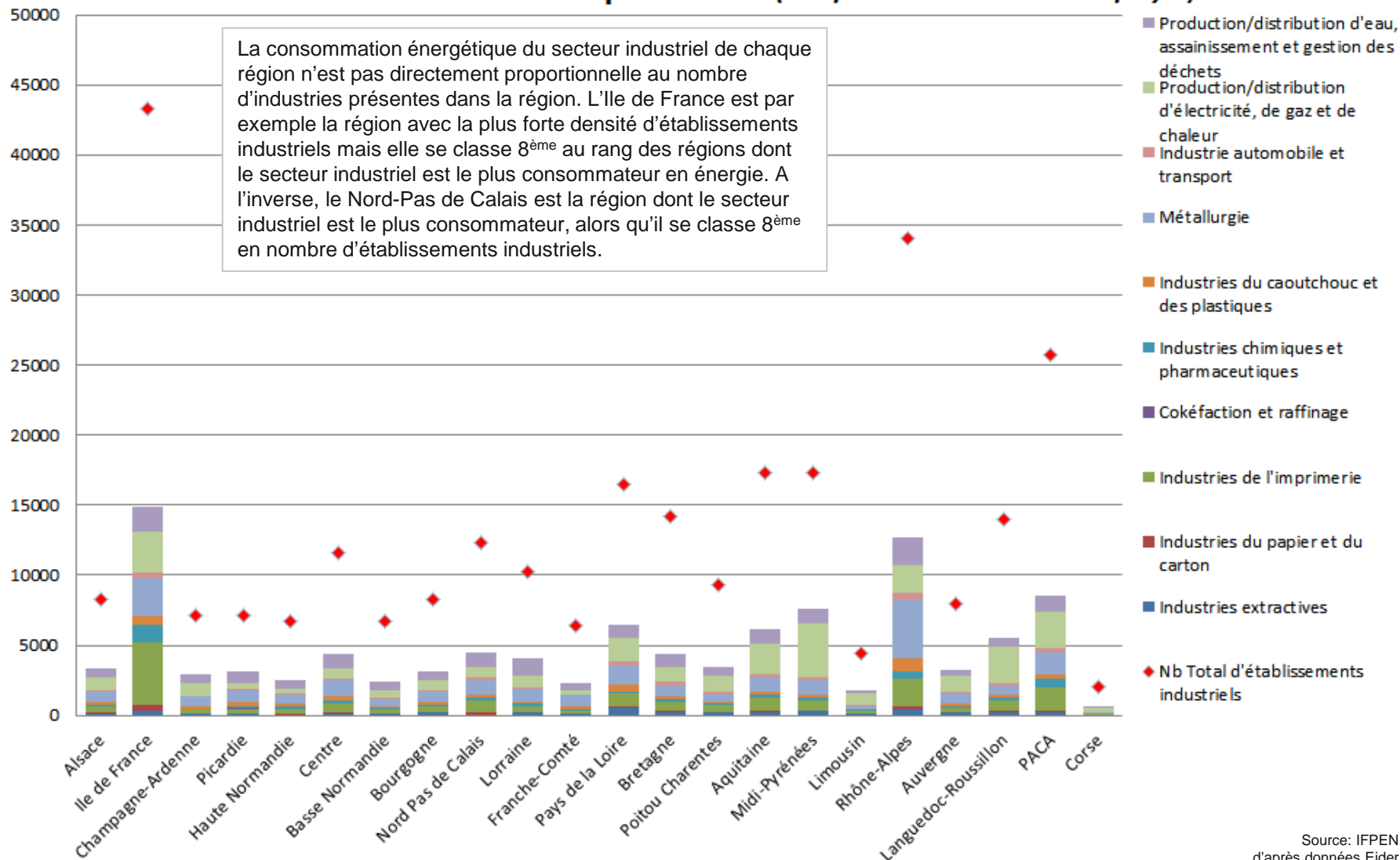
Consommation d'énergie par l'industrie (2009 - ktep)



Panorama industriel et énergétique des régions françaises

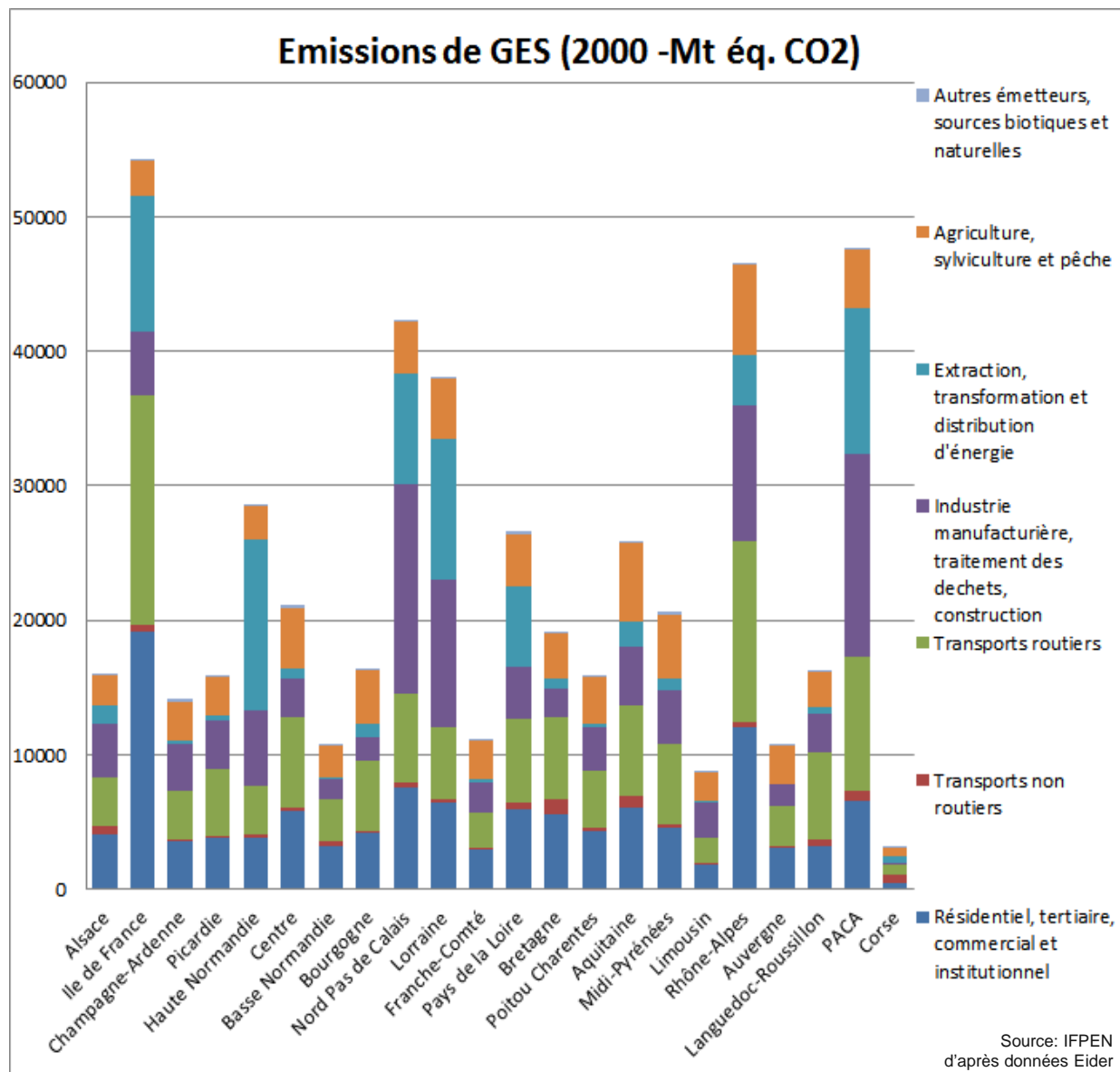
Etablissements industriels par secteur (indépendamment du nb d'employés)

La consommation énergétique du secteur industriel de chaque région n'est pas directement proportionnelle au nombre d'industries présentes dans la région. L'Île de France est par exemple la région avec la plus forte densité d'établissements industriels mais elle se classe 8^{ème} au rang des régions dont le secteur industriel est le plus consommateur en énergie. À l'inverse, le Nord-Pas de Calais est la région dont le secteur industriel est le plus consommateur, alors qu'il se classe 8^{ème} en nombre d'établissements industriels.



Source: IFPEN
d'après données Eider

Panorama industriel et énergétique des régions françaises



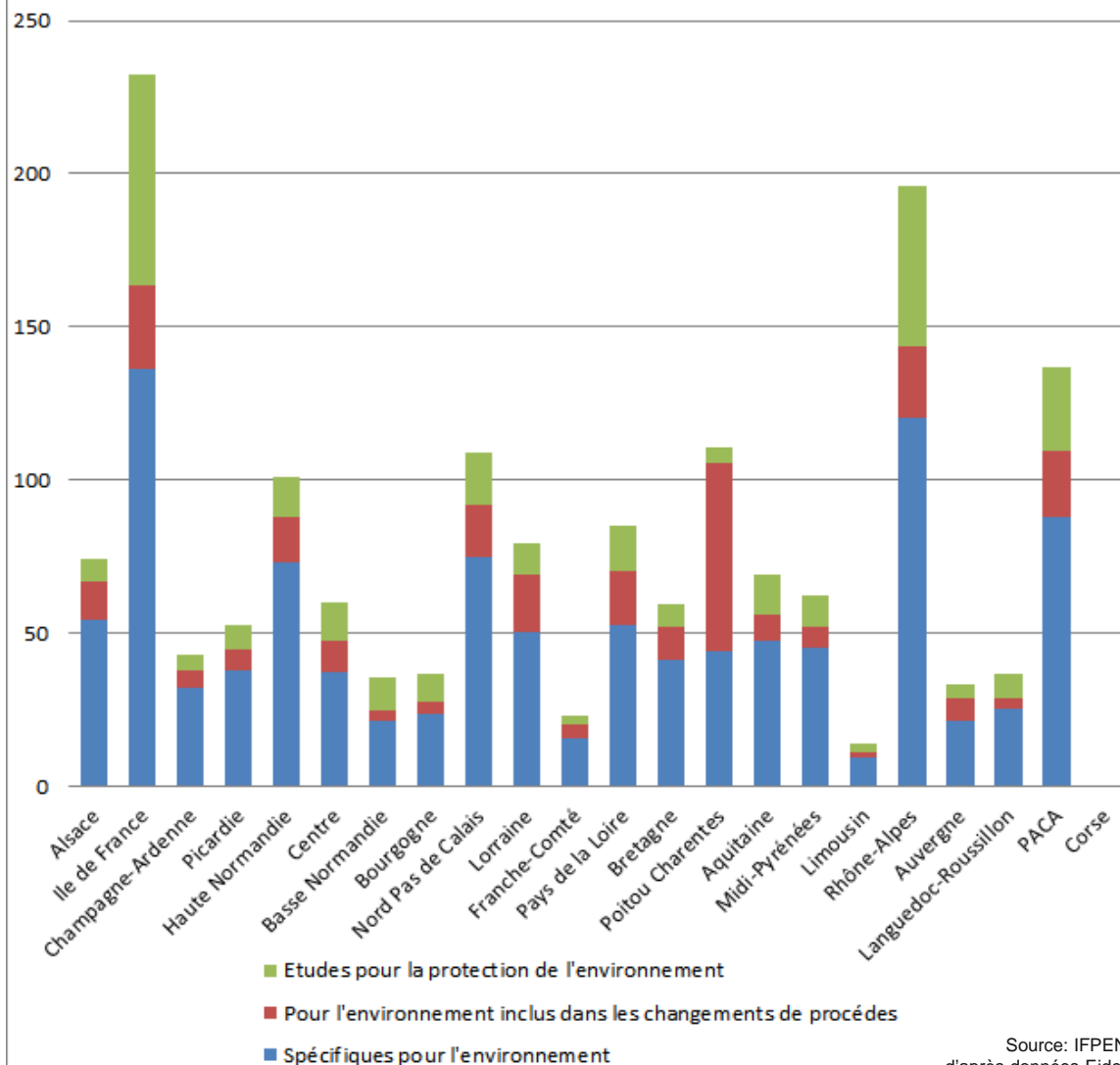
Emissions de GES: il est difficile d'avoir accès à des données récentes et détaillées des émissions de GES par secteurs d'activités, et la plupart des régions utilisent les années 2000 ou 2005 comme années de référence pour établir leur bilan.

Quoiqu'il en soit les régions les plus émettrices sont de loin celles où l'activité industrielle est la plus dynamique (Rhône Alpes, Lorraine, Nord-Pas de Calais, PACA) et elles correspondent souvent aussi aux régions les plus peuplées et où les réseaux de transport sont denses (IDF, PACA, Rhône Alpes)

Emissions de CO₂: Après une remontée de 2,1% en 2010, les émissions de CO₂ en France métropolitaine renouent avec la tendance baissière amorcée en 2006, diminuant de 7,2 % en 2011, principalement en raison de la douceur exceptionnelle du climat. D'ailleurs, cette baisse concerne principalement les secteurs résidentiel/tertiaire (-18 %) et de la transformation d'énergie (-14 %).

Panorama industriel et énergétique des régions françaises

Investissement pour l'environnement (2010 - M€)



Source: IFPEN
d'après données Eider

En 2011, les investissements pour protéger l'environnement des établissements industriels (hors gestion de l'eau et déchets) de 20 salariés ou plus ont atteint 1,2 milliard d'euros. Ils diminuent de 4 % en 2011, après des baisses de 10 % en 2010 et 13 % en 2009.

Les investissements entièrement dédiés à la protection de l'environnement constituent 81 % de ce montant, soit 1 milliard d'euros.

Ces investissements sont principalement réalisés par les établissements des secteurs de l'énergie (353 M€), de la chimie (158 M€) et des industries agroalimentaires (110 M€). Ils sont majoritairement consacrés à des actions de prétraitement, de traitement et d'élimination de la pollution (52 %) et à des actions de prévention (35%). Ces investissements visent à limiter la pollution dans différents domaines environnementaux, les deux principaux étant, d'une part, l'air et le climat (237 M€) et, d'autre part, les eaux usées (184 M€).

Les investissements intégrés sont en rapport avec l'adoption de technologies propres. Ils correspondent au surcoût de dépenses engendré par le choix, lors du renouvellement d'un matériel de production, d'un équipement plus performant en matière environnementale qu'un autre élément disponible sur le marché. Les dépenses afférentes sont estimées à 229M€ en 2011. Les deux tiers de ces investissements sont relatifs au domaine de l'air et du climat.

Enfin, les dépenses consacrées aux études pour protéger l'environnement s'élevaient à 359 M€ en 2011. Elles se répartissent en études en vue d'un investissement (159 M€) et en études réglementaires (200M€).

Source: INSEE – Etudes et investissements dans l'industrie pour protéger l'environnement

i. Panorama industriel et énergétique des régions françaises

ii. Les principales filières industrielles

La relance de l'industrie française : «34 plans de reconquête industrielle»

Le 12 septembre 2013, Arnaud Montebourg, Ministre du redressement productif, a dévoilé un ensemble de 34 plans associant l'Etat et les entreprises françaises destiné à redresser l'industrie française.

L'Etat veut encourager une série de chantiers allant de la voiture à pilotage automatique aux textiles intelligents en passant par l'avion électrique, la nouvelle génération de TGV encore le «cloud computing» et ainsi replacer la France au rang des nations industrielles les plus innovantes.

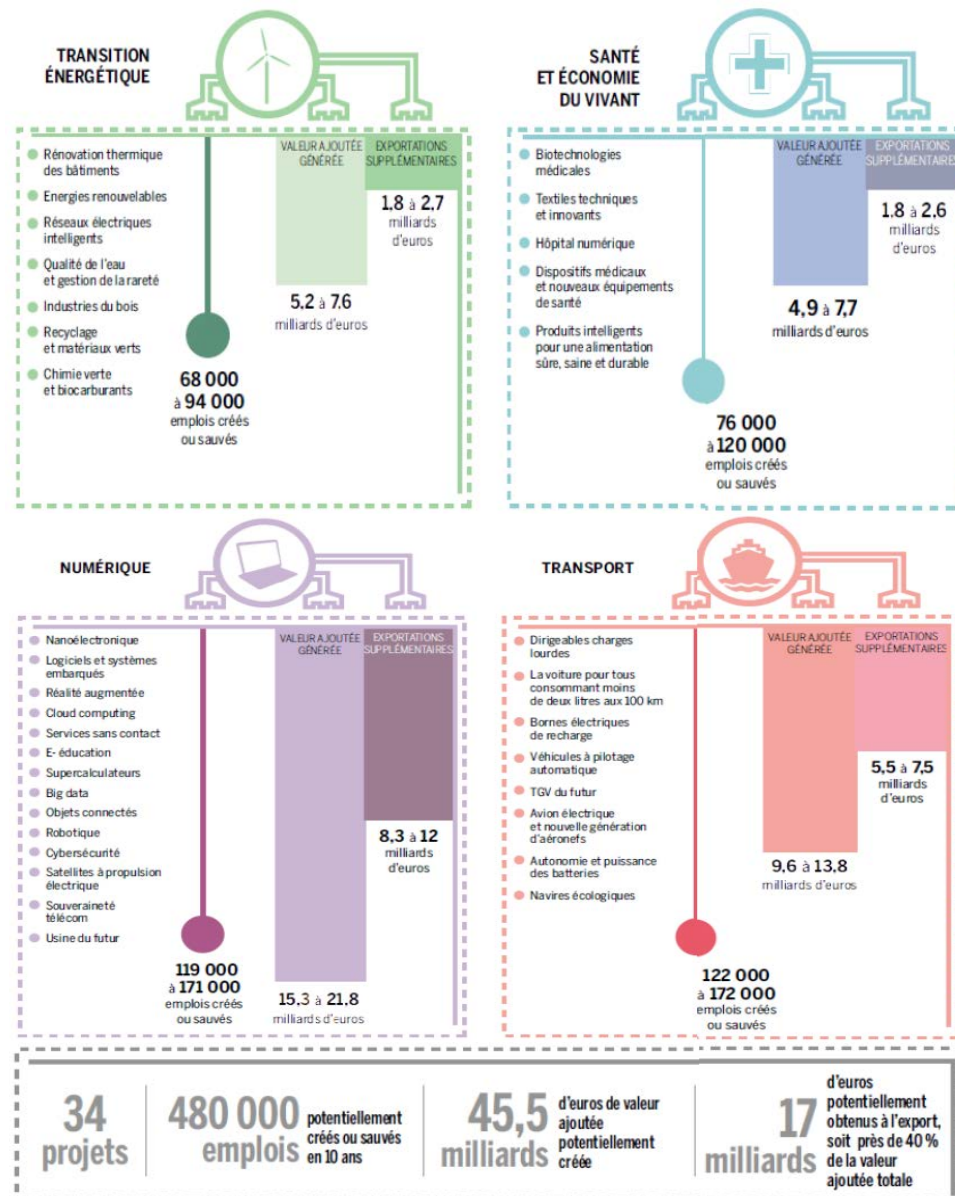
Ces plans bénéficieront d'une enveloppe publique de l'ordre de 3,7 milliards d'euros, issus pour l'essentiel de la 2^{ème} tranche du PIA.

Ainsi, ils pourraient permettre au pays de produire 45,5 Md€ de valeur ajoutée supplémentaire d'ici 10 ans et d'exporter 17,9 Md€ de plus, et créer ou éviter de supprimer plus de 475 000 emplois.

Ces projets, triés par l'Etat mais issus à 80 % de propositions des entreprises, seront pilotés par des patrons de grandes entreprises françaises (Atos, Robopolis, Renault, Veolia, Capgemini, etc.), sans pour autant mettre de côté les PME.

Enfin, ces projets concernent des innovations dont les technologies sont déjà à peu près au point, afin d'éviter de se lancer dans des paris trop incertains ou des projets pharaoniques. L'objectif est d'obtenir des produits commercialisables d'ici 5 à 10 ans. Ils sont classés sous 4 grandes rubriques: transition écologique et énergétique, santé et économie du vivant, numérique et transport.

A noter qu'aucun de ces 34 Plans ne vise spécifiquement l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations industrielles existantes.



L'industrie cimentière : une industrie de proximité (1/4)

Les principaux indicateurs de la filière en 2013

- Chiffre d'affaires : 2,3 Milliards d'Euros
- Production de clinker (constituant principal du ciment) : 13,8 Millions de tonnes (Mt)
- Production de ciment (membres SFIC) : 17,5 Mt (dont 76 % de ciments Portland autres que blancs)
- La production nationale de ciment couvre l'essentiel des besoins de l'Hexagone.
- Le Nord-ouest représente 44 % de la production totale
- Consommation de ciment : 19,2 Mt (dont principale application, 59 % pour le béton prêt à l'emploi)
- Un marché à la baisse sur les années récentes : recul des mises en chantiers de logements, baisse de la commande publique
- Emplois directs : 4 873 salariés à fin 2013 (y compris associations professionnelles)
- Emplois indirects : 25 000 salariés

41 sites industriels en 2013, répartis sur l'ensemble du territoire



(Source : SFIC 2012)

- 5 sociétés :

- . Ciments Calcia (10 sites),
 - . Holcim France (7 sites),
 - . Kerneos (3 sites),
 - . Lafarge Ciments (14 sites) - (Fusion Holcim France – Lafarge en cours)
 - . Vicat (7 sites)
- 33 cimenteries et 6 centres de broyage répartis sur le territoire au plus près de l'utilisateur.
- Dans une cimenterie, le contexte local est primordial : disponibilité du gaz naturel à proximité, etc.
- Des matières premières extraites des carrières alentours (industrie moins facilement délocalisable). La zone de chalandise n'excède pas 100 km autour du site (coût de transport).
88,5 % du produit fini est transporté par la route.

Consommation d'énergie

Consommation d'énergie d'une cimenterie moderne :
3 200 KJ/Kg de clinker (ck)
(dont 40 % de pertes thermiques)
(production : 2 000 à 2 500 t/jour)

Combustibles	2010	2013	2013 (% du total)
Solides :			
- charbon (en kt)	370	325	15
- coke de pétrole (en kt)	789	755	46,5
Fioul lourd (en kt)	15	23	1,7
Gaz naturel (en TJ)	278	556	1,1
Combus. de substitution (TJ) brais et divers (TJ)	23885	18725	31,9 3,8
Électricité (en Millions de kWh)	2 275	2 160	

L'énergie électrique (utilisée dans le concasseur) peut représenter jusqu'à 30 % des coûts de production du ciment et constitue, de fait, un levier de compétitivité majeur.

Pertes thermiques : 400 MWh/cimenterie

Pertes thermiques	Température
En sortie de tour de préchauffage : environ 600 KJ/Kg de ck	300 °C
Refroidisseur : environ 400 KJ/Kg de ck	250°C
Enveloppe cyclone/four : environ 100 KJ/Kg de ck	200 – 350°C
By-pass : environ 100 KJ/Kg de ck	

L'industrie cimentière : fortement émettrice de CO₂ (2/4)

Procédé de fabrication du ciment

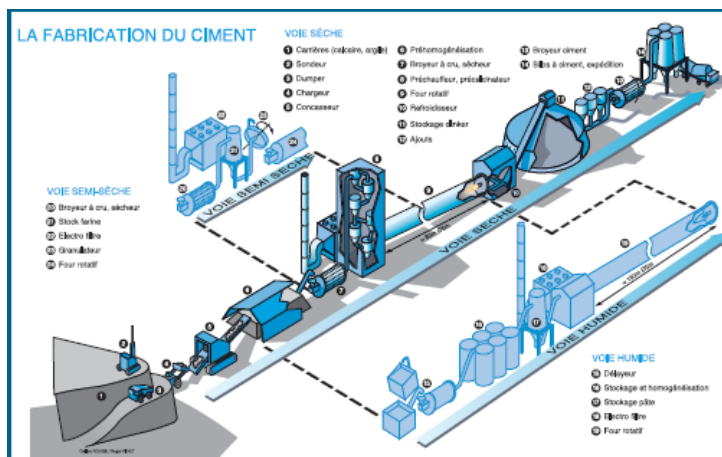
Outre l'extraction des matières premières, la fabrication du ciment compte 3 étapes :

- l'**extraction des matières premières** nécessaires à la production de ciment se fait en carrières ;
- le **broyage du cru et cuisson** : un broyage très fin permet d'obtenir une «farine» qui est ensuite passée au four puis brutalement refroidie par soufflage d'air. La cuisson se fait à 1 450 °C d'un mélange traditionnellement constitué de calcaire (80 %) et d'argile (20 %) dans un four rotatif. Dans ce tube de 50 à 90m de long, les combustibles produisent une flamme de 2 000°C.

Le clinker à la sortie du four rotatif a une température comprise entre 1 200 et 1 400 °C. Il doit subir un traitement thermique sous la forme d'une trempe à l'air pour des raisons de facilité de transport, de stockage, de récupération d'énergie et de qualité.

Les refroidisseurs (à grilles principalement) par leur fonction d'échange permettent d'atteindre ces trois objectifs :

- refroidir le clinker (manutention), matière issue de la cuisson et constituant de base du ciment,
 - récupérer le maximum d'énergie thermique (rendement),
 - tremper le clinker (qualité).
- le **broyage du ciment et l'expédition**. Le clinker est additionné d'une faible quantité de gypse (3 à 5%) pour réguler la prise du ciment, et le mélange est broyé très finement pour obtenir un «ciment pur».



Indicateurs d'émission de CO₂

L'industrie cimentière représente environ **2,6% du total des émissions de CO₂ en France**, soit 11,7 % du total des émissions de l'industrie nationale. Elle est soumise au marché des quotas d'émissions.

Les émissions de CO₂ en cimenteries sont associées :

- au processus de préparation et de cuisson du cru (dépense d'énergie liée à la nécessité de produire de très hautes températures pour réaliser le processus physico-chimique) ;
- au **processus de décarbonation** du calcaire nécessaire à la production du clinker (phénomène de transformation du calcaire sous l'effet de la chaleur en chaux et en gaz carbonique) qui représente plus de **60 % des émissions de CO₂** par tonne produite de ciment (et par voie de conséquence 46% des émissions du béton dont le ciment est la matière première principale).

Malgré les efforts des cimenteries européennes pour diminuer leurs émissions en améliorant l'efficacité des fours et en augmentant la quantité de matériaux de substitution, **la fabrication d'une tonne de ciment en France émet 600 kg de CO₂** (pour une moyenne mondiale de 1 000 kg).

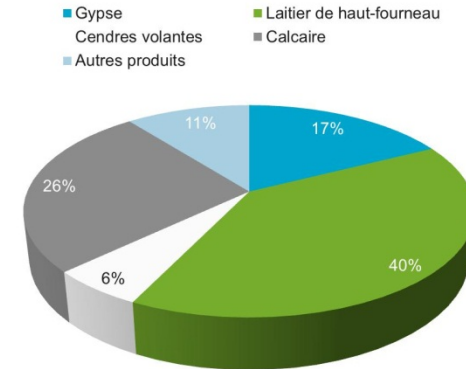
Depuis 2005, les émissions de l'industrie cimentière sont comptabilisées dans le cadre du PNAQ 1 puis du PNAQ 2.

L'industrie cimentière : la valorisation de déchets comme levier majeur de compétitivité (3/4)

Depuis les années 1970, l'industrie cimentière a dû adapter son process de production pour permettre l'utilisation de sous-produits d'activités industrielles : soit ils entrent dans la composition du ciment, soit ils sont utilisés comme source d'énergie à l'étape de la cuisson. Ces évolutions ont contribué à réduire les émissions de GES :

- ✓ Incorporation dans les matières premières, avant cuisson, de certains matériaux sélectionnés déjà décarbonatés ou exempts de calcaire, ou alors par ajout, après cuisson, d'autres matières (ce qui réduit d'autant les quantités à cuire au four). L'incorporation dans les ciments de constituants (cendres volantes de charbon des centrales thermiques, laitiers de haut-fourneau, fumées de silice, etc.) appelés ajouts cimentaires, permet de réduire la proportion de clinker, et par conséquent, de produire des ciments à taux réduit de CO₂ (ciments multi-constituants).

Principaux constituants du ciment autres que le clinker : 3,9 Millions de tonnes (en 2013)



La norme française NF EN 2016-1 limite à 30 % la substitution du laitier (liant moins émissif que le clinker) au ciment, pour les ouvrages structurels et pour le béton prêt à l'emploi.

- ✓ Les déchets ayant un fort pouvoir calorifique tels que les pneus non réutilisables, les boues de curage, des farines animales, les résidus de broyage d'automobile, les huiles et les peintures usagées, sont venus enrichir le mix énergétique et diminuer d'autant la consommation de combustibles fossiles (charbon et gaz). Les cimenteries françaises substituent environ 30 % (voire jusqu'à 40 % dans certaines usines disposant d'ateliers de traitement des déchets solides broyés) de leurs besoins énergétiques avec des combustibles de substitution (900 000 tonnes de déchets utilisés par an).

L'utilisation de déchets est soumise à autorisation administrative (vérification sous contrôle de l'ADEME, puis des DREAL). Des contrôles en continu sont également effectués à la sortie des cheminées des usines par les cimentiers et par des laboratoires indépendants agréés.



Ces évolutions ont permis à l'industrie du ciment de réduire de 20 % ses émissions de CO₂ à la tonne de ciment pour la période 1990 – 2000.

L'industrie cimentière : enjeux et perspectives (4/4)

☐ Maintenir la compétitivité de l'industrie cimentière française dans un environnement international plus concurrentiel (pays d'Asie notamment, Chine, Inde) :

L'Union européenne a mis en place une législation visant à réduire les émissions de GES pour les produits industriels fabriqués en Europe, et non pour les produits provenant de pays hors-UE (non-soumis aux mêmes règles sociales et environnementales). Ces contraintes réglementaires engendrent un surcoût de l'ordre de 10 % pour le clinker produit dans l'UE.

☐ Des gains potentiels associés aux améliorations du process industriel et des rendements

On peut identifier plusieurs axes d'amélioration destinés à améliorer encore l'efficacité énergétique et réduire les émissions de CO₂ :

- **Amélioration du process : selon les industriels, l'optimisation du procédé a été atteinte (3 000 KJ/kg de ck). Il est maintenant nécessaire de mettre en œuvre des technologies de rupture. Une problématique majeure porte sur :**
 - le besoin en nouveaux matériaux plus résistants (gaz corrosif, poussières abrasive). Actuellement il n'existe pas de matériau adéquat pour installer un échangeur thermique en sortie de tour par exemple.
- **De nombreuses autres pistes d'évolutions technologiques sont identifiées. Parmi celles-ci :**
 - une meilleure récupération des flux de chaleur fatale pour produire de l'électricité (à partir d'un cycle vapeur ou d'un ORC)
 - l'amélioration de l'efficacité des fours, le rendement des moteurs, etc.
 - le captage du CO₂ en post-combustion avec des amines, etc.
- **Substituer du fuel de chauffage par des combustibles alternatifs ou de la biomasse (suivant les disponibilités locales, le coût d'approvisionnement) : accroître la valorisation des déchets en cimenterie**
 - Alors que le taux se situe actuellement autour de 30 %, l'industrie cimentière française s'est fixé un objectif de substitution de 50 % de combustibles non-fossiles d'ici à 2020. Des pays comme l'Allemagne affichent déjà des taux de substitution énergétique compris entre 60 et 85 %. Le développement de la substitution énergétique en cimenterie passera par le développement de la filière CSR (Combustibles Solides de Récupération, mélange de déchets non dangereux tels que plastiques, textiles, mousses et autres matériaux déchetés). L'ADEME a évalué la capacité de valorisation des CSR par les cimenteries français à 1 million de tonnes supplémentaires. L'objectif est de brûler 15 % de biomasse dans les fours en 2020.
- **Améliorer le ratio clinker/ciment : utilisation de matériaux alternatifs (cendres volantes, filler, scories laitiers, pouzzolanes, etc..) :** certains pays européens autorisent une substitution du laitier au clinker jusqu'à 70 % (30 % en France).

Principaux indicateurs de la filière en France

- 2^{ème} producteur européen de produits chimiques ; 6^{ème} producteur mondial ;
- 155 740 salariés ;
- Chiffre d'affaires : 88,9 Milliards d'euros en 2012.

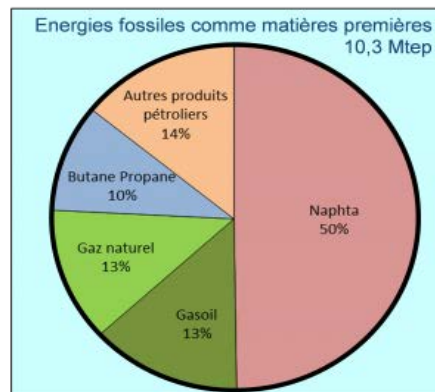
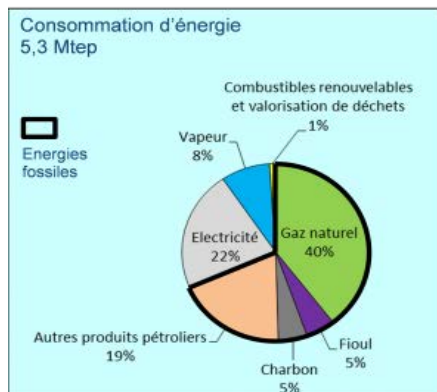
Dégradation de la compétitivité de la filière

- Faible demande finale
- Pression sur les prix de l'énergie et des matières premières : l'accès au gaz de schiste abondant aux Etats-Unis a permis la négociation de prix d'accès au gaz à long terme très avantageux : de 3 à 4 fois moins cher qu'en France. Par ailleurs, grâce à des mécanismes efficaces de soutien aux industriels électro-intensifs, l'Allemagne propose à ses chimistes l'électricité 20% moins cher qu'en France (dans le cas général).

Le coût de l'énergie représente en moyenne pour l'amont de la filière (chimie de base, minérale et organique) entre **15 et 20 % de ses prix de revient**. Selon le produit de base considéré, la facture énergétique comparée à la valeur ajoutée du produit représente parfois 30 % et jusqu'à 80 % de celle-ci.

La chimie, une filière intensive en énergie

- 1^{er} secteur industriel consommateur d'énergie avec quelques 24 % des consommations énergétiques de l'industrie.
- L'énergie intervient à la fois en tant que :
 - combustible (gaz, électricité) pour la production de chaleur (besoins des procédés) ;
 - matière première en grandes quantités comme intrant des réactions chimiques : gaz naturel pour la filière de l'azote, ; naphta pour les matières plastiques et l'éthylène ; fioul lourd pour le noir de carbone (fabrication des pneus par exemple).



Consommation de gaz naturel : 40 TWh/an, soit 40 % de la consommation industrielle de gaz.
La quasi-totalité du gaz utilisé est importée pour un montant de plus de 1 Milliard d'Euros.

Source : Union des Industries Chimiques, INSEE, CGDD, chiffres 2011

Les principaux indicateurs de la filière

- Maraîchage sous serres (tomates, fraises, concombres,..) :

- 9 300 exploitations en France continentale, soit 30 % des exploitations ayant des superficies dédiées à la culture de légumes frais, melons et fraises, pour une superficie totale sous serres de 4 000 ha (soit 3,7 % des superficies maraîchères).
- Tendance récente : développement des surfaces de serres maraîchères (+6,6 % sur la période 2000-2010) au détriment des superficies cultivées en plein champ.
- 1 hectare de serre chauffée mobilise un coût d'installation voisin de l'ordre de 1,2 M€/ha.

Leviers d'amélioration de la productivité sous serre :

- Maximisation de la pénétration lumineuse à l'intérieur de la serre et optimisation de l'alimentation minérale et hydrique ;
- augmentation du rendement photosynthétique en favorisant la disponibilité du CO₂ dans l'air environnant (réincorporation du CO₂ émis au cours du fonctionnement de la serre dont récupération sur fumées) ;
- Augmentation des températures et maintien en toutes saisons (recherche sur équipements économes en énergie (vers l'utilisation d'un double écran thermique qui permet une économie supplémentaire de 12 % de l'énergie par rapport à un simple écran ; mise en place d'open buffer (ballon de stockage d'eau chaude qui permet de stocker de la chaleur produite par la chaudière de chauffage pour la restituer ultérieurement à la serre ; chauffages économes (chaudières basses température, chauffage biomasse-paille de céréales,..)

Aides et financements

- **Aide à la modernisation des serres** octroyée par les offices agricoles et FranceAgrimer (circulaires et décisions distinctes selon les filières) pour les investissements d'aménagement des serres et relatifs aux économies d'énergie et aux ENR.
- **Plan végétal environnement du Programme de développement rural hexagonal** (PDRH) pour les investissements économes en énergie (serres construites avant le 31/12/2005).
- **Autres financements** apportés par les collectivités locales et par l'ADEME
- Pour la Corse, dispositifs d'aides spécifiques et qui ne sont pas gérés par les offices agricoles.

La production de légumes sous serres s'est développée pour répondre à des enjeux majeurs :

- La maîtrise des risques climatiques et sanitaires (production précoce et sur une longue période sont des facteurs de compétitivité) ;
- La maîtrise du calendrier de production et de la qualité

Le poste énergie représente 25 à 30% du coût de production des tomates sous serre.

Production et surfaces sous serres chauffées,	Production 2010 (en tonnes)	Superficie (en ha)
Tomates	406 387	915
Concombres	99 450	139
Fraises	5000	272 (hors sol)

Caractéristiques du maraîchage sous serres :

- Forte intensité en investissements (coûts de construction et frais d'équipements) et en énergie.
- Maîtrise de la gestion de l'eau (techniques du goutte à goutte, recyclage des eaux d'irrigation).

Difficultés :

- Doit faire face à une très forte pression concurrentielle des autres pays de l'UE, dont Pays-Bas et Belgique qui ont une très bonne organisation commerciale et pour les Pays-Bas une politique énergétique favorisant la production sous serres (cogénération d'électricité).

Les enjeux de la filière

Projet «Serre capteur d'énergie» (culture de tomates), CTIFL

- Objectif : Expérimentation du stockage thermique de l'énergie solaire en aquifère afin de réduire la consommation d'énergie fossile.

- Économie d'énergie attendue : au moins 30 %, accompagnée d'une réduction sensible des gaz à effet de serre ;
- Pilier du projet : mettre au point une serre équipée pour stocker et utiliser l'excédent d'énergie grâce à un système de climatisation réversible : la serre capteur offre de nouvelles perspectives de climatisation estivale, facteur agronomique actuellement limitant dans le sud de la France.
- Axes d'économies d'énergie : réduction des déperditions thermiques de la serre ; tests d'un nouveau matériau remplaçant le verre ; gestion de la déshumidification.
 - Pompes à chaleur
 - géothermie

Caractéristiques des serres expérimentales (3 unités de 960 m² chacune installées au centre de Balandran, Gard) :

- un module multi-chapelle témoin en verre chauffé au gaz naturel ;
- un module multi-chapelle «serre capteur» en verre, associé à un puits «froid» et à un puits «chaud», avec rafraîchissement de la serre en été et stockage de l'énergie solaire en aquifère.
- un module multi-chapelle construit en double paroi plastique souple de longue durée avec un nouveau matériau (F-Clean^R), contenant une résine fluorée (améliore la transmission lumineuse de 5 % en moyenne, par rapport à des parois en verre ; système à double paroi qui améliore l'isolation thermique) : économie d'énergie de 30 % et gain de productivité liée à une luminosité accrue. Investissement similaire à une serre en verre.

Aides et financements

- **Le projet «Serre capteur d'énergie» :**
 - 10 partenaires,
 - montant investi : 5,4 M€ dont 1,2 M€ reçu du Fonds Unique Interministériel, complété par ADEME, Conseil Régional Languedoc-Roussillon, Viniflor, FranceAgrimer, Feder.
 - Labellisé par le Pôle Européen d'Innovation en Fruits et Légumes (PEIFL) d'Avignon

a. Le tissu industriel français

b. Amélioration des performances technologiques et potentiel de gains

c. Récupération et valorisation des énergies fatales

« L'usine de demain devra être plus écologique et sobre en ressources, plus intelligente, avec des modes de production toujours plus adaptés à des productions personnalisées ou en petite série.

Elle devra remettre l'humain au cœur de la relation homme-machine et être plus proche de son écosystème local (clients, sous-traitants et fournisseurs).

Le plan Usine du Futur permettra à la France d'être au rendez-vous de la troisième Révolution industrielle, au carrefour des transitions énergétique et numérique de notre société.

Permettre aux industriels de moduler leur consommation électrique

Le projet EnR-Pool, soutenu par l'ADEME, consiste à évaluer de quelque manière des clients industriels peuvent, en adaptant ponctuellement leur consommation électrique, favoriser l'insertion des énergies renouvelables intermittentes sur le réseau, tout en améliorant leur compétitivité.

A terme, il s'agira de diminuer ou de décaler la consommation lorsque le vent chute ou le soleil se cache, et inversement de la stimuler lorsque la production est importante alors que la demande est faible. Le maintien de l'équilibre du réseau en sera ainsi facilité à moindre coût. »

Source : doc de la transition énergétique – industries vertes et services (S. Royal).

- **Développer des activités innovantes et créer des emplois**
- **7) Interdire la discrimination à l'encontre des matériaux issus de déchets valorisés**, comme les plastiques recyclés dans des emballages ou les matériaux recyclés issus de bâtiments déconstruits.
- **8) Favoriser la production d'énergie issue de la valorisation des déchets lorsqu'ils ne sont pas recyclables** (réseaux de chaleur urbains...) et dans le cadre d'une meilleure utilisation des déchets de bois.
- **9) Mobiliser le secteur industriel** : dès cette année, chaque comité stratégique de filière du Conseil national de l'industrie (CNI) élabore un volet économie circulaire dans sa stratégie, pour diffuser les bonnes pratiques et engager chaque secteur industriel sur des objectifs chiffrés adaptés.
- **Le Club d'écologie industrielle de l'Aube (CEIA)** est à l'initiative de plusieurs projets d'écologie industrielle et territoriale, qui visent à optimiser l'énergie et la matière en mettant en place des échanges entre acteurs locaux.

Source : doc de la transition énergétique – industries vertes et services (S. Royal).

L'efficacité énergétique dans l'industrie :

Les enjeux, les besoins de R&I

- **Les composants et sous-systèmes dont les performances énergétiques peuvent être améliorées sont nombreux. Les besoins de R&D sont nombreux sur :**
 - les fours,
 - les procédés de séparation,
 - la cogénération,
 - l'efficacité énergétique des utilités,
 - les énergies radiantes,...

- **Dans cette analyse, trois systèmes ont plus particulièrement été étudiés :**
 - les systèmes de séchage,
 - les échangeurs thermiques,
 - les systèmes de production de froid.



Les axes de R&D identifiés s'appuient sur les informations collectées lors d'un séminaire organisé par les animateurs du GP8 «Industries et Agriculture» de l'Alliance ANCRE.

Liés aux procédés :

- Des procédés moins énergivores (optimisation des procédés existants, technologies en rupture) ;
- Des procédés mieux pilotés (capteurs, chaînes de mesure,..) ;
- Le développement d'outils de conception de procédés intégrés prenant en compte l'ensemble des flux d'énergie et de matières.

Liés à la décarbonation des industries :

- Intégration des ENR dans les systèmes de production industriels ;
- Améliorations et innovations en matière de stockage d'énergie thermique (stockage de froid ou de chaleur utilisé pour réguler la production de certaines sources d'énergie renouvelables et optimiser la consommation d'énergie des industriels).

De nombreux verrous scientifiques et techniques ont été identifiés. Parmi-ceux-ci :

- le caractère intermittent des flux d'énergie récupérable ;
- le caractère diffus des flux d'énergie récupérable ;
- Un système de stockage adapté pour lisser ces variations (des matériaux à faible coût avec une forte inertie thermique, les matériaux à changement de phase,.) ;
- La conception optimum des systèmes de production d'électricité qui intègrent les ENR, les unités de cogénération production de chaleur et d'électricité, et les systèmes de stockage dans les divers procédés industriels ;
- Transfert des flux d'énergie d'une ligne de procédés (ou de production ?) vers une autre, avec divers refroidisseurs (eau, huile, sels) ;
- L'étude théorique et la modélisation de nouveaux procédés ;
- Les tests en laboratoires de solutions pour la récupération de chaleur perdue ;
- La validation de solutions proposées sur des unités de démo à l'échelle industrielle ;
- La conception de nouvelles techniques de combustion et de gazéification qui utilisent aussi des sources d'énergie alternatives pour tous les types d'unités de production ;
- La combinaison de solutions alternatives hybrides de chauffage des technologies hautes températures utilisant électricité et biomasse comme sources d'énergie ;
- La conception de nouvelles techniques pour les fours industriels pour le réchauffage, la fusion des matériaux et le captage du CO₂ et son utilisation.



Verrous économiques : Les industriels recherchent des Temps de Retour sur Investissement (TRI) très courts (< 3 ans).

Les réglementations européenne et nationale sont nombreuses et complexifient la mise en œuvre de synergies.

Des Directives européennes et des réglementations qui concernent directement ou indirectement l'efficacité énergétique des industries :

- Directive 2010/75 IED (Directive sur les émissions industrielles)**
- BREF** (documents de référence par filière), et aussi celui qui traite spécifiquement de «l'efficacité énergétique»
- Directive Efficacité Énergétique (2012/27 UE)**
- Directive éco-conception**
- Directive européenne 2003/87/CE établissant un système de plafonnement et d'échange de quotas au sein de l'UE.**

Au niveau national :

- Système d'allocations des quotas (PNAQ)**
- PNAEE**
- Plan de Performance Énergétique des exploitations agricoles 2009-2013, encourageant les économies d'énergie et la conversion aux énergies renouvelables**

Et :

- Des arrêtés préfectoraux d'exploitation qui encadrent l'activité des sites industriels classés.**
En accord avec la Directive IED, les DREAL peuvent ajouter des prescriptions réglementaires en matière d'efficacité énergétique (jusqu'à présent, l'utilisation rationnelle de l'énergie est peu intégrée).

Les projets « Efficacité énergétique des PME »

Projet européen

Projet européen	Coordonnateur	Budget/Période	Objectif
STEEEP : Support and training for an Excellent Energy Efficiency Performance	CCI France (Réseau des CCI) + 3 CCI régionales (Alsace, Rhône-Alpes et Languedoc-Roussillon) et 13 CCI territoriales (7 en Rhône-Alpes, Deux-Sèvres, Marseille, Maine-et-Loire, Nantes, Nice, Var)	600 K€ (France) 3 ans (démarrage Septembre 2014) Pour le suivi de 170 PME	Accompagner les PME dans la mise en place d'un Management de l'Énergie. Les entreprises volontaires auront déjà mené un pré-diagnostic énergétique. Elles désigneront en interne un référent énergie qui fournira des éléments chiffrés sur les consommations et les équipements de son entreprise et participera aux ateliers de suivi de consommation, de contrats de fourniture, du management de l'énergie, des ENR, des réseaux intelligents.

i. Composants et sous-systèmes des procédés industriels

ii. Potentiel de réduction de la consommation énergétique du secteur industriel

Composants et Sous-systèmes des procédés industriels

Composants et sous-systèmes impactant fortement la consommation et l'efficacité énergétique

Les systèmes de séchage

Enjeux :

- 9 % de la consommation d'énergie de l'industrie en France (39 % en papeterie)
- *Aujourd'hui : 1 à 2 kWh consommés par kg d'eau évaporée*



Amélioration des performances et intégration énergétique

Les échangeurs thermiques

Enjeux :

- Des applications et des technologies transverses ;
- Tous les secteurs sont impactés ;
- Investissement et coût d'exploitation.



Améliorer la performance et la durabilité

Comprendre, modéliser, simuler, optimiser, voire plus en rupture

Les systèmes de production de froid

Enjeux :

- 3 % de la consommation énergétique mondiale
- 15 % de la consommation électrique



Amélioration des performances et intégration énergétique

Récupération de l'énergie fatale

Enjeux :

- Foyers multiples sur procédés, utilités, .
- BT (eaux de refroidissement), HT (liquides, solides)
- Tous les secteurs sont impactés.

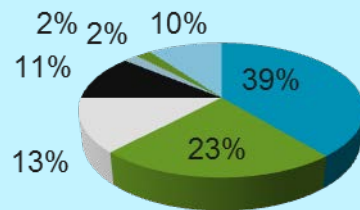


Cartographie des forces de R&D en présence au niveau international

Les procédés de séchage (1/2)

La consommation énergétique des opérations de séchage représente 42 TWh/an, soit 9 % de la consommation d'énergie de l'industrie en France.

Répartition de la consommation d'énergie liée au séchage, par secteur industriel



- Papier, carton
- Ind. Agro-A.
- Chimie
- Matériaux
- Métallurgie
- Textiles
- Autres

Enjeu majeur lié aux systèmes de séchage

Contraintes en termes de coût de l'énergie et émissions GES (dont CO₂)

Utilisation de techniques infra-rouges (séchage du papier), les UV (encres), les hautes fréquences, la déshydratation mécanique, la lyophilisation, la fragmentation du produit,.

Réduire la consommation unitaire

Cible : 0,7 kWh/kg

(contre 1 à 2 kWh consommés actuellement par kg d'eau évaporée)

Accélération des transferts

Utilisation de Pompe à chaleur pour le séchage des solides

Difficultés : grande variété de produits à sécher ; grand nombre de techniques de sècheurs. Les problématiques sont alors souvent spécifiques au couple produit/ type de sécheur, avec de plus, la nécessité de ne pas altérer le produit.

L'optimisation de l'ensemble passe donc à la fois par une meilleure connaissance du produit à sécher et par des gains significatifs sur la technologie de séchage mais aussi par une plus grande intégration dans les procédés industriels.

Besoin de caractériser le produit à sécher et les mécanismes mis en jeu

Les procédés de séchage : les pistes de recherche potentielles (2/2)

Nécessité de relancer les travaux de recherche sur 3 axes :

Besoins de connaissances sur le produit à sécher et sur les mécanismes mis en jeu

- Développement de techniques rapides de caractérisation des produits ;
- Caractérisation des mécanismes de stockage ;
- Développement d'outils de métrologie ;
- Etude et modélisation de l'influence des conditions opératoires sur le coût et la qualité du produit séché ;
- Etudes sur le pré-traitement optimal de la matière.

Optimisation du procédé

- Recherche/Optimisation de procédés innovants et/ou en rupture avec efficacité accrue;
- Développement de procédés couplant divers apports de chaleur, différents types de transferts thermiques et développement des modèles et simulateurs permettant d'optimiser ces couplages de procédés ;
- Pilotage optimisé et contrôle du séchage.

Intégration du procédé

- Intégration d'énergies renouvelables (utilisation de systèmes de stockage) ;
- Utilisation de chaleurs fatales provenant d'autres acteurs industriels mais aussi récupération d'énergie sur les produits sortants (recours à des systèmes de stockage de chaleur) ;
- Récupération des matières nobles dans les condensats.

Malgré la diversité des applications et des technologies dans lesquelles les échangeurs sont mis en œuvre, les problématiques de ces équipements sont très transverses.

Les enjeux sont de deux types :

Liés au coût d'exploitation

Encrassement des échangeurs = dégradation des performances, durée de vie limitée

Besoins de recherche :

- Développement d'outils de suivi temporel continu des performances sur site ;
- Développement d'outils de maintenance ;
- Développement de modèles prédictifs quantifiant la baisse des performances et aidant à la conception et au dimensionnement ;
- Innovation dans le domaine des matériaux (résistance à l'encrassement, tenue en température,..)

Associées à l'encrassement, les problématiques de corrosion et de tenue thermomécanique dans une gamme de température allant de 1500 °C (récupérateurs, réchauffeurs sur fumées industrielles) .

Liés aux coûts d'investissements

Réduction du montant de l'investissement = optimisation de l'efficacité
Conception et mise en œuvre de surfaces d'échange améliorées innovantes

Besoins de recherche :

- Optimisation des rendements énergétiques par l'intensification des transferts (masse, chaleur), la réduction des pertes de charge,..
- Développement de modèles numériques prédictifs des écoulements ;
- Définition de méthodes d'optimisation multi-critères multi-paramètres pour la recherche d'optimum ;
- Développement d'outils de simulation des procédés de fabrication ;
- Prise en compte de conditions de fonctionnement dynamiques ;

Source des informations : Séminaire organisé par le GP8 de l'Alliance ANCRE, Janvier 2013

Les enjeux liés aux coûts d'investissements

Réduction du montant de l'investissement =
optimisation de l'efficacité
Conception et mise en œuvre de surfaces
d'échange améliorées innovantes



Besoins de recherche (suite) :

- Développement de nouveaux matériaux à forte conductivité possédant de bonnes propriétés mécaniques (résistance à la température, à la corrosion, à l'abrasion,..)
- Adaptation des échangeurs à de nouveaux fluides ;
- Optimisation des échangeurs multicanaux, multifonctionnels ;

Volonté croissante de récupération et de valorisation des rejets thermiques (aciéries, cimenteries,..). Les possibilités sont aujourd'hui limitées par les phénomènes d'encrassement, de corrosion, d'érosion et de tenue thermo-mécanique.

Verrou majeur : Récupération de chaleur sur des solides au moyen d'un procédé efficace et peu cher.

Des besoins corrélés à la recherche d'échangeurs disposant de compacités améliorées, de meilleures performances thermiques, de puissances mécaniques minimales, tout en limitant les coûts matière.

La consommation totale d'énergie des systèmes de production de froid en France est estimée à 35TWh/an (tertiaire et industrie). La réfrigération (froid positif) représente environ 45 % de la consommation énergétique de l'industrie agroalimentaire.

Gisement technique d'économies d'énergie estimé à 16 TWh/an, dont 5 TWh dans l'industrie. (Source : CEREN)

Des enjeux liés à l'amélioration des performances et à l'intégration énergétique

Les besoins en recherche :

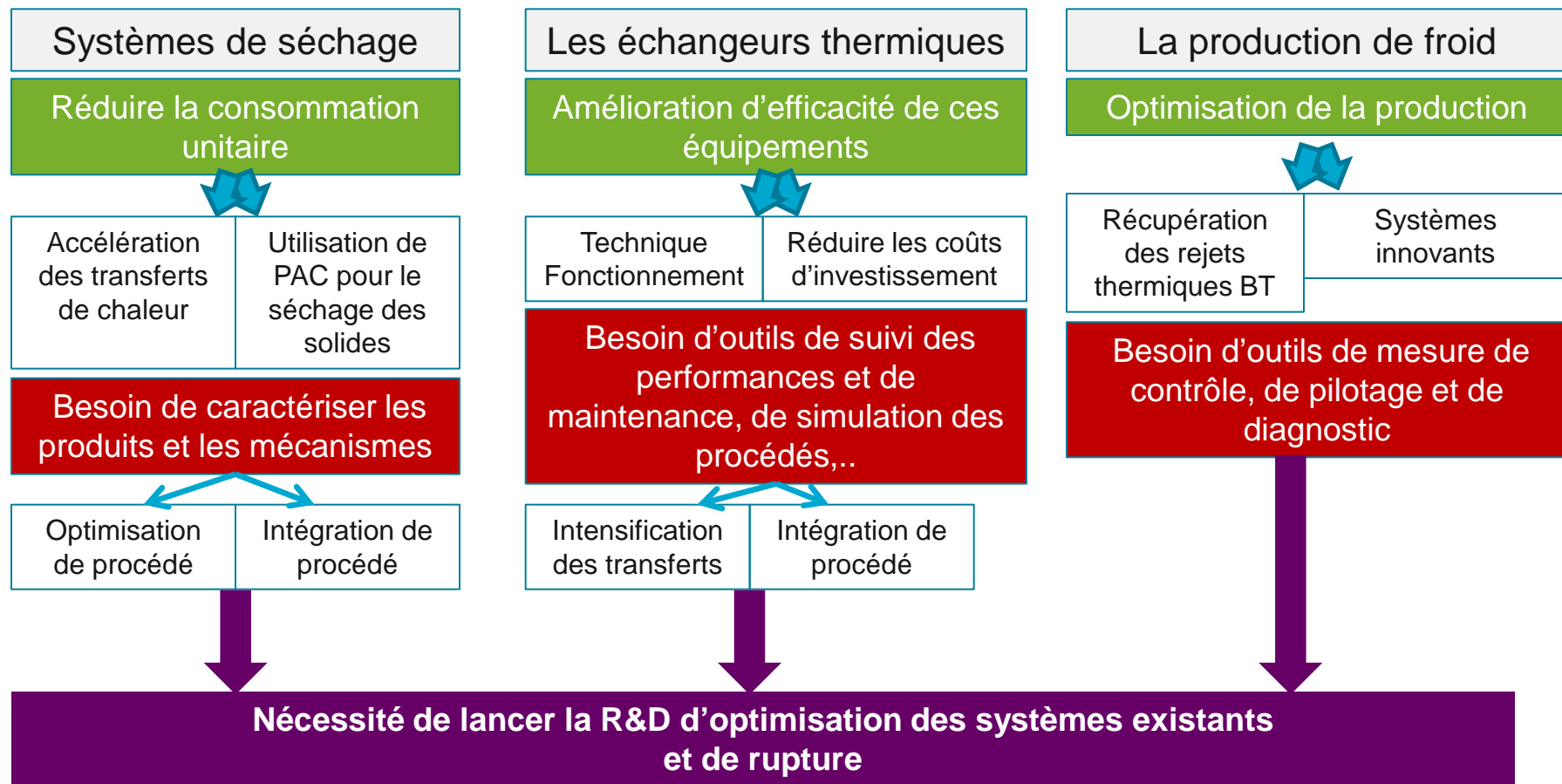
- Développement de systèmes spécifiques de stockage de froid (en liaison avec les procédés cryogéniques) :
→ économie d'énergie et lissage de courbes de charge ;
- Récupération des rejets thermiques - pollués - basse température de ces systèmes (-50°C/ -60°C) ;
- Poursuite des améliorations en matière de production de froid par compression de gaz par :
 - la recherche de nouveaux fluides ;
 - la gestion de l'accumulation du givrage des évaporateurs ;
 - l'optimisation des échangeurs thermiques, des compresseurs et moteurs électriques (haute vitesse);
 - la récupération de l'énergie de la détente ;
 - la distribution optimisée de l'air ;
 - développement de systèmes de contrôle commande prédictifs intelligents ;
 - Conception de systèmes avancés,.

Mais aussi besoins de :

- développements de systèmes innovants (froid magnétique, utilisation de chaleurs fatales, mais aussi dans le domaine des outils de mesures, de contrôle et de pilotage, ainsi que de diagnostic).
- développements de méthodes d'ACV adaptées,..

Source des informations : Séminaire organisé par le GP8 de l'Alliance ANCRE, Janvier 2013

Synthèse sur les enjeux et les leviers de l'innovation



Clé de lecture	
Enjeu	Verrou

Dans de nombreux cas, nécessité d'accéder à des équipements d'essais pour l'acquisition de données et les tests

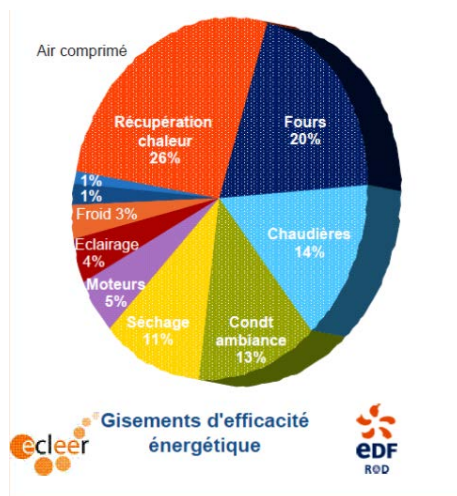
i. Composants et sous-systèmes des procédés industriels

ii. Potentiel de réduction de la consommation énergétique du secteur industriel

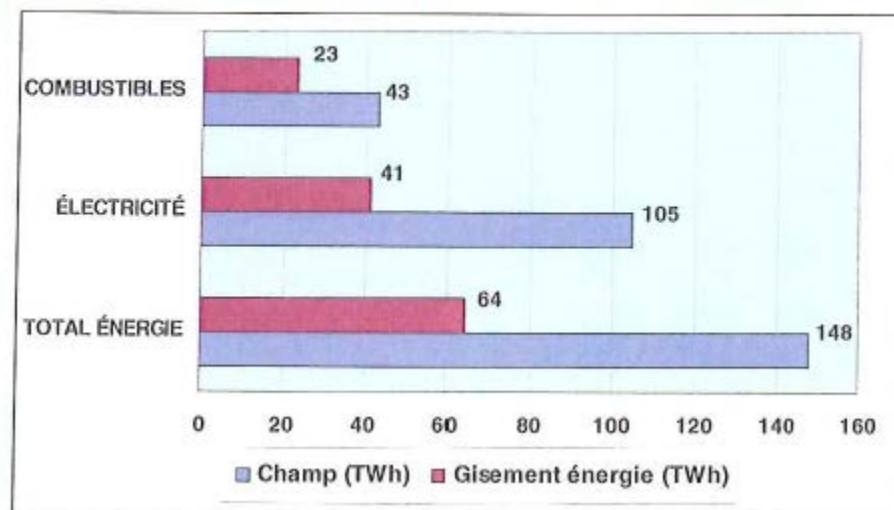
Un très fort potentiel de réduction de la consommation énergétique dans l'industrie

Un potentiel significatif en matière de réduction de la consommation énergétique du secteur industriel en agissant directement sur les procédés mais aussi sur les opérations transverses.

- **Potentiel industrie** : Potentiel technique de récupération d'énergie dans l'industrie : 85 % de ce potentiel l'est sous forme de chaleur.
 - 18 à 26 % de gains potentiels en utilisant les meilleures technologies et une gestion optimisée.



Le gisement technique d'économies d'énergie dans les opérations transverses se monte à **64 TWh**, soit 43% du champ étudié



Source : CEREN, 2013

- **Le diagnostic énergétique vise à apporter à l'industriel une expertise et une assistance techniques opérationnelles afin qu'il mette en place des outils de suivi des consommations énergétiques au niveau de la production, de la distribution et de l'utilisation de l'énergie dans l'entreprise.**
- **Dans l'analyse plus approfondie, les enjeux sont quantifiés en évaluant techniquement et économiquement les différentes solutions préconisées.**

2000

- L'ADEME rédige un cahier des charges pour conditionner l'octroi de ses aides à la réalisation de diagnostics énergétiques dans les usines.

2006

- L'ADEME publie avec l'AFNOR un référentiel de bonnes pratiques : le BP X30-120 et incite les entreprises à réaliser des audits énergétiques.

Nov.
2013

- Publication de la directive européenne sur l'efficacité énergétique
- Article 8 : Elle impose aux Etats membres d'encourager les audits énergétiques auprès des PME et **rend OBLIGATOIRE pour les grandes entreprises la réalisation d'un audit énergétique industriel tous les 4 ans**. Celles-ci devront réaliser leur premier diagnostic d'ici 2015 (seules les entreprises ayant un « système de management de l'énergie ou de l'environnement » certifié ISO 50001 sont exemptées).

Les 3 phases du diagnostic industriel (Norme générique Audit Energie Global), en cours de déclinaison pour l'industrie):

- 1/ Campagne de comptage et de mesures sur le site industriel. Certaines entreprises ont déjà mis en place une politique de suivi de consommation qui relève d'un «Monsieur Energie». Les PME, manque parfois de «compétences techniques».
- 2/ Analyse et formulation des préconisations ;
- 3/ Accompagnement à la mise en place des actions.

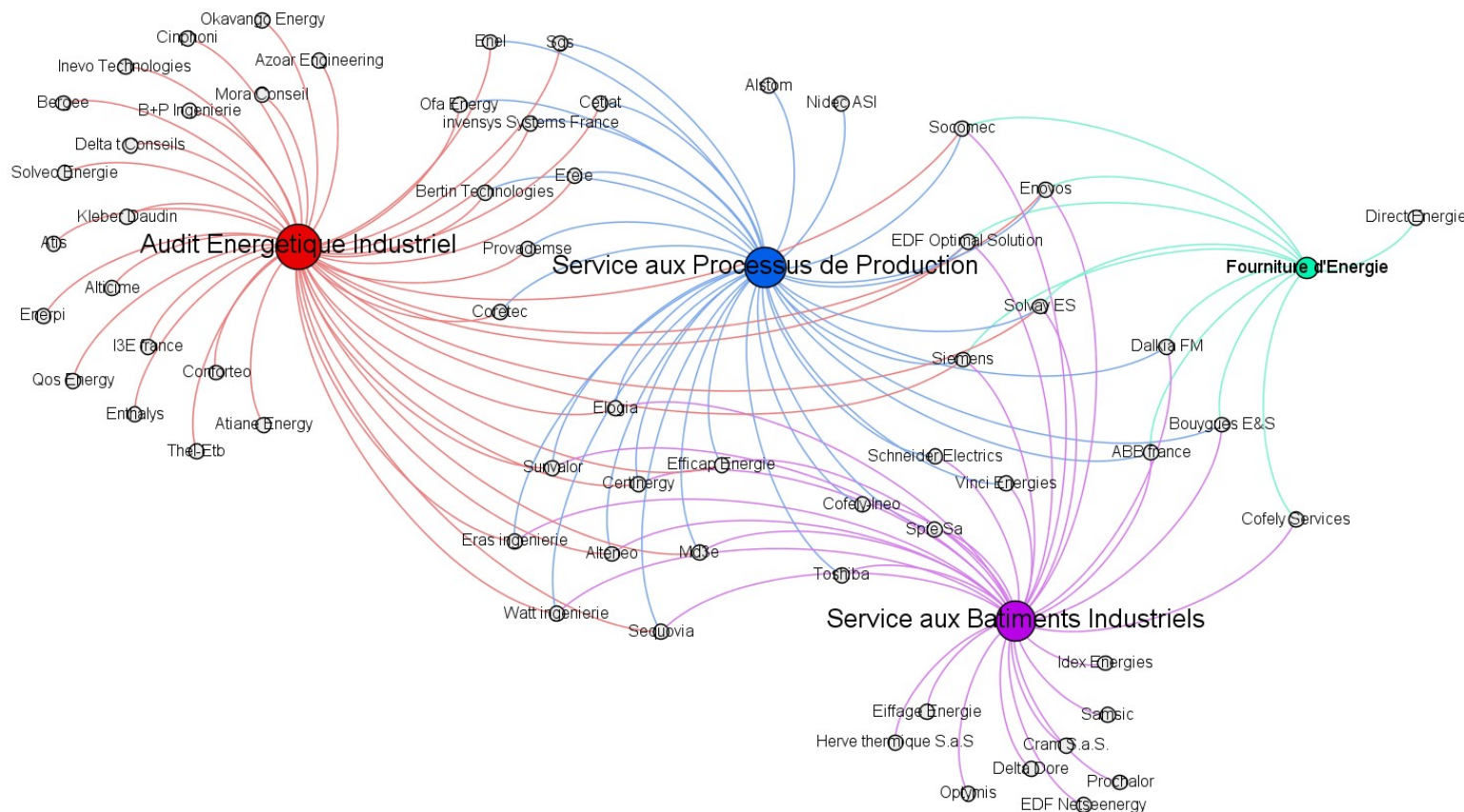
➤ Quelques sociétés d'audit énergétique et leur offre

Nom de la Société ou organisme	Type de service proposé	Coût (fonction du nombre de mesures à effectuer)	Aides et subventions
ADEME		10 à 15 K€	ADEME : Aides à hauteur de 50% du coût de l'audit pour les grandes entreprises, 60 % pour les moyennes et 70 % pour les petites.
INDDIGO Nancy		8 à 50 K€	
Inevo Technologies	Bureaux d'ingénieurs proposant aux industries une prestation d'assistance technique externalisée et d'optimisation des consommations.	1 % de la facture énergétique annuelle de la société auditée	
Cofely Services – Dev. Marché industrie	Logique de partenariat : réalisation du diagnostic qui aboutit à des offres de services		

➤ Deux types de démarches pour la réalisation d'un audit :

- démarches collectives, à l'initiative de l'ADEME et des CCI, elles ciblent un secteur. Ce type de démarche permet de mutualiser les moyens, l'élaboration de préconisations spécifiques au secteur et l'accès à des subventions sur le coût du diagnostic.
- démarches individuelles (aide financière par l'ADEME).

Cartographie des acteurs : diagnostique énergétique et fournisseurs de services



Les acteurs se positionnent autour de 4 grands types de services :

- l'audit énergétique industriel ;
- le service aux Processus de Production ;
- le service aux bâtiments industriels
- la fourniture d'énergie.

La majorité des acteurs se positionnent sur plusieurs domaines.

Source : IFPEN d'après infos sociétés

REX des industriels sur leurs actions en matière d'efficacité énergétique

Dans la plupart des entreprises sélectionnées pour entretien, si audit énergétique il y a eu, il a été réalisé en interne. Toutefois, les responsables de PME prennent progressivement conscience de l'intérêt de faire réaliser une évaluation du gain potentiel.



Incitations fortes pour la réalisation d'audits énergétiques.
Obligatoire à moyen terme.

Toutes les entreprises mettent en place de nouveaux équipements de récupération/valorisation et économie d'énergie

- Mise en place de récupérateurs thermiques sur les fumées ;
- Mise en place de systèmes de récupération partielle de la chaleur des fours par brassage d'air de combustion dans des échangeurs ;
- Mise en place de moteurs électriques à vitesse variable ;
- Fiabilisation du comptage d'énergie ;
- Bâtiments, utilités : mise en place d'un système de gestion centralisée de la chaleur,..
- *Installation de chaudière biomasse (remplacement gaz nat.)*

Gains réalisés quantifiés



Réalisation en interne souvent sans appel aux fournisseurs de services énergétiques

Gros investissements : Appel à financements externes (ADEME, région,..)

Selon l'ADEME, il existe un gisement d'économies d'énergies (liées à l'organisation, à l'innovation et aux technologies éprouvées) économiquement acceptable de - 20 % entre 2010 et 2030 par tonne produite.



Récupérateur de chaleur
installé sur la chaudière

Crédit photo : SAFT

Groupe SAFT : spécialiste de la conception et de la production de batteries de haute technologie (batteries à base de nickel, piles au lithium, batteries Lithium-ion,.) destinées à l'industrie, aux transports aériens et ferroviaires, à l'électronique, .

Le poste énergie du site représentait à lui seul 2 Mns€ et près de 2% du CA.

Partenaires : ADEME Dir. régionale Aquitaine et Conseil régional Aquitaine

Coût :

Coût du diagnostic énergie : 30 k€

Coût des investissements : 280 k€

Bilan :

Récupérateur de chaleur de la chaudière :

- 2 300 MWh économisés par an
 - 147 tonnes équivalent CO2 évitées par an
 - 8 % d'économie sur le poste de dépenses d'énergie concerné.
- + ***Optimisation du réseau d'eau***



Récupérateur de chaleur
installé sur la chaudière

Crédit photo : SAFT

2006 : la société a commencé par s'équiper d'instruments de mesure qui lui ont permis d'identifier très précisément l'origine de 85 % de ses consommations d'énergie.

- Cabinet d'études spécialisé MD3E pour réaliser un diagnostic énergie du site et définir le plan d'actions à mettre en oeuvre pour réduire ses consommations.
- Le diagnostic a révélé la possibilité d'installer un système permettant de récupérer la chaleur au niveau des fumées de la chaudière de l'usine. La chaleur récupérée serait alors réutilisée pour préchauffer l'eau chaude nécessaire aux process chimiques.
 - 2008 : mise en place d'un échangeur tubulaire sur le conduit des fumées de la chaudière.
 - économie annuelle de 70 K€ ; retour sur investissement de 4 ans.
- Le diagnostic a aussi révélé que dans la partie la plus éloignée de la chaudière, le réseau d'eau alimentant le système de chauffage des bâtiments présentait des pertes d'énergie très importantes.
 - suppression du système et remplacement par un nouveau dispositif combinant d'une part un récupérateur de chaleur installé sur des compres-seurs d'air et d'autre part une pompe à chaleur
 - économie de 1 100 MWh et de 70 tonnes équivalent CO₂ ; économie financière de 3,6 % sur le poste des dépenses d'énergie concerné ; retour sur investissement de 4 ans.

Foyers d'énergies fatales identifiés dans l'industrie

«Actuellement, plus de 35 % de l'énergie utilisée dans l'industrie est perdue dans les fumées des fours ou dans les eaux de refroidissement à des températures trop basses (60 à 300 °C) pour qu'elles puissent être utiles directement dans les process, dans les liquides et solides hautes températures (500 à 1500°C)».

«75 % de l'énergie perdue dans les process industriels l'est sous forme de chaleur BT 30 à 150 °C»

Foyers identifiés – Issus des process

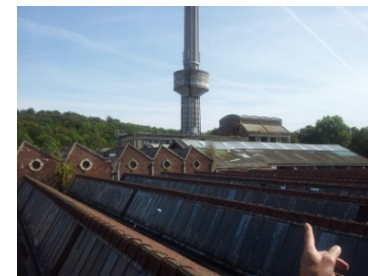
- Energie de process évacuée sur des tours aéro-réfrigérantes, sur cours d'eau ou en mer.
- Filière Verre : énergie de rayonnement de produits en refroidissement à l'air libre (énergie résiduelle du verre), énergie issue de fours (récupération d'énergie dans les eaux de refroidissement de process des fours verriers).
- Métallurgie : laitiers liquides, brames d'acier solides,
- Cartonnerie : système de récupération des déchets de carton, qui de par sa conception, aspire l'air chaud des ateliers, et rejette à l'extérieur.
- Conserverie : chaleur basse température (30 à 40°C) issue des autoclaves, des stérilisateurs,.

Foyers identifiés – Issus des déchets

- Energie contenue dans du biogaz actuellement brûlé en torchère.

Foyers identifiés – Issus des utilités

- Déperdition thermique des bâtiments (vétusté des installations,.)
- Énergie perdue sur les compresseurs d'air comprimé, les compresseurs de froid industriel et les pompes à vide ;
- Chaleur émise par les installations et rejetée à l'extérieur (groupes froid, rotomoulage peinture, presse à injecter,.) ;
- Énergie perdue sur l'air extrait au niveau des ventilations de locaux sans double flux ;
- Énergie non valorisée sur les installations issues de cogénérations ;
- Énergie perdue sur les fumées de combustion sur tous types de brûleurs (chaudière eau, chaudière vapeur) ;



Credit photo : NDC

Energies perdues : Bilan région Nord Pas-de-Calais

Gisement le plus intéressant : représente 13 % de l'objectif régional de 12 % d'ENR en 2020 (18,9 TWh/1628 ktep)

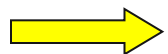
ENERGIE FATALE >90°C	ENERGIE FATALE 60°C<T<90°C	ENERGIE FATALE T<60°C	TOTAL
Fumées entre 150 et 1500 °C	Eau chaude	Eau chaude	
2 378 421 MWh	3 959 MWh	32 643 142 MWh	35 025 522 MWh
205 ktep	0,3 ktep	2 807 ktep	3 013 ktep
6,8%	0,01%	93,2%	100,0%

Principaux secteurs producteurs d'énergie fatale

Filière industrielle	Energie perdue (en MWh)
Agro-alimentaire	611 139
Automobile	137 589
Chimie	3 067 137
Cimenterie	36 643
Papier-Carton	81 028
Plastique	28 042
Textile	8 825
UIOM	1 590 311
Verre	132 277
Métallurgie-Sidérurgie	5 780 605
Production d'énergie	23 499 868
Total	35

Conclusion étude ADEME/DR :

Energie fatale totale région NPC (857 entreprises) : 35,1 TWh/3 013 ktep



170 entreprises génèrent à elles seules : 34,9 TWh/3 001 ktep

32 entreprises sélectionnées pour mise en place de projets de récupération d'énergie fatale sur des fours industriels, circuits de refroidissement, gisement de biogaz.

Source : étude Environord, ADEME, 2012

Récupération de chaleur en provenance des Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères (UIOM) :

- Presque tous les UIOM ont été complétées par un RC (Paris, Lyon, Nantes, Grenoble, Bordeaux,..)
- Concurrence de l'électricité : à la place d'un échangeur, les exploitants d'UIOM ont monté des turbo-alternateurs à vapeur (électricité plus facile à transporter).
- Il reste de la place pour de nouveaux projets,
- Aujourd'hui, 5 800 000 MWh thermiques fournis annuellement par les UIOM.

Récupération de chaleur en provenance de procédés de fabrication :

- Dunkerque : Récupération de la chaleur perdue des chaînes d'agglomération Arcelor Mittal. Les hauts fourneaux fournissent 55 % de la chaleur nécessaire à 15 000 logements, soit 70 000 MWh.
- Strasbourg : La chaleur fatale de la raffinerie Shell fournit une part des 40 000 MWh vendus sur les réseaux de Hoenheim et Reichstett.
- Montpellier : La chaleur dissipée par les pompes thermo-frigorifiques (fabrication de froid) est utilisée pour remonter la température du réseau de chaleur à 50 °C.



Perspectives d'avenir pour la récupération de chaleur :

- stockage saisonnier en nappes souterraines : la chaleur dissipée l'été par les groupes thermo-frigorifiques est récupérée l'hiver ;
- Récupération de chaleur sur centrale nucléaire (Projet finlandais *Loviisa 3* mené par Fortum pour alimenter la ville d'Helsinki (conduite de 80 km).



Prise d'énergie sur la chaîne d'agglomération Arcelor-Mittal

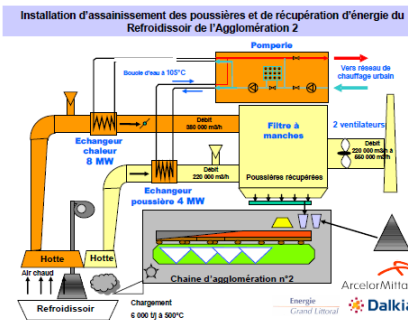


Schéma de principe.



Dunkerque : Mix énergétique résultant sur le réseau - 2010

La récupération concerne aussi le froid :

- **Absorption :**
 - - sur Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (chaleur perdue l'été) : Monaco (20 000 t de vapeur/an), Barcelone (30 000 MWh répartis entre C et F).
 - Sur cogénération, si la production d'électricité est prioritaire (trigénération) : Lisbonne, Londres.
- **Récupération de froid lié à la détente d'un gaz : regazéification en terminal gazier (Barcelone)**
- **Récupération de froid sur les pompes à chaleur (dans le cadre d'un stockage saisonnier (Pays-Bas)).**
- **ENR & R : énergies renouvelables et récupérables.**

a. Le tissu industriel français

b. Amélioration des performances technologiques et potentiel de gains

c. Récupération et valorisation des énergies fatales



Une analyse approfondie de la propriété industrielle a par ailleurs été réalisée sur la récupération et la valorisation de l'énergie fatale. Elle a notamment pour objectif :

- de cartographier les forces françaises, européennes et mondiales de R&D ;
- d'identifier les tendances technologiques , les technologies clés et les technologies émergentes.

 Focus sur les politiques et programmes d'aides à l'industrie au Japon



RÉCUPÉRATION ET VALORISATION DES ÉNERGIES FATALES

CARTOGRAPHIE DES TECHNOLOGIES ET COMPÉTENCES

Grégoire MICHEL, Consultant

Guillaume FERRE, Directeur

Contact ANCRE : Marie-Françoise CHABRELIE – IFPEN

Ref. Affaire : ANC201307-01

Mars 2014

Résultats Intermédiaires - CONFIDENTIELS

1. Contexte et **objectifs** de l'étude
2. Déroulement et **méthodologie** de l'étude
3. **Ce qu'il faut retenir** des principales tendances
4. Présentation des **principales caractéristiques** de la base
5. Détection des **technologies émergentes** et **d'intérêt**
6. Focus par **segment technologique**
7. Pour aller **plus loin**
8. Listing des **experts** interviewés



Contexte et objectifs de l'étude

CONTEXTE & OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

- Dans le cadre de sa mission, le CVT de l'ANCRE a décidé le lancement d'une étude stratégique, OptiSites, sur l'optimisation énergétique et environnementale des industries et des exploitations agricoles de l'échelle de l'installation jusqu'à celle du territoire.

Objectifs de l'étude **OptiSites** :

- ▶ Mieux comprendre le fonctionnement des procédés industriels, notamment leurs différents types de composants et de sous-systèmes.
- ▶ Identifier les verrous dans le domaine.
- ▶ Identifier les besoins de nouvelles technologies et de R&D.

- Le CVT a demandé à Avenium de réaliser une analyse bibliographique permettant d'identifier, au niveau international, les détenteurs de portefeuilles de solutions techniques innovantes permettant l'optimisation des flux de chaleur des unités installées sur les sites industriels.

Objectifs de l'étude **Avenium** :

- ▶ Cartographier les forces françaises, européennes et mondiales
- ▶ Identifier :
 - Les tendances technologiques
 - Les technologies clefs et les technologies émergentes
 - Les opportunités et menaces dans l'environnement technologique
- ▶ Apporter des recommandations sur les segments à approfondir



Déroulement et méthodologie de l'étude

DÉROULEMENT DE LA MISSION

← Points d'avancement téléphoniques → ← Points d'avancement téléphoniques →

Décembre 2013

Janvier 2013

Mars 2013



Réunion de lancement

Point Intermédiaire

Présentation des résultats de l'étude

Constitution de la base brevet et analyse des principaux indicateurs

Focus sur technologies d'intérêts et l'Europe

Synthèse et Recommandations

Mots-clés et équations de recherche

Constitution et segmentation des bases brevets & publications

Analyse des principaux indicateurs (Monde)

Présentations/validation des résultats intermédiaires aux experts & responsables GP

Analyse des principaux indicateurs sur l'Europe et la France

Analyse des principaux indicateurs sur les technologies d'intérêt

Détection de technologies d'intérêt et/ou émergentes

Présentations/validation des résultats, tendances et recommandations aux responsables GP

STRATÉGIE DE RECHERCHE : RÉALISATION DES BASES BREVETS

PÉRIMÈTRE DE RECHERCHE

- ▶ Recherche effectuée sous le portail **Thomson Innovation** de **1994 à aujourd'hui**.
- ▶ Afin de conserver les brevets d'intérêts, les brevets asiatiques ont été traités de façons différentes :
 - ▶ Les brevets **chinois** non étendus **ne sont pas pris en compte**.
 - ▶ Les brevets **japonais, sud-coréens** ne sont pas **pris en compte** dans l'étude.
- ▶ Aucune restriction n'a été appliquée concernant les brevets des autres pays (Europe, Amérique ...)
- ▶ Les **Utilities Models** ont été supprimés.

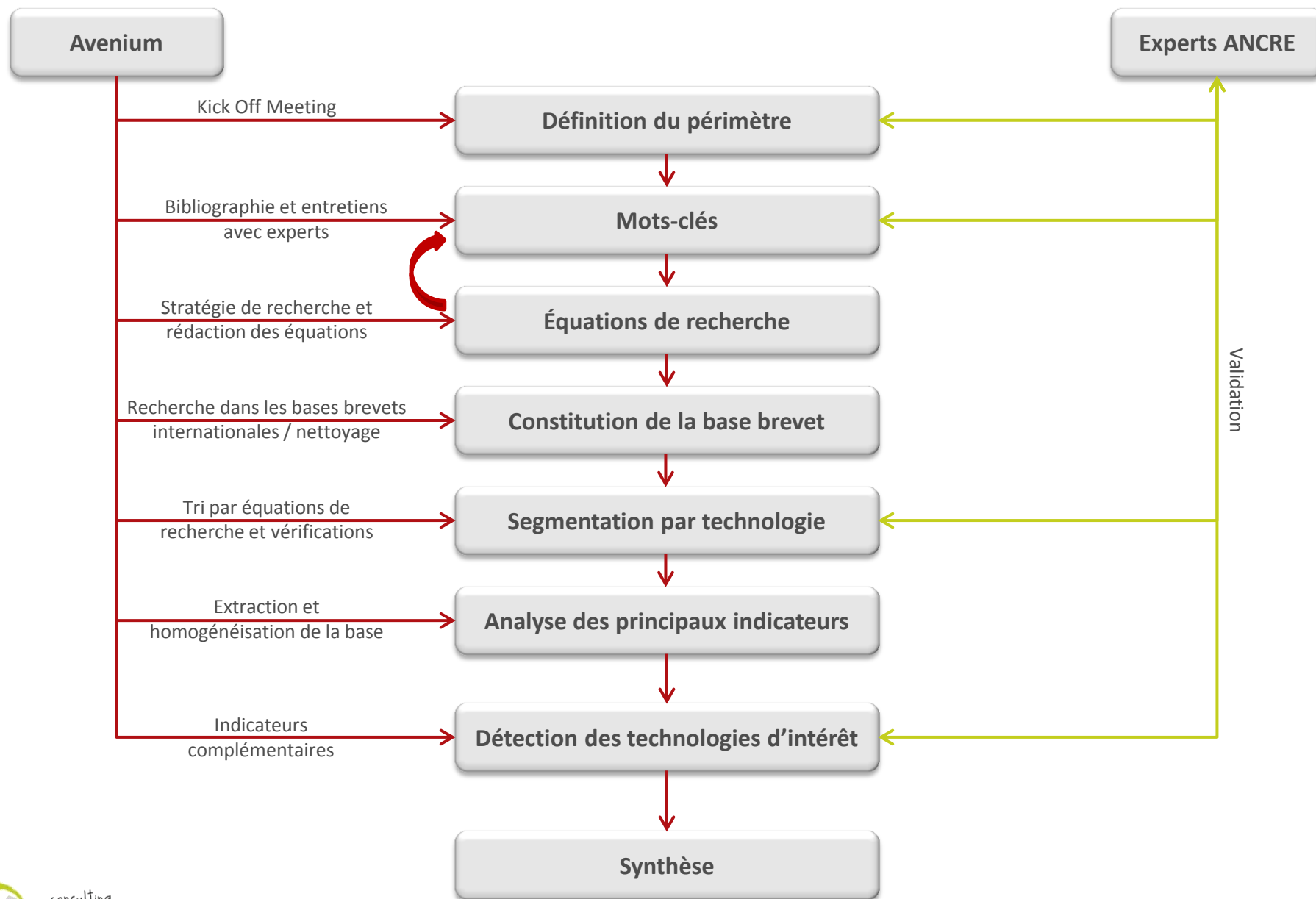
SEGMENTATION & MOTS CLÉS

- ▶ Les **équations de recherche** ont été rédigées afin d'identifier les technologies traitant de la récupération et valorisation des énergies fatales. Une équation de recherche **pour chaque segment** intégrant mots-clés et classes CIB (si nécessaire) assurant des données d'**interprétation pertinentes** : la stratégie de recherche est décrite en détail dans la slide suivante.
- ▶ Mots-clés de recherche **définis avec les experts ANCRE** et complétés par Avenium.
- ▶ Une famille de brevets **peut être associée à plusieurs segments** à la fois.
- ▶ La notion de **Hautes Températures est relative** à chaque domaine applicatif. Aussi, l'étude devant couvrir une gamme de température importante de 80°C à plus de 1000°C, caractéristiques des environnements industriels et agricoles, la restriction aux hautes températures a été appliquée sur certaines stratégies de recherche uniquement.

LIMITATIONS APPLICATIVES

- ▶ Le périmètre applicatif de l'étude étant limité aux **milieux industriels et agricoles**, il a été choisi d'exclure avec l'accord d'ANCRE, par certains mots clés, les familles de brevets d'autres secteurs tels que les transports, l'habitation, la microélectronique ...

MÉTHODOLOGIE : RÉALISATION DE LA BASE BREVETS



STRATÉGIE DE RECHERCHE : RÉDACTION DES ÉQUATIONS DE RECHERCHE

■ Stratégie de recherche **PAR TECHNOLOGIE** :



ET

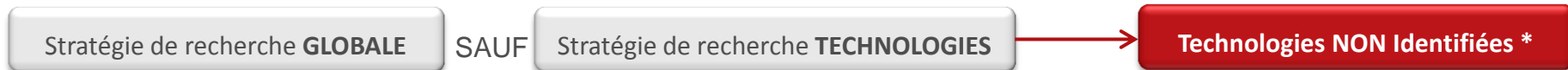
- Utilisation Directe & Echangeurs de chaleur
- Pompe à Chaleur Haute Température
- Cycle Moteur à Air Chaud – Cycle Stirling
- Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique
- Cycles de Rankine et Kalina
- Dispositifs à Sorption et Thermochimiques
- Dispositifs à Matériaux PCM
- Dispositifs Thermo-frigorifiques à Ejection
- Dispositifs à Turbine de Tesla
- Dispositifs à Effets Magnétocalorique

■ Stratégie de recherche **GLOBALE**:



11 Segments technologiques analysés

■ Stratégie de recherche **PAR EXCLUSION**:



* Il est entendu par « Technologies NON Identifiées » les technologies n'ayant pas répondues aux recherches et segmentation par mots clés

PÉRIMÈTRE DE RECHERCHE

- ▶ Recherche effectuée sous le portail **ISI Web of Knowledge** (Thomson Innovation) de **2003 à aujourd'hui**.
- ▶ Contrairement aux brevets, **aucune restriction géographique** n'a été appliquée concernant les publications scientifiques.
- ▶ Les recherches sont effectuées dans 4 champs disponibles : **Titre, Résumé, Mots Clés – Auteur, Keywords Plus®**.

SEGMENTATION & MOTS CLÉS

- ▶ Les **équations de recherches** sont celles employées pour réaliser les bases brevets, elles ont été simplement adaptées au module de recherche des publications scientifiques. De la même façon, elles ont été rédigées afin d'analyser les technologies traitant de la récupération et valorisation des énergies fatales. Une équation de recherche **pour chaque segment** intégrant mots-clés assurant des données d'**interprétation pertinentes**.
- ▶ Mots-clés de recherche **définis avec les experts ANCRE** et complétés par Avenium.
- ▶ Une publication scientifique **peut être associée à plusieurs segments** à la fois.

LIMITATIONS APPLICATIVES

- ▶ Les limitations applicatives sont les mêmes que pour les brevets : le périmètre applicatif de l'étude étant limité aux **milieux industriels et agricoles**, il a été choisi d'exclure avec l'accord d'ANCRE, par certains mots clés, les familles de brevets d'autres secteurs tels que les transports, l'habitation, la microélectronique ...



Ce qu'il faut retenir

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES MONDIALES

- En matière de **dépôts de brevets** et de **publications scientifiques**, le dynamisme de l'activité inventive traitant de la récupération et la valorisation des énergies fatales en milieux industriels **reflètent les forts enjeux** technologiques et économiques de ce domaine.
 - ▶ Entre 1994 et 2011, le **CAGR est de 5%**. Cependant, les brevets chinois non étendus ne sont pas pris en compte, le CAGR serait dans ce cas plus important.
 - ▶ Un **ralentissement est observé en 2011** au niveau des dépôts de brevets : une baisse d'activité notamment chez les déposants nord-américains.
 - ▶ Malgré ce ralentissement, **General Electric, Alstom, Siemens, IFPEN** continuent de bâtir d'importants portefeuilles brevets.

- Les **acteurs industriels japonais** détiennent les portefeuilles brevets les plus denses :
 - ▶ Les **acteurs asiatiques** détiennent d'importants portefeuilles, mais ne sont pas les plus dynamiques ces dernières années.
 - ▶ Parmi les 10 plus gros portefeuilles, seul l'américain **General Electric** se positionne parmi les industriels nippons
 - ▶ Les portefeuilles des industriels européens sont moins importants : **Siemens** et **Alstom** se positionnent dans le Top 20

- Les **familles de brevets sont dans leur ensemble bien étendues**, avec en moyenne 2,7 pays d'extension par famille :
 - ▶ Bien que les familles de brevets chinois non étendues hors de Chine ne soient pas prises en compte, **les familles de brevets asiatiques restent globalement peu étendues** : 86 % d'entre elles ne sont pas étendues hors d'Asie.
 - ▶ Seulement **32%** des brevets déposés en Europe sont protégés **hors d'Europe**, alors que **50%** des brevets nord-américains sont protégés **hors d'Amérique du Nord** (USA & Canada).
 - ▶ Les dépôts prioritaires et extensions en **Amérique du Sud, Afrique** et **Océanie** sont **confidentiels** par rapport à l'activité internationale.

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES MONDIALES

- Entre les différents segments technologiques, on observe **une grande disparité du dynamisme inventif** en termes de brevets et de publications :
 - ▶ Les segments technologiques n'affichent pas tous le même dynamisme. Les **pompes à chaleur hautes températures**, les dispositifs d'**utilisation directe de la chaleur** et les dispositifs à **cycles ORC et Kalina** sont les plus attractifs. À eux trois, ils concentrent 55% des brevets de la base.
 - ▶ Le segment « dispositifs à **cycles ORC - Kalina** » est le seul segment dont **l'activité inventive ne ralentit pas en 2011**.
 - ▶ **23% des brevets de la base n'ont pas pu être classés**, à l'aide des mots clés, dans les segments étudiés. Ils sont regroupés dans le segment « Technologies non définies ».
 - ▶ Le segment « **Dispositifs thermo frigorigifère à éjection** » est le seul segment où l'activité inventive décroît annuellement depuis 2006 (CAGR (2006/2011) de -13%). **Denso**, principal déposant sur ce segment, semble s'y désengager.

- Les acteurs académiques sont **plus nombreux à publier des articles scientifiques** :
 - ▶ Bien que peu importante, **5 %** des dépôts sont d'origine académique, l'activité des acteurs académiques est **en croissance**.
 - ▶ Les membres de l'ANCRE (l'**IFPEN**, le **CEA** et le **CNRS**) ont une activité inventive et visible à l'échelle internationale.
 - ▶ Contrairement aux industriels japonais, les acteurs académiques **japonais** sont **peu visibles** en termes de brevets à l'inverse des acteurs **français** et **sud-coréens**.
 - ▶ Les académiques **ne semblent pas se positionner sur des segments de niche**, mais sur ceux où les industriels sont présents.

- Ces dix dernières années, la rédaction de **publications scientifiques** est très **importante et dynamique** :
 - ▶ Certains acteurs académiques du domaine, **qui ne sont pas visible à travers le prisme des brevets** le deviennent par l'analyse des publications : Chinese Academy Of Sciences (**Chine**), University Of California (**USA**), United States Department Of Energy (**USA**), Indian Institute Of Technology (**Inde**), Consejo Superior De Investigaciones Cientificas (**Espagne**) ...
 - ▶ **Les acteurs académiques chinois sont nombreux** à travailler sur cette thématique : **leurs familles de brevets sont très peu étendues** et par conséquent ces acteurs ne sont pas visibles dans cette étude.

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES EN EUROPE

- Depuis le début des années 2000, **la part d'invention protégée en Europe ne cesse de croître.**
 - ▶ Plus d'**une innovation sur trois est protégée en Europe**, 2 tiers d'entre elles font l'objet d'un dépôt prioritaire en Europe.
 - ▶ Cette part d'invention protégée en Europe ne cesse de croître, cependant encore **deux tiers des innovations** n'étant pas protégées en Europe **peuvent y être utilisés librement**. L'analyse de celle-ci peut permettre de dynamiser **l'activité inventive européenne** en limitant le risque de menace de liberté d'exploitation.
 - ▶ Le ralentissement observé en 2011 est essentiellement dû aux déposants nord-américains et asiatiques qui ont moins étendu leurs familles de brevets en Europe. L'activité inventive des déposants européens reste constante.

- L'effort d'innovation est majoritairement soutenu par les **acteurs industriels allemands** :
 - ▶ Après les déposants allemands (22%), ce sont les **déposants américains** (19%) et **japonais** (12%) qui protègent le plus d'inventions sur le territoire européen. Les dépôts d'origine française représentent **7 % des dépôts prioritaires** de la base.
 - ▶ Général Electric (**USA**) et Denso (**Japon**) sont les acteurs ayant le plus grand nombre de technologies protégées en Europe. **Siemens**, premier déposant européen, est seulement en troisième position. Les Français **Alstom** et **IFPEN** complètent le Top 5.
 - ▶ Les segments technologiques qui suscitent **le plus d'intérêt en Europe** sont les mêmes que ceux identifiés dans le reste du monde : **Utilisation directe** des énergies récupérées et dispositifs à **cycles ORC - Kalina**.
 - ▶ Les **acteurs académiques allemands** détiennent très peu de brevets dans ce domaine énergétique.

- La part de **brevets d'origine académique** est aussi importante en Europe que dans le reste du monde : 5%
 - ▶ **L'activité inventive d'origine académique croît depuis 2004**, les membres de l'ANCRE sont les plus actifs.
 - ▶ **L'Académie des Sciences de Russie** semble se positionner très activement sur cette thématique sans se spécialiser sur un segment technologique en particulier.
 - ▶ L'analyse des **publications scientifiques** fait apparaître d'autres acteurs européens invisibles dans la base brevets notamment Consejo Superior De Investigaciones Cientificas (**Espagne**), Max Planck Society (**Allemagne**), Consiglio Nazionale Delle Ricerche (**Italie**), Polytechnic University Of Milan (**Italie**).

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES EN EUROPE

- Bien que des acteurs majeurs nord-américains et asiatiques aient d'importants portefeuilles technologiques, **la concurrence** en termes de développements technologiques, pour les acteurs européens, **se trouve essentiellement en Europe** :
 - ▶ **63%** des familles de brevets protégées en Europe font l'objet d'un **dépôt prioritaire européen**.
 - ▶ Parmi les acteurs majeurs non européens qui intègrent l'Europe dans leur stratégie d'extension, seul **General Electric apparait comme le principal concurrent** avec une activité inventive très importante.

Denso freine depuis plusieurs années ses dépôts de brevets et leur extension en Europe. **LG, Mitsubishi** ou encore **Toyota** protègent leurs innovations en Europe, mais leurs portefeuilles de brevets sont moins importants et semblent moins menaçants.

- Les **familles de brevets** faisant l'objet d'une protection en Europe **sont très bien étendues**, avec en moyenne **3,6 pays d'extension** par famille :
 - ▶ Bien que ces familles soient bien étendues, seulement **32% des brevets déposés en Europe sont protégés hors d'Europe**.
 - ▶ Alors que les **acteurs asiatiques** étendent seulement **10%** de leurs brevets en Europe, les **déposants nord-américains** protègent près d'une innovation sur deux en Europe (**44%**).

- En Europe, près de **2 familles de brevets sur 3 sont citées au moins une fois** par un autre brevet :
 - ▶ L'analyse des brevets citants montre que les brevets protégés en Europe qui suscitent le plus d'intérêt sont des brevets originaires d'Amérique du Nord. Ils traitent notamment de l'**utilisation directe de la chaleur**, des dispositifs à **matériaux PCM**.
 - ▶ Les **familles de brevets protégées en Europe sont en moyenne plus citées** que le reste de la base (9,1 citations par familles contre 6,9) : une conséquence d'une large stratégie d'extension.
 - ▶ Bien que ces niveaux de citation soient importants, une **forte disparité** est observée entre les différents segments technologiques. À l'exception des dispositifs à Cycle ORC et Kalina, les segments les plus dynamiques et les plus denses n'ont pas forcément les taux de citation les plus importants.

CE QU'IL FAUT RETENIR DES TENDANCES EN FRANCE

- En France, l'activité inventive est **décroissante depuis 2010** :
 - ▶ Les familles de brevets déposées en priorité en France représentent **3 % de la base mondiale** :
 - ▶ L'activité inventive française suit l'activité inventive mondiale et européenne avec un **CAGR (1994/2011) de 6%**, cependant celle-ci **décroit depuis 2010** : une tendance à surveiller malgré l'activité soutenue ou naissante de quelques gros déposants.
 - ▶ **Les familles de brevets françaises sont bien étendues dans le monde**. En moyenne, une famille est étendue dans **4,2 pays**, la moyenne mondiale est de 2,7 pays/famille.
 - ▶ Derrière **quelques déposants importants et très actifs**, notamment sur les dix dernières années, le portefeuille est **très fragmenté** et réparti sur de nombreux acteurs. On constate que les déposants français, **groupes internationaux aux TPE**, sont issus de secteurs très divers (transports, chimie, énergie ...) développant des technologies ou bien mettant en œuvre celles-ci dans leurs procédés industriels.

- Une famille de brevets sur quatre est issue de **structures de recherche** :
 - ▶ Parmi ces structures de recherche, l'**IFPEN**, le **CEA**, le **CNRS** sont particulièrement visibles et actives. En Europe, les structures de recherche françaises et **membres de l'ANCRE** sont les acteurs détenant les **portefeuilles brevets les plus importants** dans la thématique récupération et valorisation des énergies fatales en milieu industriel.
 - ▶ En termes de publication d'articles scientifiques, le **CNRS** et le **CEA** font partie des instituts qui publient le plus en Europe. L'IFPEN, qui détient un portefeuille brevet très important, n'est pas visible par ce vecteur d'analyse.

- Un territoire ayant un **très fort potentiel** à travers ces acteurs académiques et industriels :
 - ▶ Le **CEA** et le **CNRS** détiennent un savoir-faire plus important encore dans ce domaine qui n'est pas entièrement reflété dans cette étude. À travers leur activité de recherche dans la production, la gestion et le stockage de l'énergie, de nombreux brevets traitant de la **thermoélectricité**, des **cycles de Rankine/Brayton** ou bien encore des **matériaux à changement de phases**, ont été déposés sans indiquer leur application à la récupération ou la valorisation d'énergies fatales en milieu industriel. Par conséquent ces technologies ne sont pas visibles, malgré cela les deux instituts font partie des principaux acteurs académiques.
 - ▶ **En France, Alstom est moins visible que dans la base mondiale. Tous les brevets de l'entreprise ne font pas automatiquement l'objet d'un dépôt prioritaire en France**, ainsi on observe une différence de comptage. Dans la base France, Alstom apparaît troisième déposant avec un portefeuille de 46 familles alors que dans la base Monde son portefeuille en contient **159**.

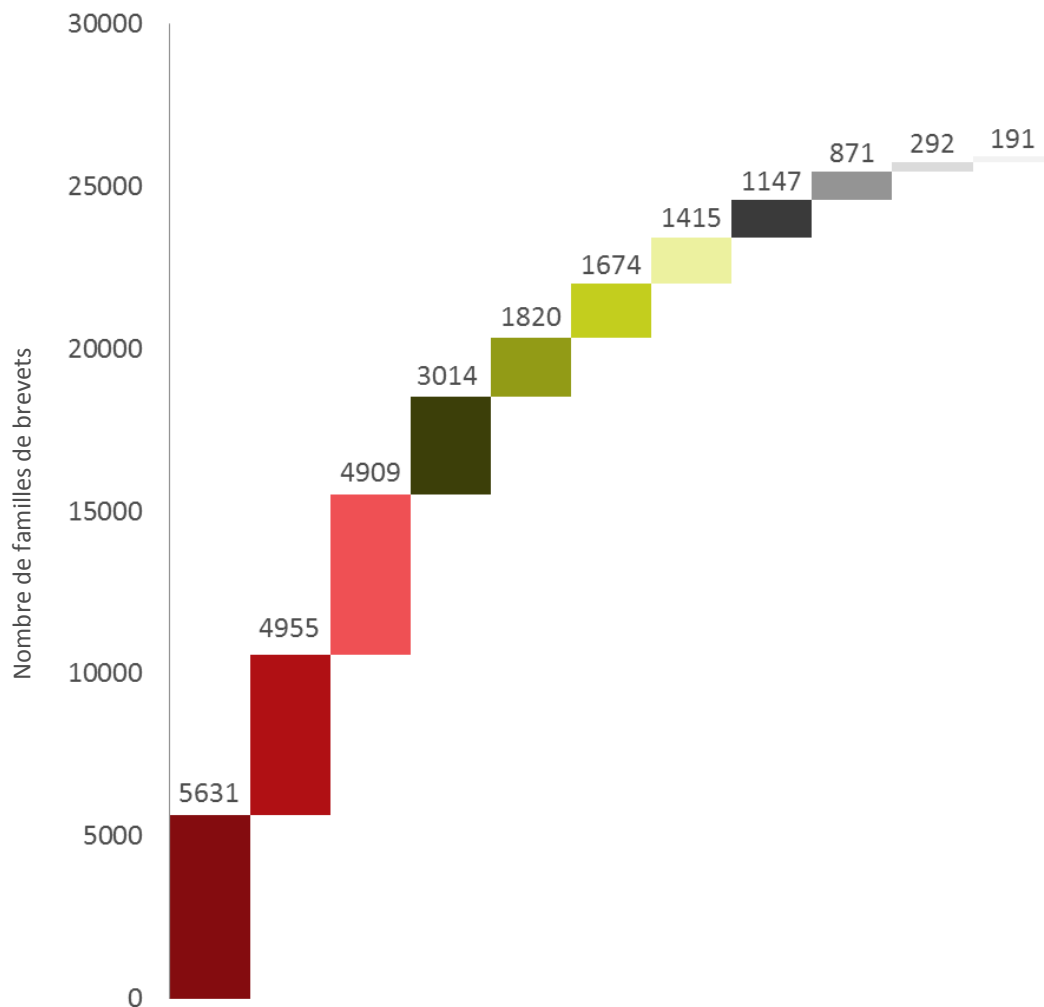


Principales tendances MONDE observées

UNE BASE BREVET IMPORTANTE QUI S'EXPLIQUE PAR LE NOMBRE DE SEGMENTS ÉTUDIÉS

Répartition des familles de brevets par segments technologiques

Familles de brevets publiées de 1994 à aujourd'hui

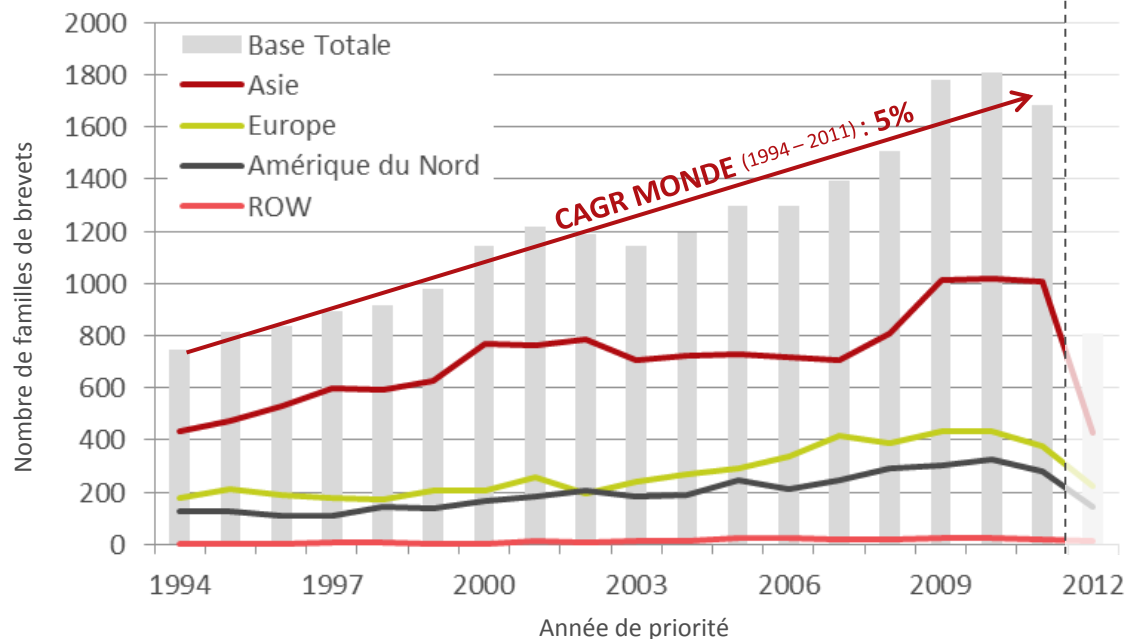


- ▶ Près de **22 000 familles de brevets** déposées depuis 1994.
- ▶ 10 segments technologiques identifiés par l'ANCRE.
- ▶ Une famille de brevets **peut appartenir à plusieurs segments** technologiques
- ▶ Près de **5000 familles** de brevets traitant de technologies non identifiées

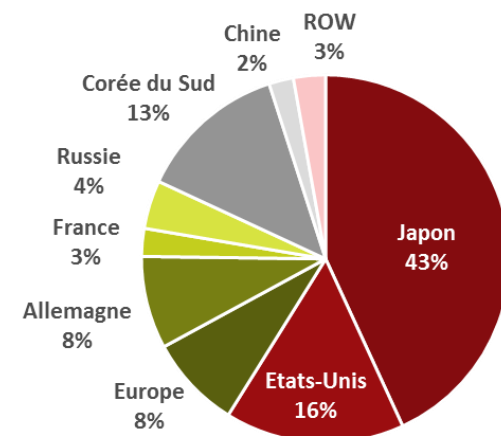
- Pompes à Chaleur Hautes Températures
- Utilisation Directe - Echangeurs de Chaleur & CHP
- Technologies Non Identifiées
- Cycle Moteur à air Chaud - Cycle Stirling
- Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique
- Cycles ORC - Kalina
- Dispositifs à Sorption & Thermochimique
- Dispositifs à Matériaux PCM
- Dispositifs Thermo Frigorifique à Ejection
- Dispositifs à Turbine Tesla
- Dispositifs à Effet Magnétocalorique

UNE ACTIVITÉ INVENTIVE MODÉRÉE, MAIS CONSTANTE DEPUIS 20 ANS

22 000 familles de brevets
déposées de 1994 à aujourd'hui

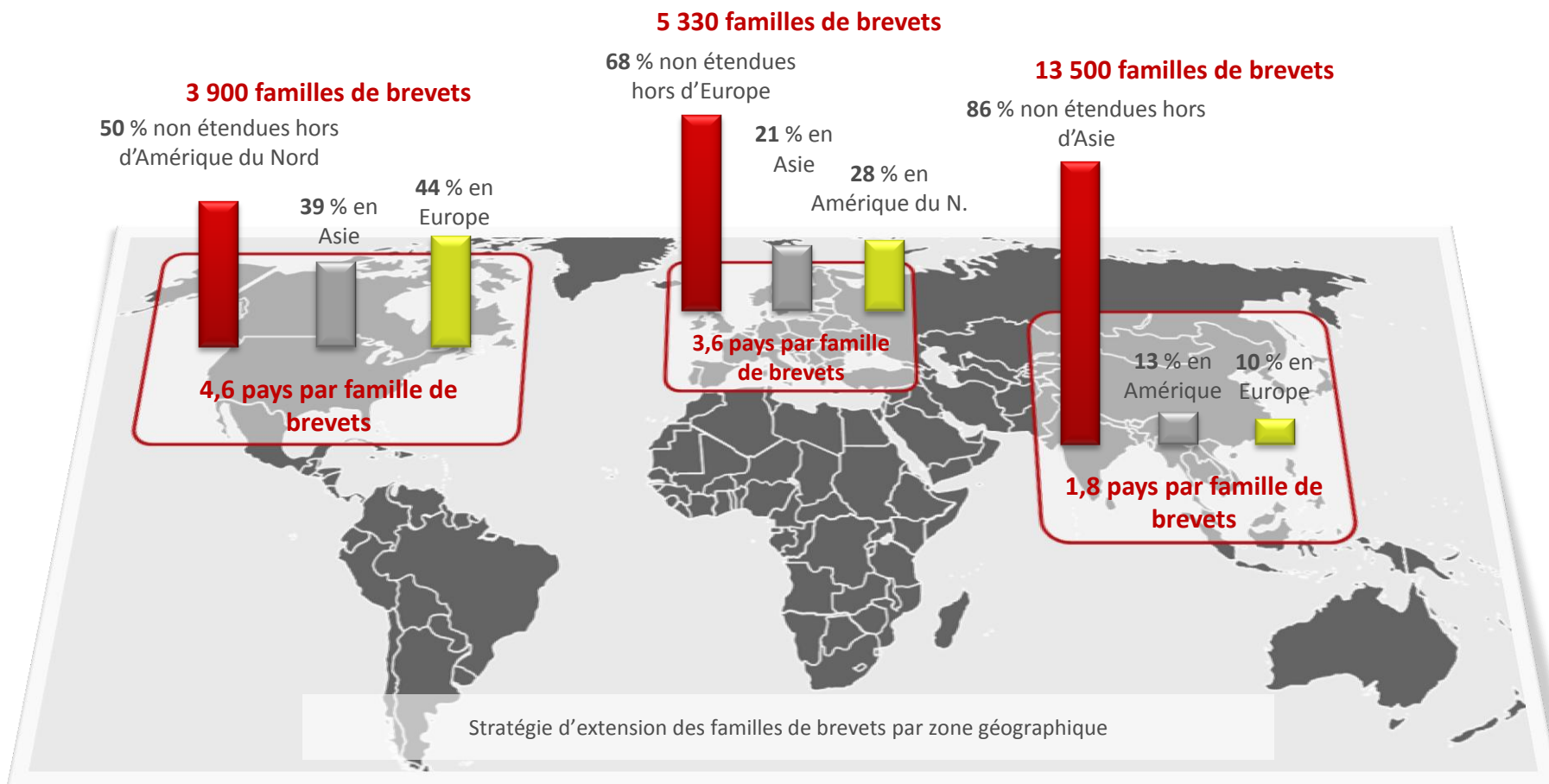


Répartition par pays de dépôts prioritaires
de 1994 à aujourd'hui



- ▶ **Le taux de croissance annuel moyen (CAGR) est de seulement 5%.** Un taux plus faible que ceux rencontrés habituellement dans le secteur de l'énergie. Cependant, il peut s'expliquer par le fait que les brevets chinois non étendus ne sont pas pris en compte dans cette étude. L'activité inventive chinoise observée, dans le secteur énergétique, est souvent bien plus importante, mais leur politique d'extension cible majoritairement le marché local : les familles de brevets sont par conséquent peu étendues.
- ▶ Un **léger recul** est observé en **2011**, une tendance à surveiller en 2012. Il semble que cette tendance est plus marquée en Europe et en Amérique du Nord, alors que l'activité inventive en Asie stagne depuis 2009.
- ▶ Les **acteurs asiatiques** détiennent la majeure partie des brevets du secteur étudié avec près de **60 % des dépôts prioritaires**.
- ▶ Les **acteurs européens** entretiennent une forte activité inventive avec **23 % des dépôts prioritaires**.

LES BREVETS AMÉRICAINS SONT LARGEMENT ÉTENDUS NOTAMMENT EN EUROPE

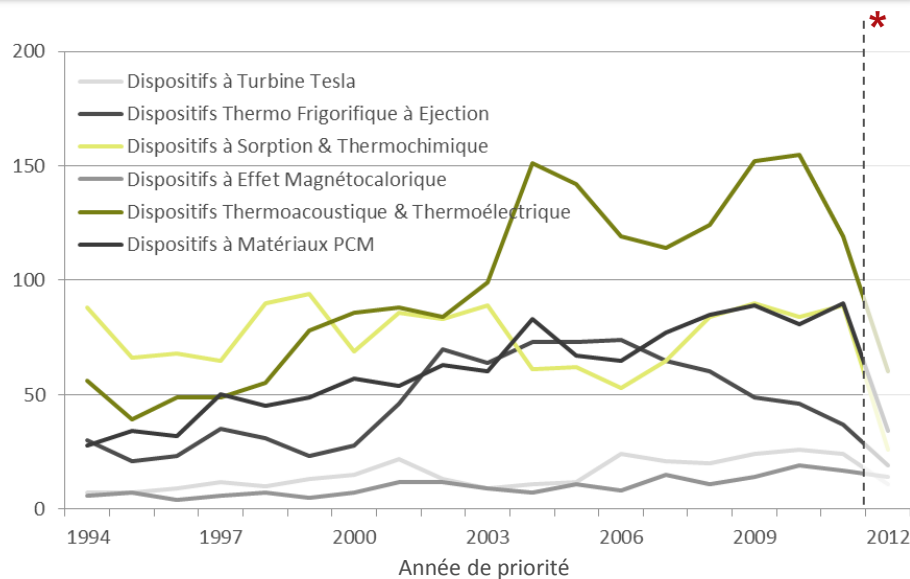
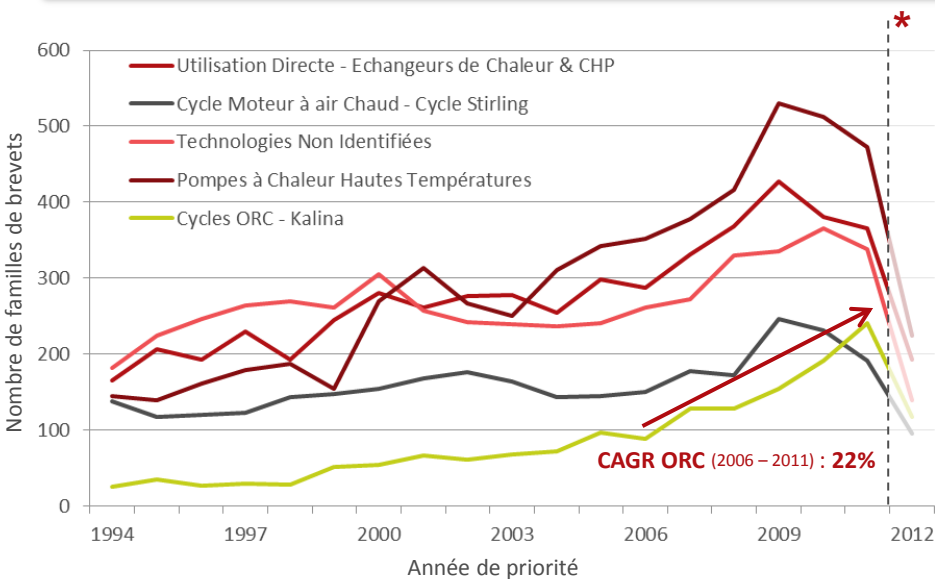


- ▶ Dans son ensemble, la base est **bien étendue**, en moyenne la protection est recherchée dans **2,7 pays**.
- ▶ **Seulement 13% des familles de brevets asiatiques sont étendues hors d'Asie**. Un pourcentage très faible qui reflète une stratégie couramment rencontrée : les acteurs asiatiques, notamment chinois, ciblent essentiellement leur marché. En moyenne seulement 10% des familles de brevets originaires de Chine sont étendues.
- ▶ La procédure **PCT** concerne **près de 25%** des familles d'invention.
- ▶ Les dépôts et extensions dans les autres zones géographiques (pays du Sud) sont plus confidentiels.

MALGRÉ UN RALENTISSEMENT EN 2011, LE SEGMENT ORC CONTINUE DE CROITRE

Activité inventive des onze segments technologiques traités

Familles de brevets publiées de 1994 à aujourd'hui

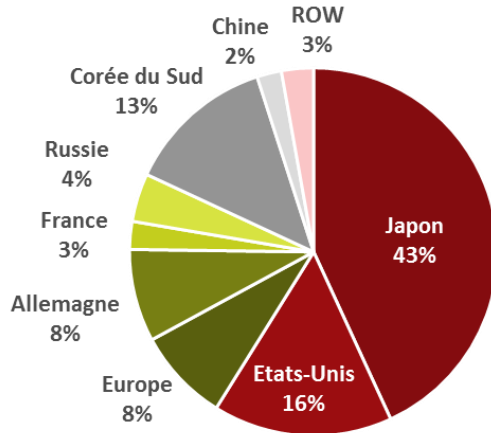


Segments Technologiques	Nbre de brevets	CAGR (1994 - 2011)	CAGR (2006 - 2011)
POMPES À CHALEUR HAUTES TEMPÉRATURES	5631	7%	6%
UTILISATION DIRECTE – ECHANGEURS DE CHALEUR & CHP	4955	5%	5%
TECHNOLOGIES NON IDENTIFIÉES	4909	4%	5%
CYCLE MOTEUR À AIR CHAUD – CYCLE STIRLING	3014	2%	5%
CYCLES ORC - KALINA	1674	14%	22%

Segments Technologiques	Nbre de brevets	CAGR (1994 - 2011)	CAGR (2006 - 2011)
DISPOSITIFS THERMOACOUSTIQUE & THERMOÉLECTRIQUE	1820	5%	0%
DISPOSITIFS À SORPTION & THERMOCHIMIQUE	1415	0%	11%
DISPOSITIFS À MATÉRIAUX PCM	1147	7%	7%
DISPOSITIFS THERMO FRIGORIFIQUE À EJECTION	871	1%	- 13%
DISPOSITIFS À TURBINE TESLA	292	8%	0%
DISPOSITIFS À EFFET MAGNÉTO CALORIQUE	191	6%	16%

UN SECTEUR MAJORITAIREMENT STIMULÉ PAR LES INDUSTRIELS JAPONAIS

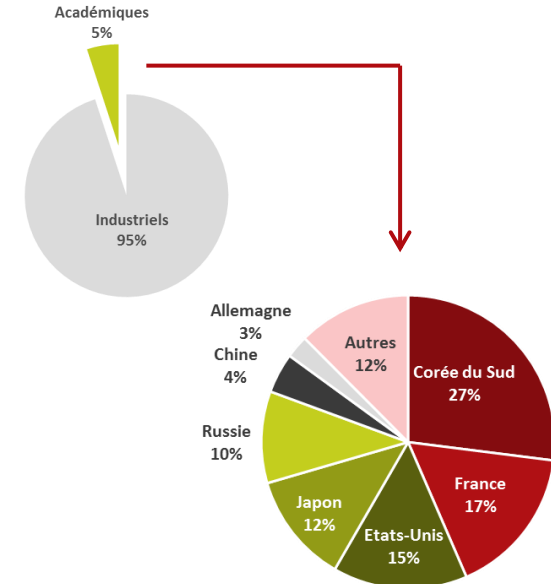
Répartition par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui



Principaux déposants de brevets

Principaux déposants	Pays	Nbre de brevets
HITACHI	Japon	742
MATSUSHITA – PANASONIC	Japon	558
DENSO	Japon	482
MITSUBISHI HEAVY INDUST.	Japon	477
TOSHIBA	Japon	425
TOYOTA	Japon	364
OSAKA GAS	Japon	348
GENERAL ELECTRIC	USA	328
TOKYO GAS	Japon	279
SANYO	Japon	254
...		
ALSTOM	France	159
SIEMENS	Allemagne	153

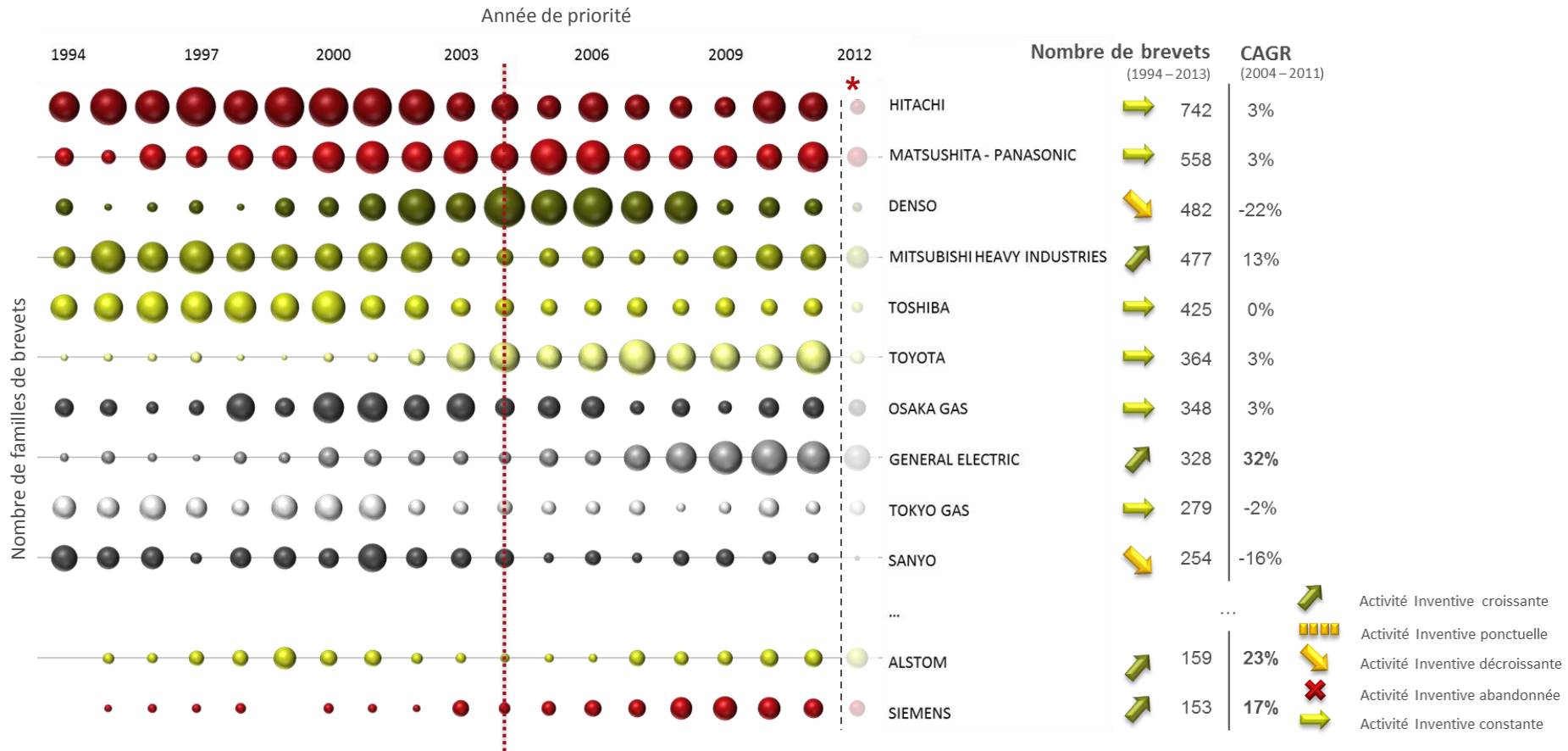
Répartition des brevets par type de déposants



Répartition des brevets d'origine académique par pays de dépôts prioritaires

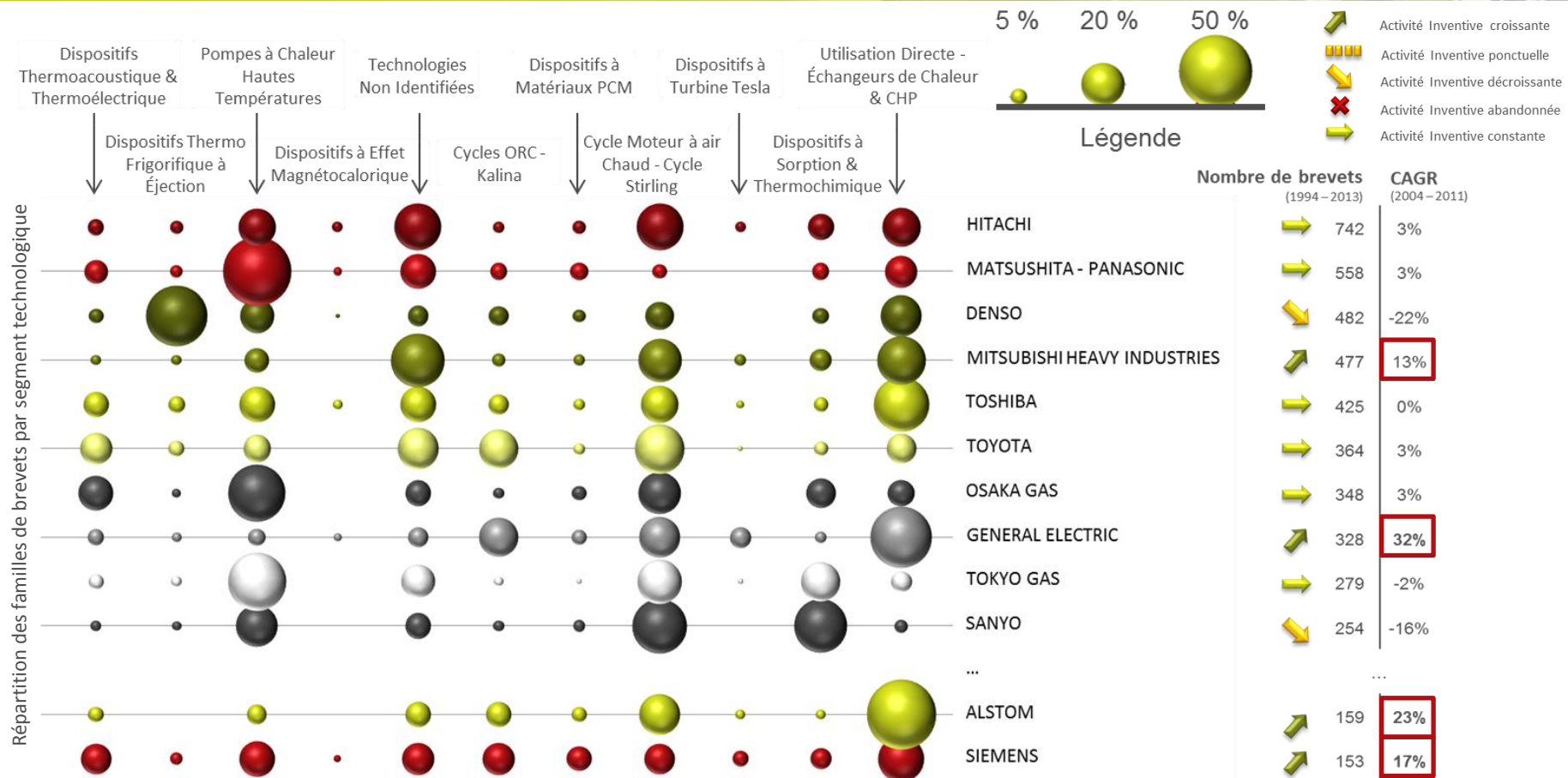
- ▶ Les **portefeuilles brevets** des principaux déposants sont assez **importants** :
 - ▶ Les acteurs **industriels japonais** sont les plus dynamiques sur cette thématique.
 - ▶ Parmi les 10 premiers industriels **seule une entreprise n'est pas japonaise** : **General Electric**. General Electric, Alstom et Siemens font partie du Top 20.
- ▶ **Seulement 5%** des dépôts de brevets sont réalisés par des **acteurs académiques**, un taux très faible.
 - ▶ Dans le secteur énergétique, de précédentes études ont montré que **la moyenne se situe autour de 10-15%**
 - ▶ Les **acteurs académiques japonais ne sont pas aussi visibles** (12% contre 43% de brevets d'origine industrielle) que les acteurs industriels, alors que les **acteurs académiques européens**, et spécialement français (17% contre 3% de brevets d'origine industrielle), sont beaucoup plus actifs.

GE, ALSTOM & SIEMENS SONT LES PLUS ACTIFS DEPUIS 10 ANS



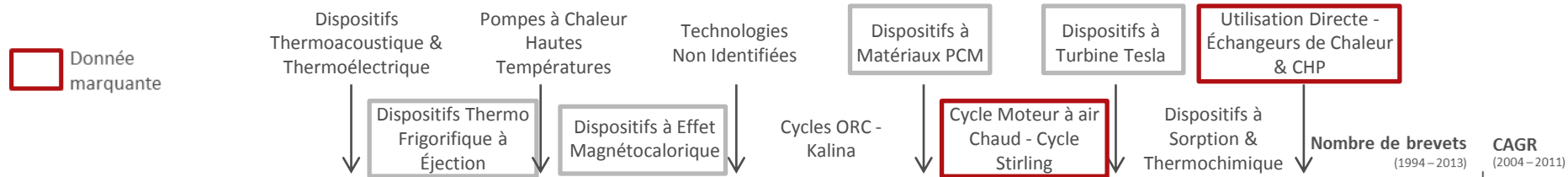
- ▶ Bien que les industriels japonais détiennent d'importants portefeuilles, **ce ne sont pas les plus dynamiques**. Ainsi on observe que **l'activité inventive des trois principaux déposants** (Hitachi, Matsushita et Denso) est relativement faible voire **diminue** depuis 2004.
- ▶ **Depuis 2004**, les 3 entreprises non japonaises faisant partie des principaux déposants, **Alstom, Siemens et GE**, enregistrent les plus fortes croissances en termes de dépôts de brevets. **Mitsubishi Heavy Industries** est également très dynamique ces quatre dernières années.
- ▶ Depuis 2003, **Toyota** entretient une forte politique de dépôt de brevets sur cette thématique.

POSITIONNEMENT DES PRINCIPAUX DÉPOSANTS PAR SEGMENT TECHNOLOGIQUE



- ▶ Les principaux déposants ont principalement bâti leurs portefeuilles autour de 3 segments : Utilisation Directe, Pompes à Chaleur HT et Cycle Moteur à Air Chaud. **Cependant ce ne sont pas les segments dont l'activité inventive est la plus dynamique.**
- ▶ Certains grands acteurs, qui enregistrent une très **forte dynamique inventive** (Alstom, General Electric), semblent concentrer leur effort d'innovation sur le segment **Utilisation Directe**.
- ▶ **Denso**, troisième déposant de la base, dont l'activité inventive décroît depuis 2004, s'est essentiellement spécialisé sur le segment « **Dispositifs Thermo Frigorifiques à Éjection** ». Parmi les principaux déposants, il est le seul à détenir un portefeuille conséquent sur cette technologie. L'analyse de ce segment montre que l'activité inventive de celui-ci est en baisse depuis 2006 (CAGR : -13%).

POSITIONNEMENT DES PRINCIPAUX DÉPOSANTS PAR SEGMENT TECHNOLOGIQUE



Répartition des familles de brevets par segment technologique

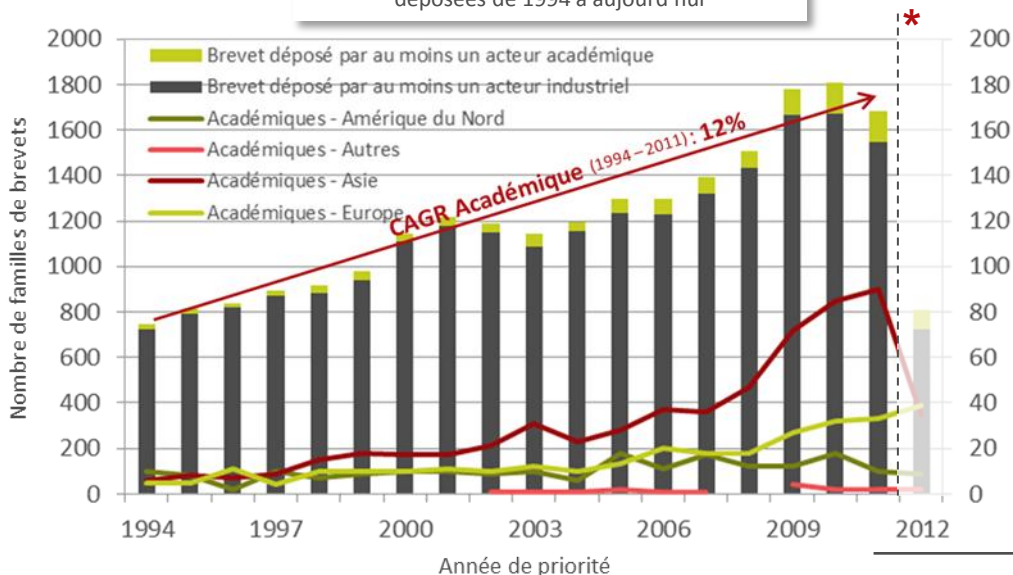
Entreprise	Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique	Pompes à Chaleur Hautes Températures	Technologies Non Identifiées	Dispositifs à Matériaux PCM	Dispositifs à Turbine Tesla	Utilisation Directe - Échangeurs de Chaleur & CHP	Nombre de brevets (1994-2013)	CAGR (2004-2011)
HITACHI	3%	2%	15%	1%	25%	1%	742	3%
MATSUSHITA – PANASONIC	6%	2%	54%	1%	14%	3%	558	3%
DENSO	2%	42%	13%	5%	4%	2%	482	-22%
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	1%	1%	7%	33%	2%	1%	477	13%
TOSHIBA	7%	3%	14%	1%	15%	5%	425	0%
TOYOTA	11%	3%	8%	19%	17%	1%	364	3%
OSAKA GAS	13%	1%	37%	8%	1%	2%	348	3%
GENERAL ELECTRIC	3%	1%	3%	1%	4%	18%	328	32%
TOKYO GAS	2%	1%	39%	12%	1%	22%	279	-2%
SANYO	1%	1%	20%	8%	1%	2%	254	-16%
...								
ALSTOM	3%	4%	7%	7%	3%	19%	159	23%
SIEMENS	11%	2%	14%	1%	12%	12%	153	17%

- ▶ On observe **une grande disparité entre les différents segments** : alors que certains segments technologiques concentrent un important effort d'innovation, d'autres font l'objet d'une attention moindre.
- ▶ La proportion de brevets, dans le portefeuille des principaux déposants, associée aux dispositifs à **matériaux PCM**, **thermo frigorigènes à éjection**, à **turbine de Tesla**, et à **effet magnétocalorique**, est peu importante. Cette situation indique probablement un certain désintérêt de ces entreprises pour ces technologies pour leur manque de maturité et de performance face à des systèmes plus usuels et mieux établis (PAC HT, Échangeurs de Chaleur, CHP).

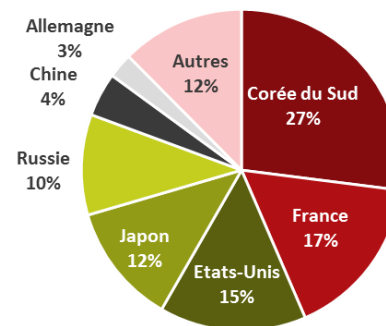
- Activité Inventive croissante
- Activité Inventive ponctuelle
- Activité Inventive décroissante
- Activité Inventive abandonnée
- Activité Inventive constante

BIEN QUE PEU IMPORTANTE, L'ACTIVITÉ DES ACTEURS ACADÉMIQUES EST EN CROISSANCE

1 150 familles de brevets
déposées de 1994 à aujourd'hui



Répartition par pays de dépôts prioritaires
de 1994 à aujourd'hui



Principaux déposants académiques de brevets

- ▶ Les dépôts de brevets d'acteurs académiques ne représentent que **5% de la base**, cependant depuis 1994 la **croissance annuelle moyenne est de 12%**.
- ▶ L'activité inventive des académiques asiatiques est en forte croissance depuis 2006, une **tendance inverse** en ce qui concerne les **acteurs nord-américains**.
- ▶ Les institutions **japonaises et chinoises sont très peu visibles**, c'est essentiellement les organismes **sud-coréens** qui déposent de nombreux brevets.
- ▶ Parmi les acteurs **européens**, les membres de l'ANCRE font partie des principaux déposants académiques.
- ▶ **Aucun acteur académique allemand** ne se positionne sur ce domaine technologique par son portefeuille brevets

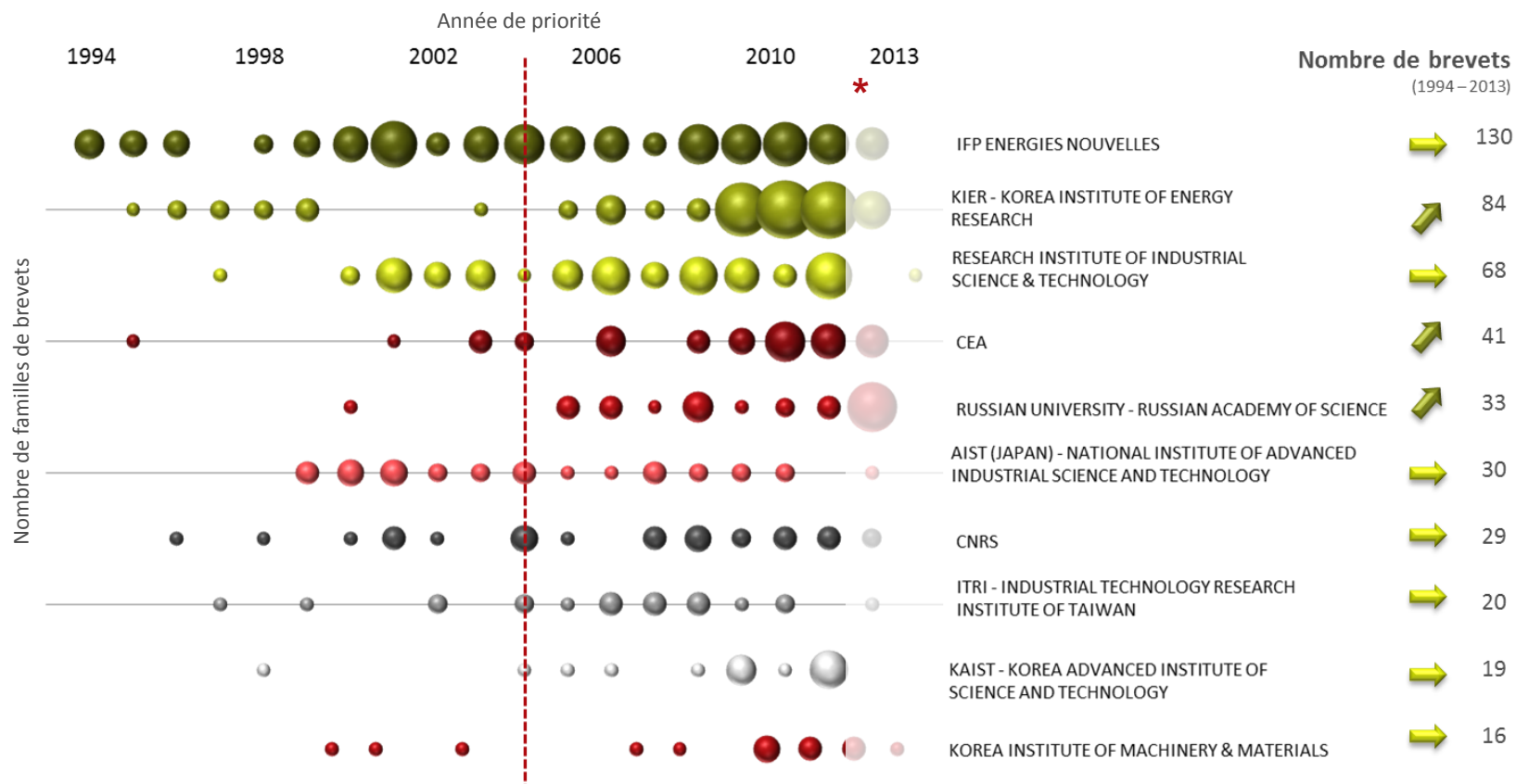
Principaux déposants

Pays

Nbre de brevets

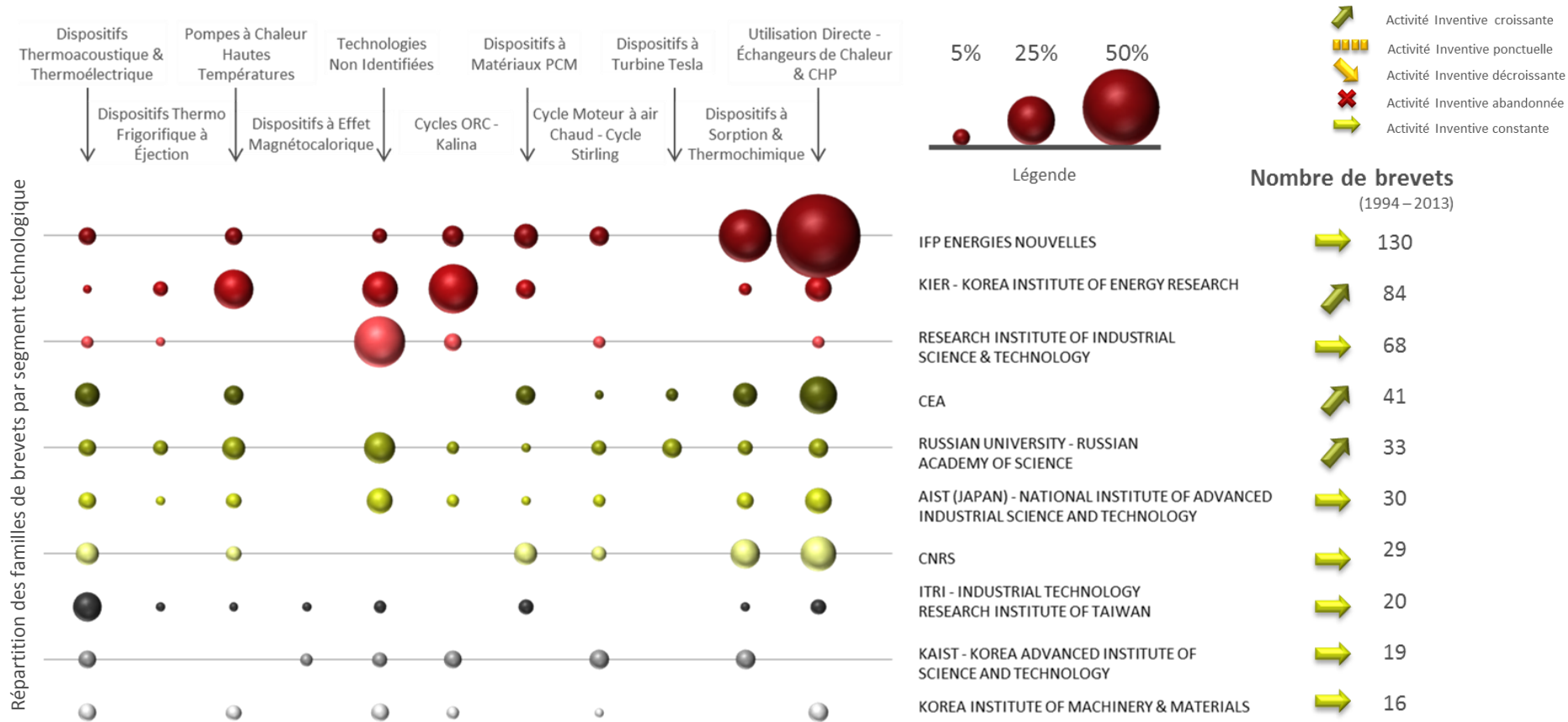
Principaux déposants	Pays	Nbre de brevets
IFP ENERGIES NOUVELLES	France	130
KIER - KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	Corée du Sud	84
RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY	Corée du Sud	68
CEA	France	41
RUSSIAN UNIVERSITY - RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE	Russie	33
AIST - NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY	Japon	30
CNRS	France	29
ITRI - INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE	Taiwan	20
KAIST - KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY	Corée du Sud	19
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS	Corée du Sud	16
KICT - KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY	Corée du Sud	16

PARMI LES ACADÉMIQUES, LES MEMBRES DE L'ANCRE SONT VISIBLES AU NIVEAU MONDIAL



- ▶ Les acteurs institutionnels **japonais ne sont pas visibles** parmi les principaux déposants académiques, alors que les industriels sont les plus grands déposants de brevets.
- ▶ Les **acteurs académiques sud-coréens** sont les plus actifs en termes de dépôt de brevets.
- ▶ Les **acteurs académiques européens**, et plus particulièrement français, sont bien visibles au niveau mondial :
 - Depuis 1994, l'IFPEN est l'acteur académique qui dépose **le plus** et **régulièrement** de brevets.
 - Le CEA et la RAS sont les acteurs académiques européens ayant la plus forte activité inventive depuis 2003.

LES ACADÉMIQUES NE SE DIFFÉRENCIENT PAS PAR LEUR CHOIX TECHNOLOGIQUE



- ▶ Les acteurs académiques **ne se positionnent pas davantage sur des segments de niche** où les acteurs industriels sont absents par exemple : Dispositifs à turbine de Tesla, à effet magnétocalorique ou thermo frigorifique à éjection.
- ▶ Le **CEA** et l'**IFPEN** concentrent leur effort d'innovation sur des technologies traitant de l'**utilisation directe** des énergies récupérées : essentiellement des technologies intégrées dans des procédés industriels ou intégrant des échangeurs de chaleur et systèmes CHP, un positionnement proche des déposants industriels français.
- ▶ Les deux principaux centres de recherche sud-coréens se positionnent sur 2 segments porteurs d'innovations : **PAC HT** et **Cycle ORC**. Une partie non négligeable de leur portefeuille traite de technologies ne se rapportant pas aux segments technologiques étudiés.

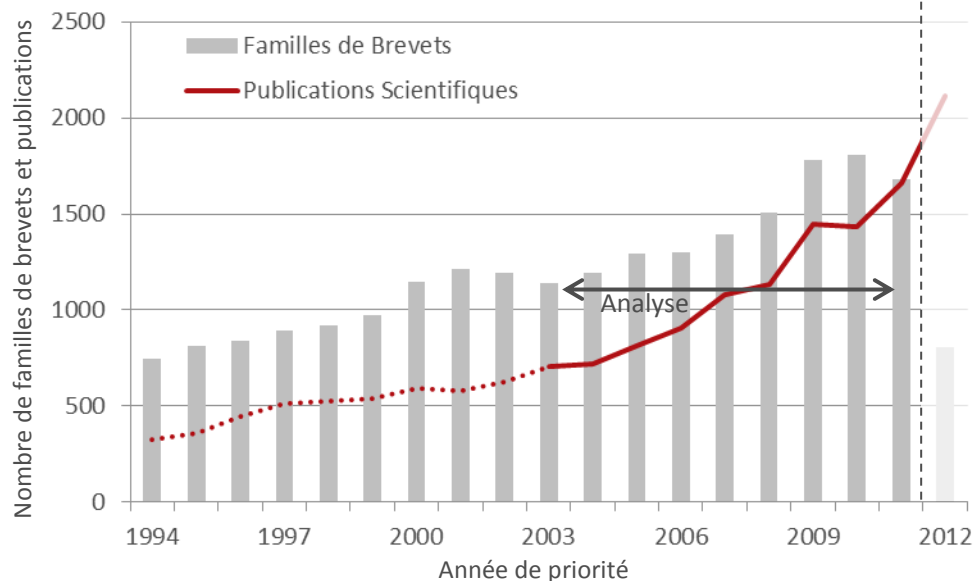


Principales tendances observées sur les publications scientifiques

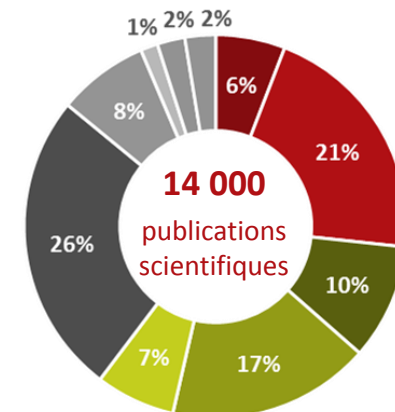
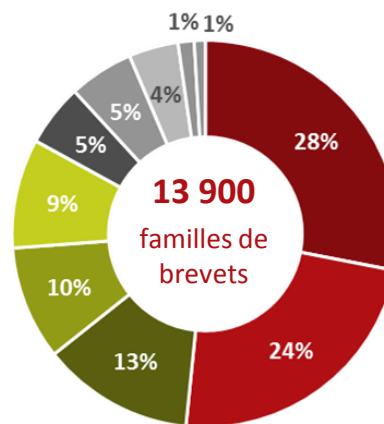
LA CROISSANCE DES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES SUIT CELLE DES BREVETS

18 500 publications scientifiques

publiées de 1994 à aujourd'hui



Répartition des brevets et publications scientifiques par segments technologiques publiées de 2003 à aujourd'hui

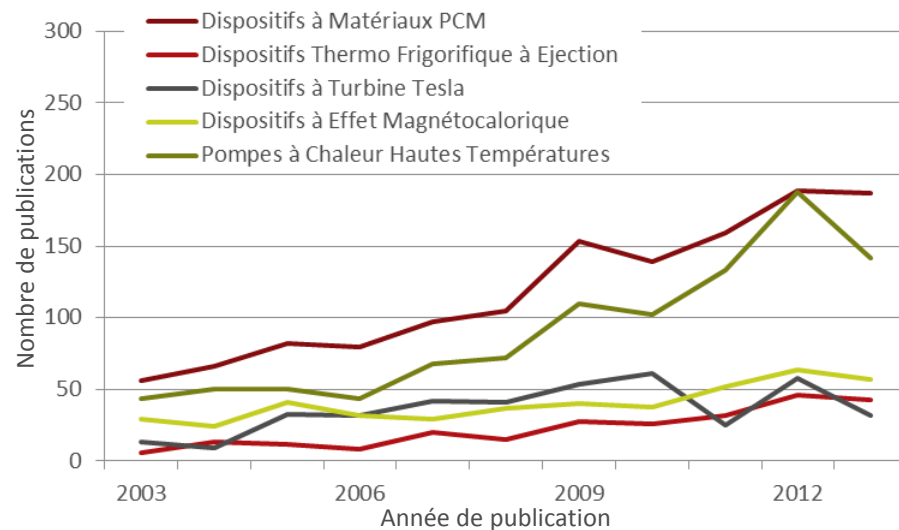
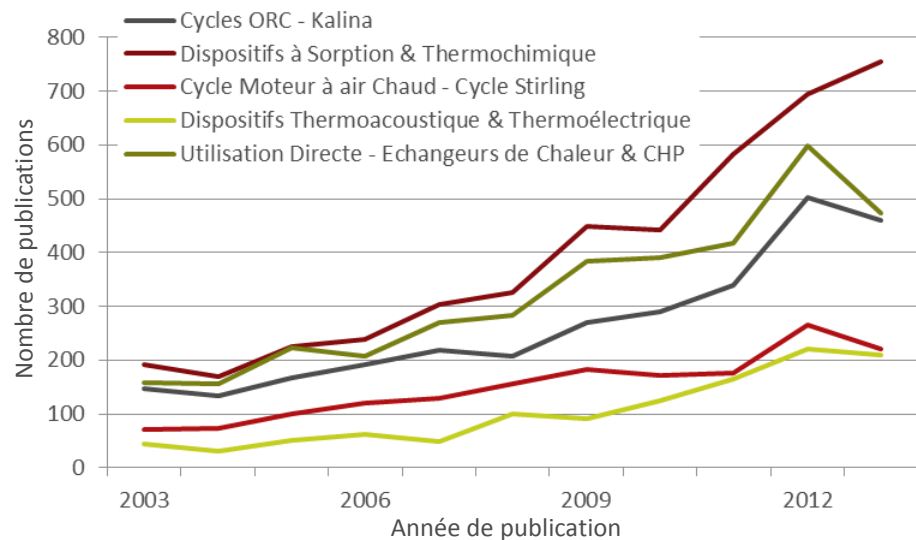


- ▶ **Le dynamisme des articles scientifiques publiés est équivalent à celui des brevets.**
- ▶ Sur certains segments techniques, on constate un **écart important entre le nombre de brevets et le nombre de publications scientifiques**. Ces écarts sont notamment observables sur les segments : Utilisation directe , Dispositifs à Sorption et Thermochimique, à Cycle ORC – Kalina.
- ▶ Cette différence peut trouver une explication dans **le degré de maturité d'un secteur technologique** : une technologie faisant l'objet de peu de dépôts de brevets et de nombreuses publications scientifiques est souvent un **domaine mature** où les principales avancées sont plus des améliorations décrites dans des articles que des ruptures technologiques qui pourraient être protégées dans un brevet. À l'inverse un domaine riche en dépôt de brevets et peu de publications scientifiques est un **domaine moins encombré** où les innovations peuvent être protégées par un brevet.

- Pompes à Chaleur Hautes Températures
- Utilisation Directe - Echangeurs de Chaleur & CHP
- Cycle Moteur à air Chaud - Cycle Stirling
- Cycles ORC - Kalina
- Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique
- Dispositifs à Sorption & Thermochimique
- Dispositifs à Matériaux PCM
- Dispositifs Thermo Frigorifique à Ejection
- Dispositifs à Turbine Tesla
- Dispositifs à Effet Magnétocalorique

* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

CERTAINS SEGMENTS TECHNOLOGIQUES SONT PLUS PROPICES À LA PUBLICATION D'ARTICLES SCIENTIFIQUES QUE DE BREVETS



Segment Technologique	Familles de brevets	Publications Scientifiques
Utilisation Directe - Échangeurs de Chaleur & CHP	3185	3565
Cycle Moteur à air Chaud - Cycle Stirling	1716	1670
Cycles ORC - Kalina	1286	2930
Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique	1235	1149
Dispositifs à Sorption & Thermochimique	703	4381

Segment Technologique	Familles de brevets	Publications Scientifiques
Pompes à Chaleur Hautes Températures	3789	1003
Dispositifs à Matériaux PCM	731	1313
Dispositifs Thermo Frigorifique à Ejection	560	249
Dispositifs à Turbine Tesla	182	400
Dispositifs à Effet Magnétocalorique	125	443

- ▶ Contrairement à la cinétique de dépôt de brevets, aucun ralentissement n'est observé en 2011. Par contre, on peut constater qu'en 2013 le nombre de publications scientifiques diminue sur l'ensemble des segments.
- ▶ Il semble que le segment concernant les pompes à chaleur HT offre plus d'opportunités d'innovation que le segment Dispositifs à sorption et thermochimiques sur la thématique de récupération et valorisation d'énergie.

LES MEMBRES D'ANCRE SONT MOINS VISIBLES PAR LEURS ARTICLES SCIENTIFIQUES

14 000 publications scientifiques
publiées de **2003** à aujourd'hui - **MONDE**

Principaux Publiant – MONDE 	Pays	Publications Scientifiques
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES	Chine	322
UNIVERSITY OF CALIFORNIA	Etats – Unis	311
UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY	Etats – Unis	298
INDIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY IIT	Inde	232
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES	Russie	187
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY	Chine	162
TSING HUA UNIVERSITY	Chine	125
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS	Espagne	111
XIAN JIAOTONG UNIVERSITY	Chine	103
TOHOKU UNIVERSITY	Japon	90

5 300 publications scientifiques
publiées de **2003** à aujourd'hui - **EUROPE**

Principaux Publiant - EUROPE 	Pays	Publications Scientifiques
RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES	Russie	187
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS CSIC	Espagne	111
MAX PLANCK SOCIETY	Allemagne	80
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE CNR	Italie	78
POLYTECHNIC UNIVERSITY OF MILAN	Italie	70
CNRS	France	69
TECHNICAL UNIVERSITY OF DENMARK	Danemark	56
UNIVERSITY OF MANCHESTER	Angleterre	56
NORWEGIAN UNIVERSITY OF SCIENCE TECHNOLOGY	Norvège	55
ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY	Suède	54
CEA	France	53

- ▶ Les **acteurs académiques chinois** sont plus visibles dans le classement des articles scientifiques, car **aucune restriction dans la stratégie de recherche n'a été appliquée**.
- ▶ Il est intéressant de noter que l'**Académie des Sciences de Russie**, premier publiant en Europe, fait partie des principaux publiants mondiaux d'articles scientifiques, tout en faisant aussi partie des principaux déposants de brevets. À l'inverse, deuxième publiant européen faisant partie des principaux publiants mondiaux, le **CSIC** espagnol n'était pas visible dans les classements brevets.
- ▶ En Europe, **le nombre de publiants d'articles scientifiques est beaucoup plus important** que le nombre d'acteurs déposant des brevets : on observe une diversité plus importante notamment géographique : Espagne, Allemagne, Norvège, Suède ... pays absents dans les classements brevets d'origine académique.
- ▶ Parmi les **membres de l'ANCRE**, le CEA et le CNRS sont bien visibles au niveau européen à l'inverse de l'IFPEN qui est pourtant le premier déposant de brevets chez les institutionnels.



Principales tendances observées en EUROPE

PLUS D'UNE INNOVATION SUR 3 EST PROTÉGÉE EN EUROPE

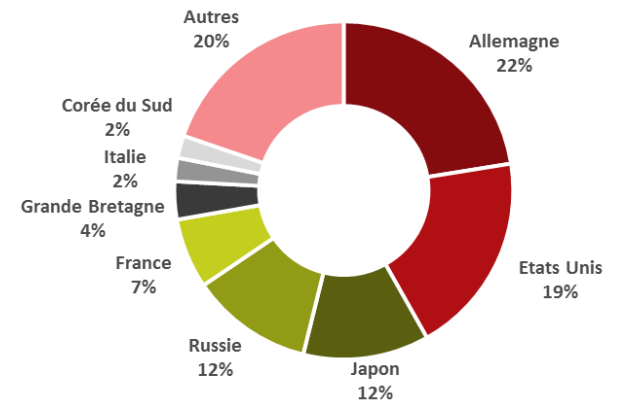
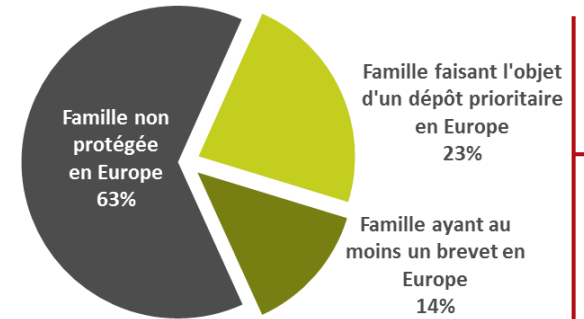
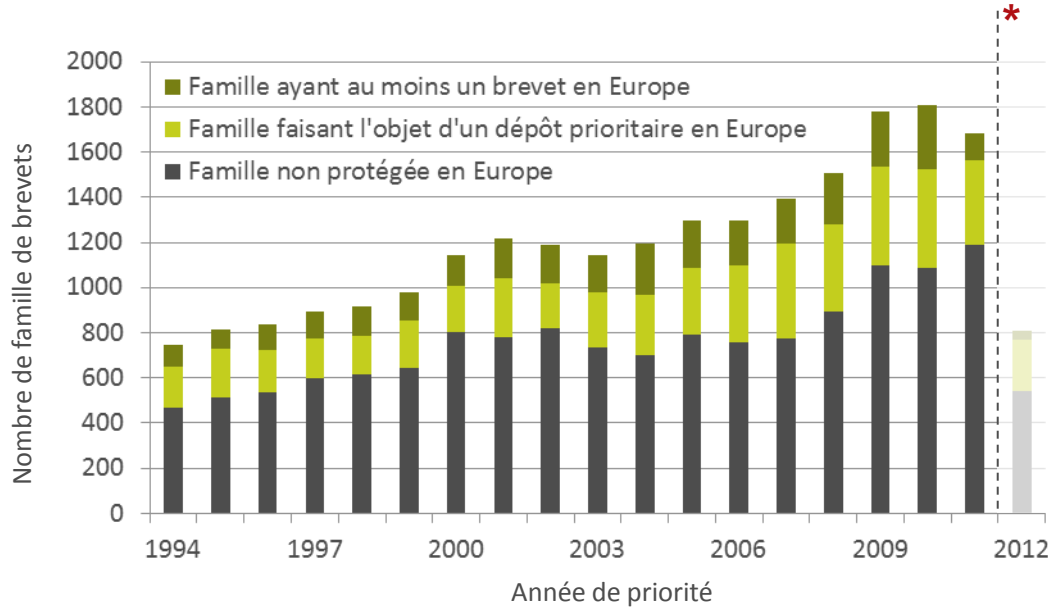
8 295 familles de brevets

protégée en Europe depuis 1994 à aujourd'hui

CAGR (1994 – 2011) : 5 %

des familles de brevets protégées en Europe

Répartition des familles de brevets ayant **au moins un brevet en Europe**

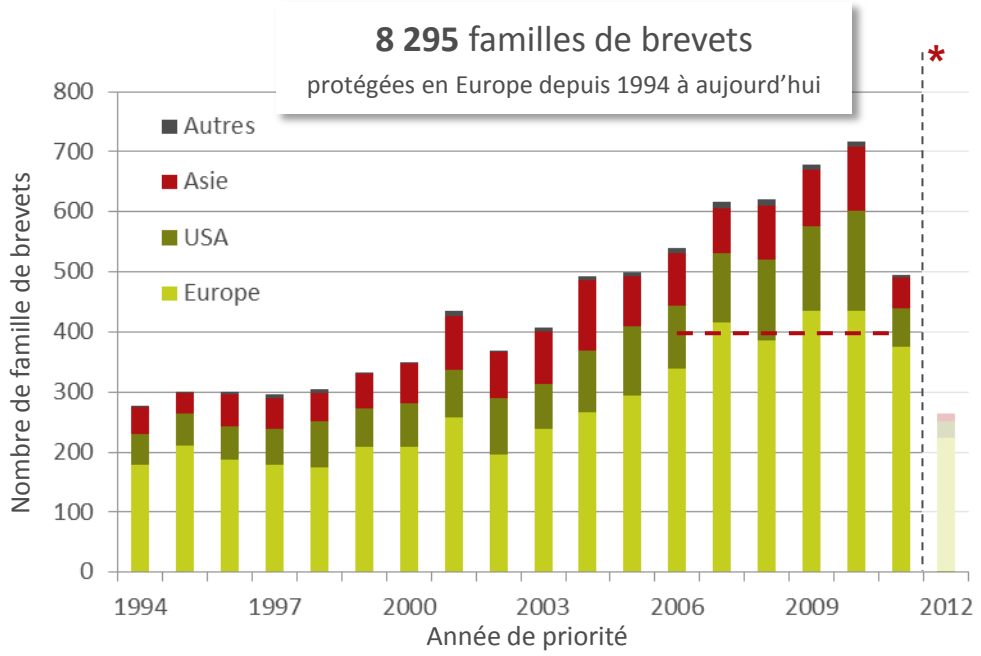


- ▶ Le **taux de croissance annuel moyen** en Europe est équivalent au mondial : 5%.
- ▶ **36 % des innovations** protégées en Europe ont fait l'objet d'un **dépôt prioritaire hors d'Europe**. La part de brevets protégés en Europe, par rapport au nombre de brevets déposés dans le monde, a tendance à croître depuis 2004.
- ▶ En 2011, le **ralentissement de l'activité inventive observé** au niveau monde s'observe également en Europe, la part des brevets protégés en Europe diminue pour la première fois depuis 20 ans.
- ▶ Les **Américains** et **Japonais** sont, en Europe, les deuxième et troisième plus gros détenteurs de brevets après les Allemands.

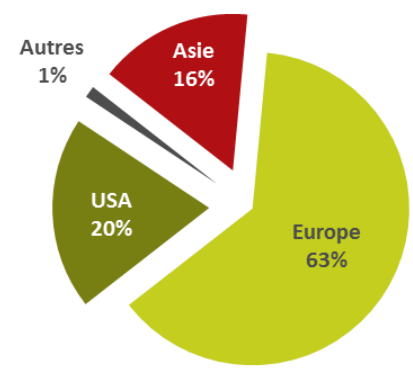
Répartition par pays de priorité des familles de brevets ayant **au moins un brevet en Europe**

* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

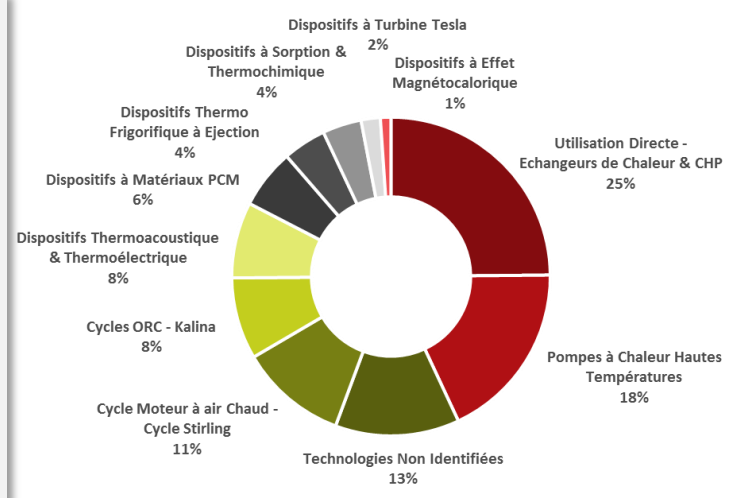
EN EUROPE, LES ACTEURS NORD-AMÉRICAINS SONT LES DEUXIÈMES DÉTENTEURS DE BREVETS



Répartition par **pays de priorité** des familles de brevets ayant au moins un brevet en Europe



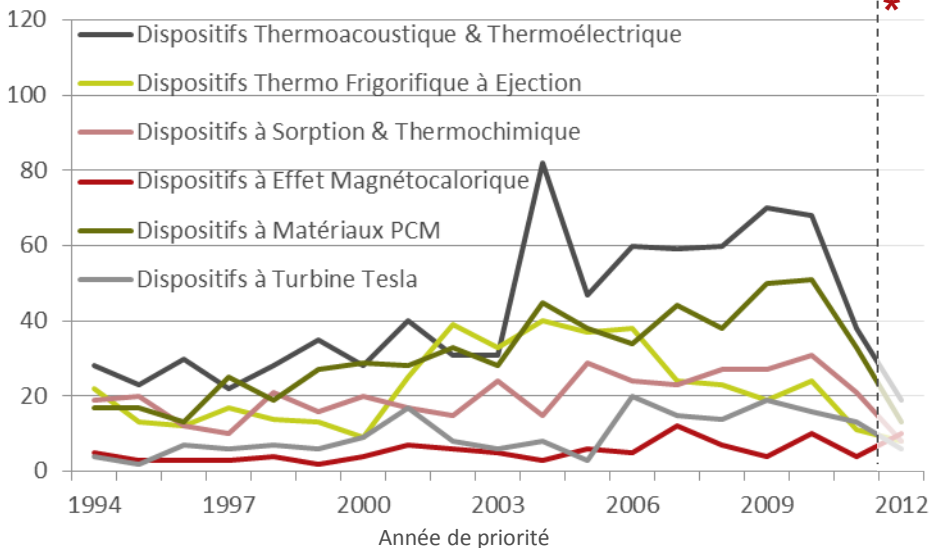
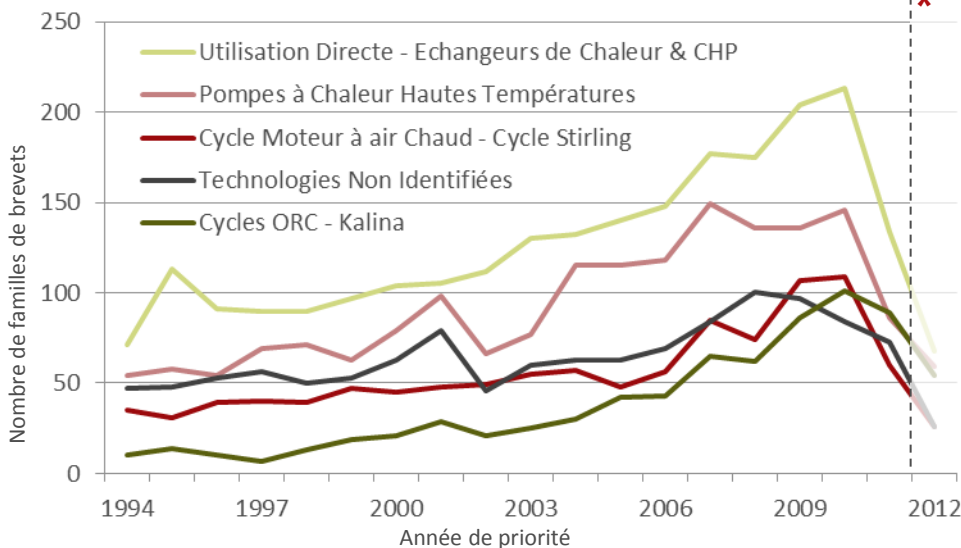
Répartition des **brevets** par segments technologiques



- ▶ **Depuis 2006**, l'activité inventive en Europe est **relativement constante**, avec en moyenne 400 familles déposées par an.
- ▶ Depuis le début des années 2000, à l'exception de 2011, **la part des familles non européennes protégées en Europe augmente** année après année. La part de brevets nord-américains protégés en Europe est de plus en plus importante, indiquant l'intérêt certain des déposants pour ce marché.
- ▶ En 2011, le **ralentissement de l'activité inventive observé** est essentiellement dû aux acteurs non européens, notamment nord-américains, qui ont moins protégé leurs inventions en Europe.
- ▶ Comme ce qui a été observé au niveau mondial, les segments qui concentrent le plus grand nombre de dépôts de brevets sont l'**utilisation directe** (CHP, échangeurs de chaleur), les **pompes à chaleurs HT** et les dispositifs à **cycle moteur à air chaud**.

* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

PRÈS DE 50% DES FAMILLES «UTILISATION DIRECTE» SONT PROTÉGÉES EN EUROPE

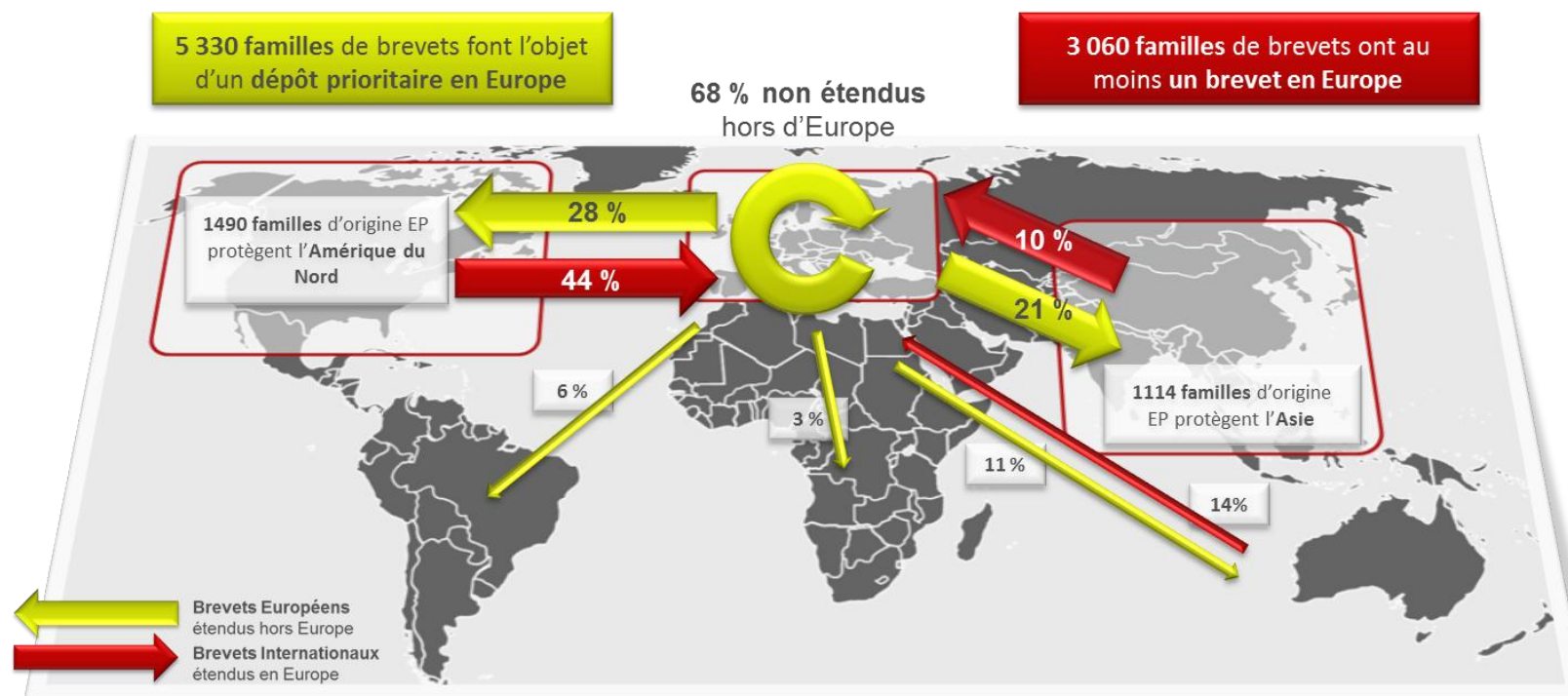


Segments Technologiques	Nbre de brevets protégés en EUROPE	CAGR (2006 - 2011)	% de brevets EUROPE/MONDE
POMPES À CHALEUR HAUTES TEMPÉRATURES	1752	- 6 %	32%
UTILISATION DIRECTE – ECHANGEURS DE CHALEUR & CHP	2395	- 2 %	48%
TECHNOLOGIES NON IDENTIFIÉES	1215	1 %	25%
CYCLE MOTEUR À AIR CHAUD – CYCLE STIRLING	1050	1 %	33%
CYCLES ORC - KALINA	743	16 %	45%

Segments Technologiques	Nbre de brevets protégés en EUROPE	CAGR (2006 - 2011)	% de brevets EUROPE/MONDE
DISPOSITIFS THERMOACOUSTIQUE & THERMOÉLECTRIQUE	799	- 9 %	44%
DISPOSITIFS À SORPTION & THERMOCHIMIQUE	381	- 3 %	26%
DISPOSITIFS À MATÉRIAUX PCM	582	- 1 %	51%
DISPOSITIFS THERMO FRIGORIFIQUE À ÉJECTION	424	- 22 %	49%
DISPOSITIFS À TURBINE TESLA	188	- 8 %	64%
DISPOSITIFS À EFFET MAGNÉTOCALORIQUE	103	- 4 %	54%

- ▶ En Europe, comme dans le reste du monde (22%), le segment **dispositifs à cycle de Rankine** est le seul segment à enregistrer une **importante croissance entre 2006 et 2011 (16%)** malgré le ralentissement constaté en 2011.
- ▶ Sur des segments attractifs et dynamiques en termes de brevets (utilisation directe et cycle ORC) près d'**une innovation sur deux est protégée en Europe.**

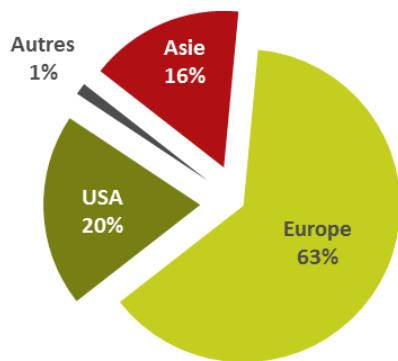
SEULEMENT 1 INNOVATION EUROPÉENNE SUR 3 EST PROTÉGÉE HORS D'EUROPE



- ▶ Les brevets ayant fait l'objet d'un dépôt prioritaire dans un pays européen sont globalement peu étendus hors d'Europe : **seulement 32 % de ces familles brevets sont étendus.**
- ▶ Les familles de brevets originaires d'Europe sont étendues en moyenne dans **3,6 pays**. Ces extensions couvrent majoritairement l'**Amérique du Nord** et l'**Asie**. De façon plus confidentielle, certaines familles sont étendues en Amérique du Sud, en Afrique et en Océanie :
 - ▶ **44 % des brevets originaires d'Amérique du Nord sont étendus en Europe**, à l'inverse seulement 28 % des brevets européens sont étendus en Amérique du Nord.
 - ▶ Les **acteurs asiatiques** protègent seulement **10%** de leurs inventions en Europe soit environ 1 350 familles d'invention.

GE EST L'ACTEUR PROTÉGÉANT LE PLUS CES INNOVATIONS EN EUROPE

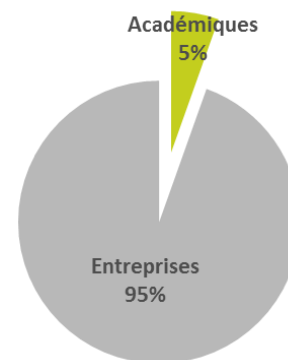
Répartition par **pays de priorité** des familles de brevets ayant **au moins un brevet en Europe** déposé de 1994 à aujourd'hui



Principaux déposants de brevets

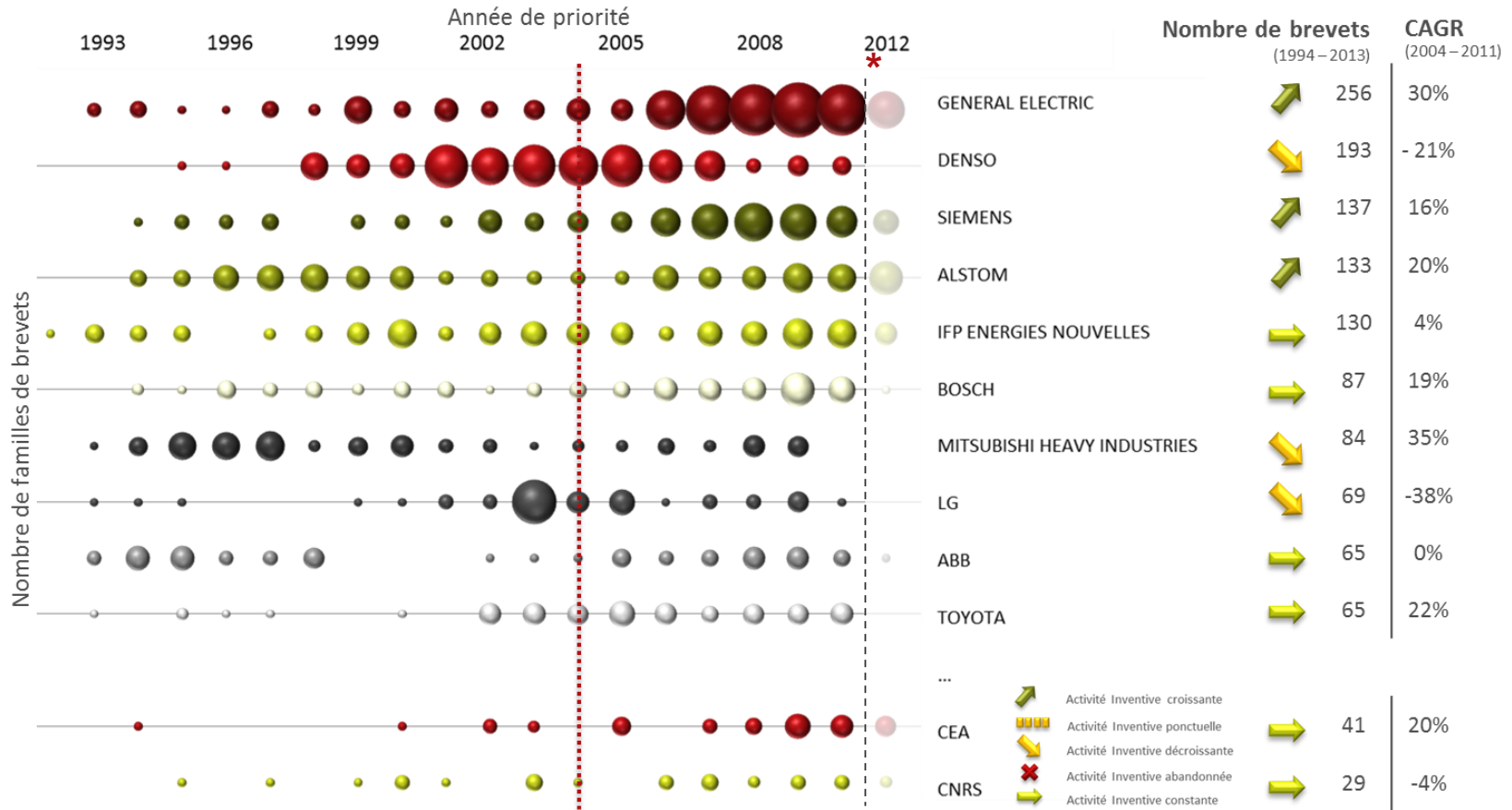
Déposant	Pays	Nbre de brevets
GENERAL ELECTRIC	USA	256
DENSO	Japon	193
SIEMENS	Allemagne	137
ALSTOM	France	133
IFP ENERGIES NOUVELLES	France	130
BOSCH	Allemagne	87
MITSUBISHI HEAVY IND.	Japon	84
LG	Corée du Sud	69
TOYOTA	Japon	65
ABB	Suède/Suisse	65
...		
CEA	France	41
CNRS	France	29

Répartition des brevets par type de déposants



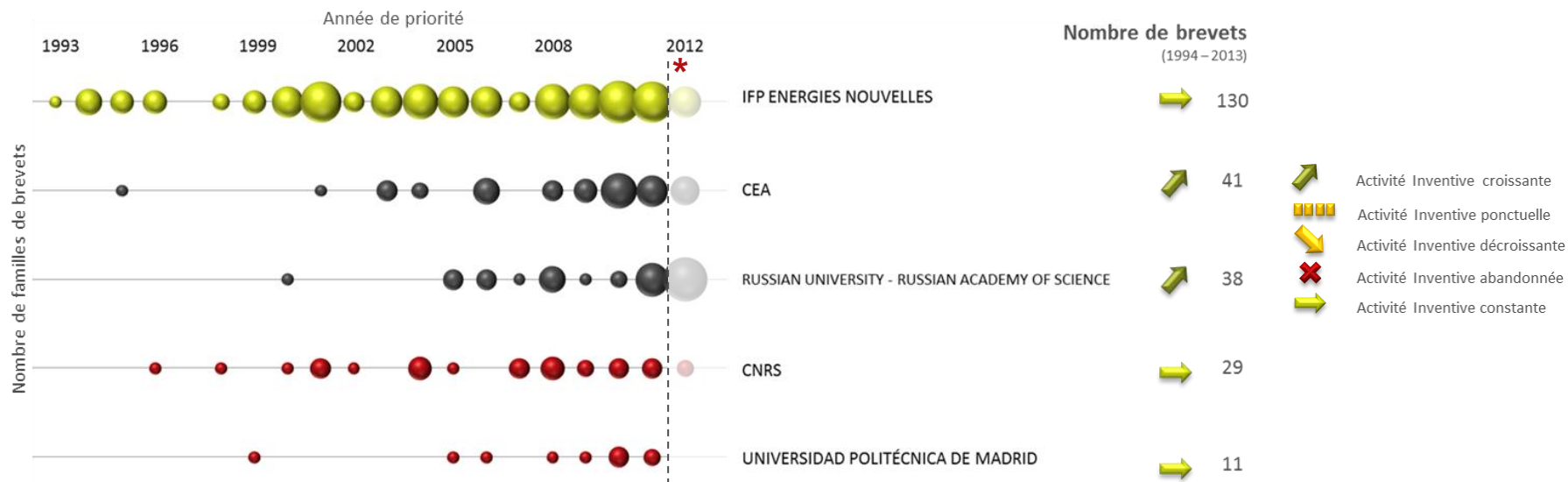
- ▶ Parmi les principaux détenteurs de familles de brevets en Europe, les acteurs asiatiques et américains sont très visibles :
 - ▶ Parmi les 10 premiers déposants en Europe, cinq sont des structures asiatiques ou américaines. Parmi les acteurs européens, les industriels allemands et français sont les plus visibles. **On constate qu'aucun acteur académique allemand n'est visible dans ce classement.**
 - ▶ L'**IFPEN** se positionne comme la première structure de recherche en Europe, son portefeuille brevets le positionne dans le haut du classement des déposants. Les acteurs académiques comptent seulement **5 % des dépôts prioritaires.**
- ▶ **10 %** des brevets de la base sont en **codépôt** : à travers ces brevets codéposés, **aucune collaboration significative** entre industriels ou industriels et académiques n'a été détectée.

GRÂCE À SON DYNAMISME, GE ASSURE SA POSITION DE LEADER EN EUROPE



- ▶ **General Electric** est le principal détenteur de familles de brevets étendues en Europe : une position dominante qui devrait se maintenir grâce à son dynamisme inventif et sa stratégie d'extension incluant le territoire européen.
- ▶ Comme General Electric, **Siemens** et **Alstom** accentuent le nombre de brevets déposés depuis 2004 notamment sur les technologies liées à l'utilisation directe des énergies fatales. Sur les 3 dernières années, à l'inverse d'Alstom, le nombre de brevets déposés par Siemens diminue.
- ▶ Bien que les **acteurs asiatiques** détiennent de nombreux brevets étendus en Europe, on observe qu'ils **protègent moins de technologies en Europe**.

L'IFPEN EST LA PREMIÈRE STRUCTURE DE RECHERCHE EN EUROPE



- ▶ Bien que les brevets provenant de structures de recherche **ne représentent que 5 %** des brevets protégés en Europe, on observe que depuis 10 ans les **centres de recherche déposent de plus en plus de brevets** (CAGR de 1994 à 2011 de 12%).
- ▶ En Europe, les structures de recherche françaises et **membres de l'ANCRE** sont les acteurs détenant les **portefeuilles brevets les plus importants** dans la thématique récupération et valorisation des énergies fatales en milieux industriels :
 - ▶ Sur ces 20 dernières années, **l'IFPEN** apparait comme **l'acteur historique** et **la structure de recherche de référence** qui dépose le plus et régulièrement des brevets, notamment sur le segment « utilisation directe ».
 - ▶ Les activités du **CEA** et du **CNRS** dans ce domaine rendent leurs portefeuilles plus visibles. Le CEA semble plus dynamique ces dernières années alors que l'activité du **CNRS** s'inscrit dans le temps.
 - ▶ En regroupant les brevets des universités françaises (Paris, Montpellier, Marseille, Antille/Guyane, Lille, Nancy, Lyon), le portefeuille brevets associé à la **CPU** est de **8** familles de brevets.
 - ▶ L'importante activité brevets des universités russes et de l'Académie des Sciences de Russie depuis 2009 est à surveiller.
 - ▶ Bien qu'ils soient en général particulièrement visibles dans les secteurs de l'énergie, on observe qu'**aucun acteur académique allemand** n'est présent parmi les acteurs académiques.



Principales tendances observées des brevets citants - FWC

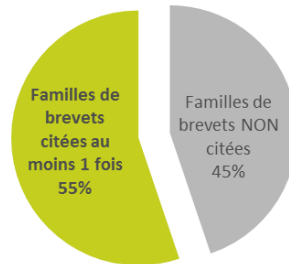
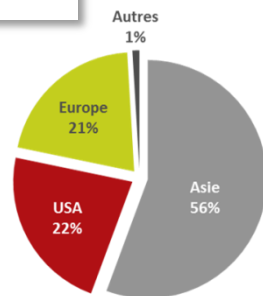
L'IMPORTANT TAUX DE CITATION REFLÈTE L'ATTRACTIVITÉ DE CE DOMAINE TECHNIQUE

Principaux indicateurs FWC – MONDE



22 000 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

Origine des brevets
cités au moins 1 fois



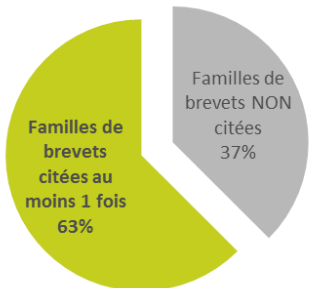
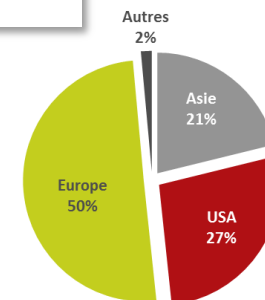
6,9 citations
en moyenne par famille

Principaux indicateurs FWC – EUROPE



8 295 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

Origine des brevets
cités au moins 1 fois



9,1 citations
en moyenne par famille

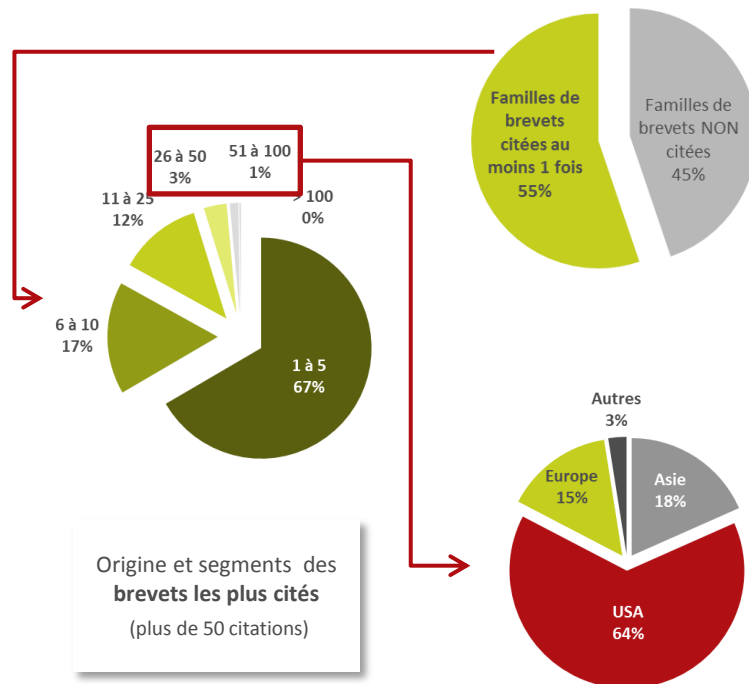
- ▶ **Plus de la moitié de la base mondiale est au moins citée une fois par un autre brevet.** En Europe, ce taux augmente et près de 2 familles de brevets sur 3 sont citées au moins une fois.
- ▶ Le taux de citation moyen de la base monde est relativement élevé avec en moyenne **6,9 citations par famille**. Bien que 56% des brevets cités au moins une fois sont originaires d'Asie, ils sont souvent peu cités du fait qu'ils ne sont pas toujours traduits, à l'inverse des brevets américains.
- ▶ Le taux de citation de la base Europe est plus important encore : **9,1 citations par famille**. 77% des brevets cités au moins une fois sont originaires d'Europe ou d'Amérique du Nord.
- ▶ Bien que ces niveaux moyens de citation soient importants, une **forte disparité** est observée entre les différents segments technologiques, cependant les segments les plus dynamiques et les plus denses n'ont pas forcément les taux de citation les plus importants.



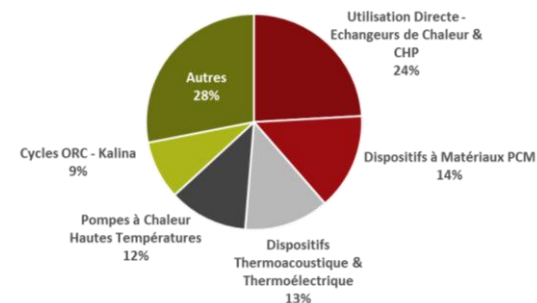
Taux de citation par segment technologique

Segment Technologique	Nombre de famille de brevets	Taux de familles citées au moins 1 fois	Nombre de FWC moyen
Pompes à Chaleur Hautes Températures	5643	51%	5,8
Technologies Non Identifiées	5586	51%	5,4
Utilisation Directe - Echangeurs de Chaleur & CHP	4955	61%	7,9
Cycle Moteur à air Chaud - Cycle Stirling	3013	58%	6,5
Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique	1820	63%	8,7
Cycles ORC - Kalina	1674	56%	9,4
Dispositifs à Sorption & Thermochimique	1416	57%	6,5
Dispositifs à Matériaux PCM	1147	63%	10,9
Dispositifs Thermo Frigorifique à Ejection	870	63%	8,5
Dispositifs à Turbine Tesla	292	55%	7,6
Dispositifs à Effet Magnéto-calorique	191	50%	9,5
BASE TOTALE - MONDE	22 000	55%	6,9

Répartition des FWC



- ▶ **55%** des familles de brevets de la base Monde sont **citées au moins une fois** et, en moyenne, chacune de ces familles fait l'objet de **6,9 citations**. Une **forte disparité** est observée entre les différents segments technologiques.
- ▶ **Moins de 20%** des brevets sont cités plus de fois que la moyenne : un petit nombre de brevets sont cités de nombreuses fois alors que de nombreuses familles sont peu citées (67% des familles sont citées 1 à 5 fois). Les familles citées **plus de 50 fois** représentent **moins de 5%** de la base.
- ▶ Les familles de brevets les mieux citées sont originaires d'**Amérique du Nord**.

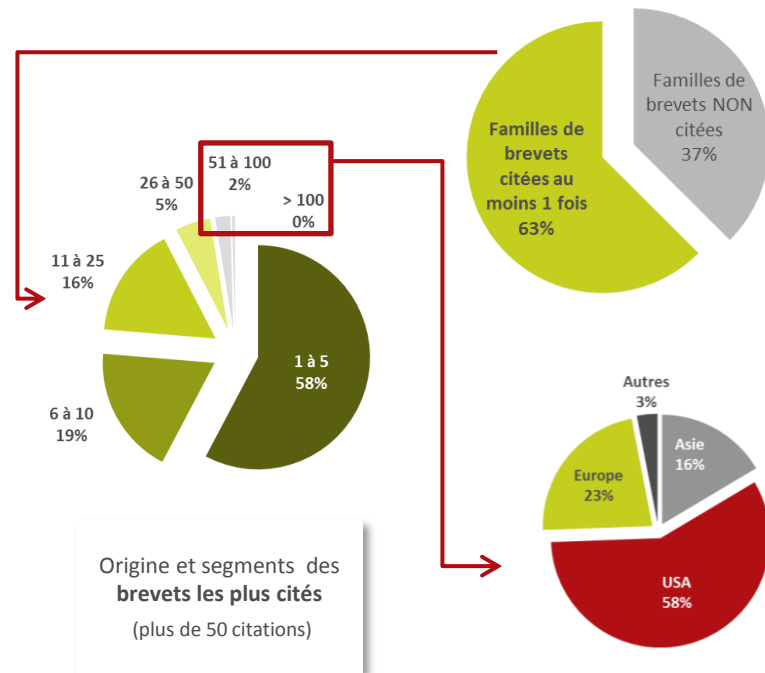




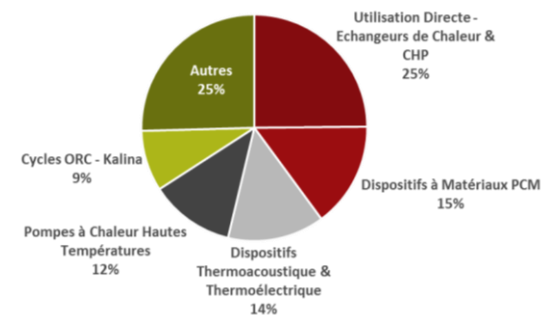
Taux de citation par segment technologique

Segment Technologique	Nombre de famille de brevets	Taux de familles citées au moins 1 fois	Nombre de FWC moyen
Utilisation Directe - Échangeurs de Chaleur & CHP	2394	67%	9,3
Pompes à Chaleur Hautes Températures	1752	62%	7,4
Technologies Non Identifiées	1215	56%	8,5
Cycle Moteur à air Chaud - Cycle Stirling	1050	66%	8,5
Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique	799	69%	10,9
Cycles ORC - Kalina	743	60%	10,9
Dispositifs à Matériaux PCM	582	68%	13,6
Dispositifs Thermo Frigorifique à Ejection	424	72%	10,5
Dispositifs à Sorption & Thermochimique	381	60%	8,8
Dispositifs à Turbine Tesla	188	56%	6,9
Dispositifs à Effet Magnétocalorique	103	57%	11,3
BASE TOTALE - EUROPE	8 295	63%	9,1

Répartition des FWC



- ▶ **63%** des familles de brevets de la base Monde sont **citées au moins une fois** et, en moyenne, chacune de ces familles fait l'objet de **9,1 citations**.
- ▶ Les familles citées **plus de 50 fois** représentent **moins de 3%** de la base. Globalement, peu de brevets européens sont très cités. Une nouvelle fois les familles de brevets les mieux citées sont originaires d'**Amérique du Nord**.
- ▶ Sur les segments dispositifs à **cycle ORC** et à **matériaux PCM** où l'**activité inventive est croissante**, les **taux de citation sont assez élevés** montrant une attractivité certaine pour ces segments.

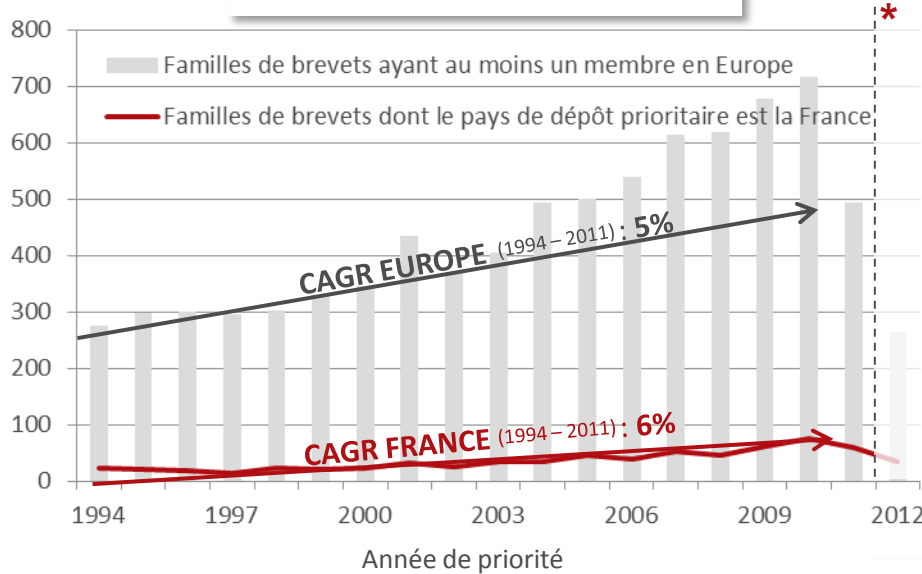




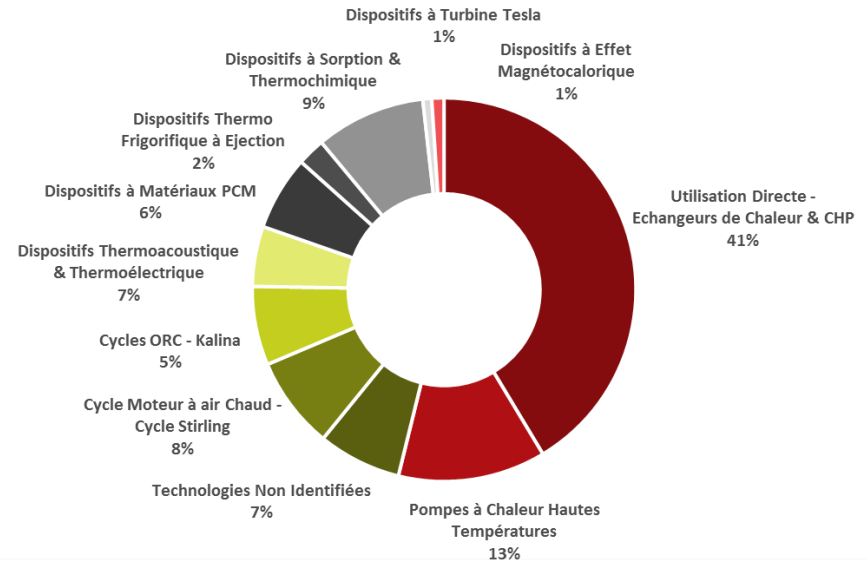
Principales tendances observées en FRANCE

EN FRANCE, L'ACTIVITÉ INVENTIVE EST TIRÉE PAR LES STRUCTURES DE RECHERCHE

700 familles de brevets
publiées de 1993 à aujourd'hui

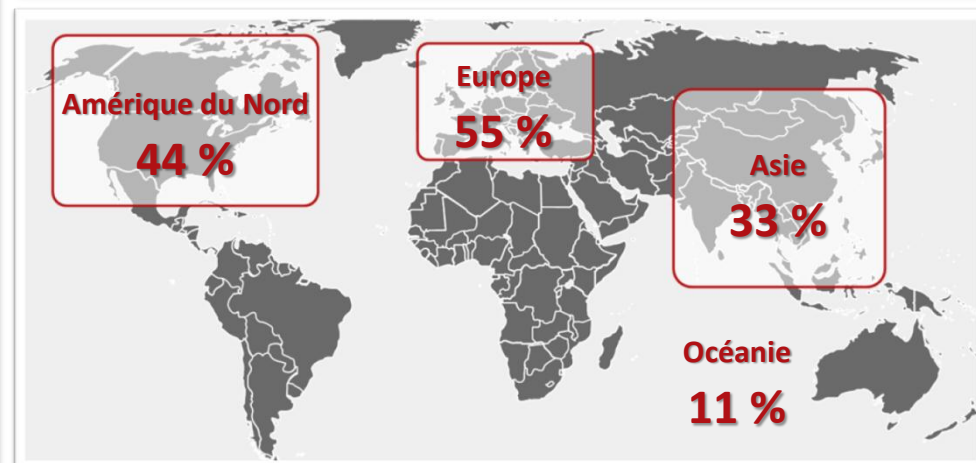


Répartition des **brevets** par segments technologiques en **FRANCE**

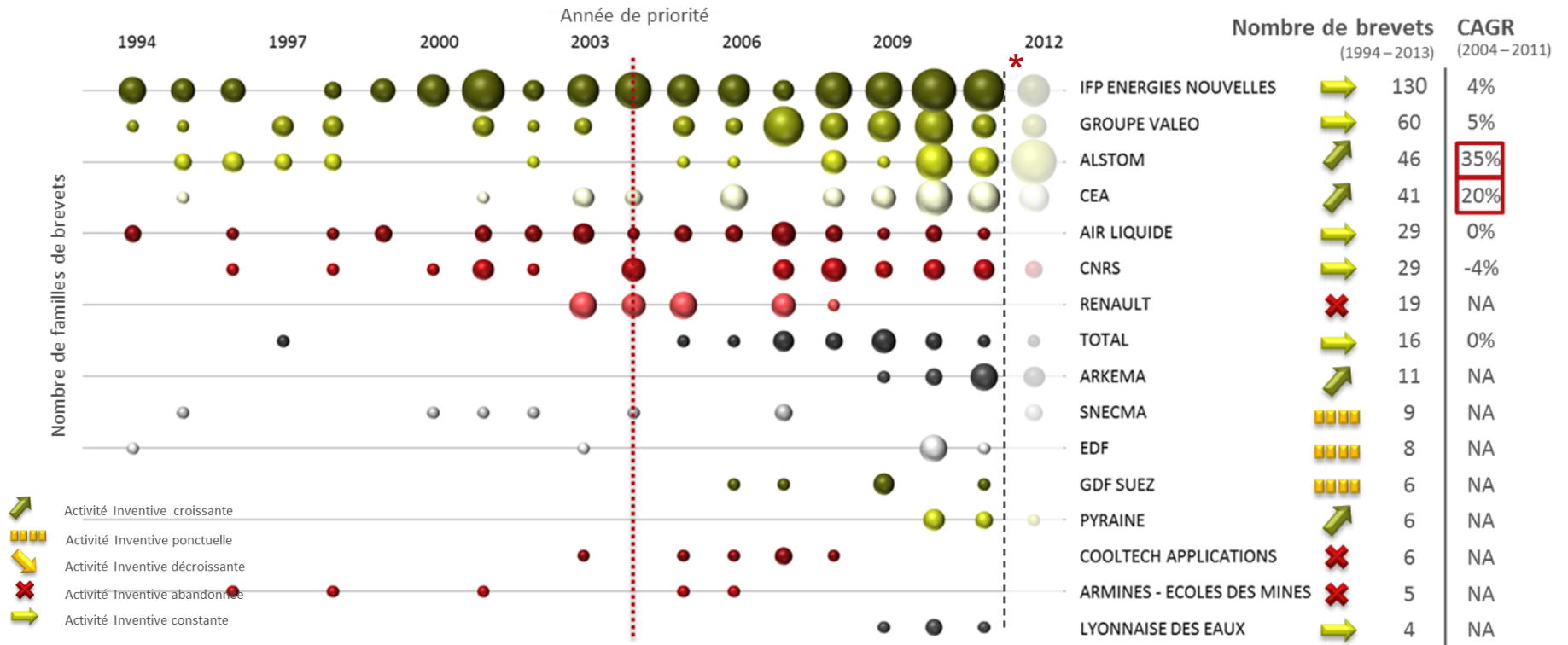


- ▶ Les brevets déposés en priorité en France, 700 familles, représentent **3% de la base mondiale** constituée.
- ▶ L'activité inventive sur ce domaine suit l'activité inventive mondiale et européenne avec un **CAGR (1994/2011) de 6%**.
- ▶ **25%** des familles de brevets sont issues de **structures de recherche** notamment l'**IFPEN**, le **CEA**, le **CNRS** et de quelques universités.
- ▶ Par rapport à ce qui est observé dans le reste du monde (2,7 pays/famille), **les brevets français sont mieux étendus dans le monde**. En moyenne, une famille de brevets français est étendue dans **4,2 pays**. Près d'une famille sur deux est protégée en **Amérique du Nord**.
- ▶ Le segment **utilisation directe concentre plus de 40 %** des dépôts prioritaires de brevets en France.

Couverture géographique des brevets faisant l'objet d'un dépôt prioritaire en France



DERRIÈRE LES GROS DÉPOSANTS, LE PORTEFEUILLE EST TRÈS FRAGMENTÉ



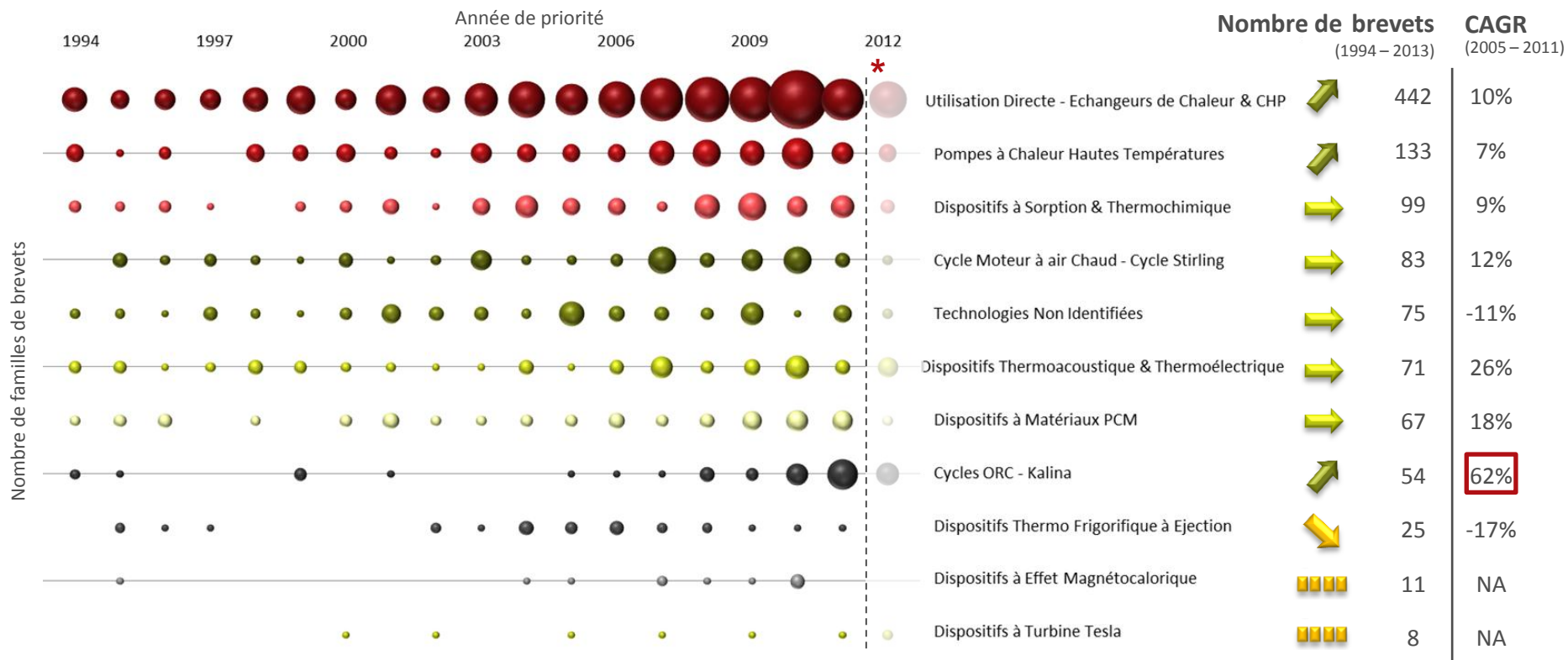
- ▶ Parmi les principaux déposants français, seul Alstom n'a pas ralenti son activité inventive depuis 2010.
- ▶ En Europe, les structures de recherche françaises et **membres de l'ANCRE** sont les acteurs détenant les **portefeuilles brevets les plus importants** dans la thématique récupération et valorisation des énergies fatales.
- ▶ Les acteurs français sont de tailles et de domaines diversifiés, déposant des brevets de **technologies** et **d'applications** :
 - ▶ **Automobile - Aviation** (Renault, SNECMA, Valéo) : seul Valéo continue son développement, notamment sur l'utilisation directe de l'énergie.
 - ▶ **Chimiste** (Air Liquide, Arkema, Total) : Les brevets déposés par Arkema traitent majoritairement des technologies cycles ORC (fluides). Les technologies protégées par Total et Arkema traitent de la récupération d'énergie sur leurs procédés.
 - ▶ **Énergies – Eau - Utilities** (GDF Suez - Degrémont, EDF, Alstom, Lyonnaises des eaux) : EDF se distingue par le développement et la protection de pompes à chaleur haute température.
 - ▶ **Acteurs spécialisés** (Cooltech, Pyrain) : deux sociétés spécialisées dans la génération de chaleur et de froid, la première par une technologie de réfrigération magnétique, la seconde par des pompes à chaleur trithermes.

DES PORTEFEUILLES MOINS DENSES, MAIS PLUS SPÉCIALISÉS

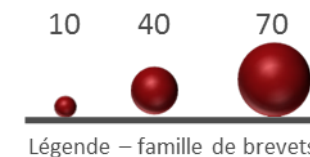
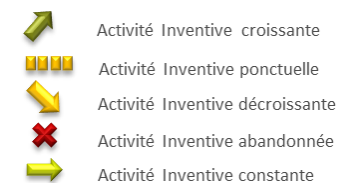
	Dispositifs Thermoacoustique & Thermoélectrique		Pompes à Chaleur Hautes Températures		Technologies Non Identifiées	Dispositifs à Matériaux PCM		Dispositifs à Turbine Tesla		Utilisation Directe - Échangeurs de Chaleur & CHP		Nombre de brevets (1994-2013)	CAGR (2004-2011)
	Dispositifs Thermo Frigorifique à Éjection	Dispositifs à Effet Magnétocalorique	Cycles ORC - Kalina	Cycle Moteur à air Chaud - Cycle Stirling	Dispositifs à Sorption & Thermochimique								
Répartition des familles de brevets par segment technologique													
IFP ENERGIES NOUVELLES	2%	2%	2%	4%	5%	3%	23%	59%	130	4%			
GRUPE VALEO	2%	2%	2%	3%	10%	3%	79%	60	5%				
ALSTOM *	7%	7%	12%	5%	2%	15%	3%	50%	46	35%			
CEA	17%	10%	10%	2%	4%	17%	40%	41	20%				
AIR LIQUIDE			9%	9%	9%	9%	3%	16%	29	0%			
CNRS	15%	6%	15%	6%	23%	35%	29	-4%					
RENAULT	11%	37%	26%	19	NA								
TOTAL	11%	17%	6%	6%	6%	17%	39%	16	0%				
ARKEMA	91%	9%	11	NA									
SNECMA	10%	10%	10%	20%	10%	30%	10%	9	NA				
EDF	40%	10%	10%	40%	8	NA							
GDF SUEZ	14%	14%	14%	14%	14%	43%	6	NA					
PYRAINE	22%	11%	22%	22%	11%	11%	6	NA					
COOLTECH APPLICATIONS	11%	11%	22%	11%	11%	33%	5	NA					
ARMINES - ECOLES DES MINES	29%	14%	29%	29%	4	NA							
LYONNAISE DES EAUX	100%	4	NA										

* Les brevets d'Alstom ne font pas automatiquement l'objet d'un dépôt prioritaire en France, ainsi on observe une différence de comptage. Dans la base France, Alstom apparait troisième déposant avec un portefeuille de 46 familles alors que dans la base Monde son portefeuille en contient 159.

EN FRANCE AUSSI, LES SEGMENTS UTILISATION DIRECTE ET CYCLES ORC CONNAISSENT LES PLUS FORTES CROISSANCES



- ▶ On constate que le ralentissement observé en 2010 impacte essentiellement le segment « utilisation directe », le segment cycle ORC Kalina ne l'est pas.
- ▶ Comme ce qui est observé dans le portefeuille des plus gros déposants français, ainsi que dans le reste du monde, le segment **utilisation directe de l'énergie**, qui regroupe également les échangeurs de chaleur et les systèmes CHP, a **la plus forte croissance sur les dix dernières années**.
- ▶ Bien que le nombre de brevets déposés dans ce segment soit faible par rapport au segment précédent, les **dispositifs à cycles ORC** semblent susciter en France comme dans le reste du monde une attention particulière : entre 2005 et 2011, le **CAGR** de ce segment est de **62%**.
- ▶ Le segment dispositifs **thermo frigorifique à résection ne suscite pas d'intérêt** particulier dans le cadre de la récupération des énergies fatales. Les dépôts de brevets sont peu nombreux **comme dans le reste du monde**.



* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique



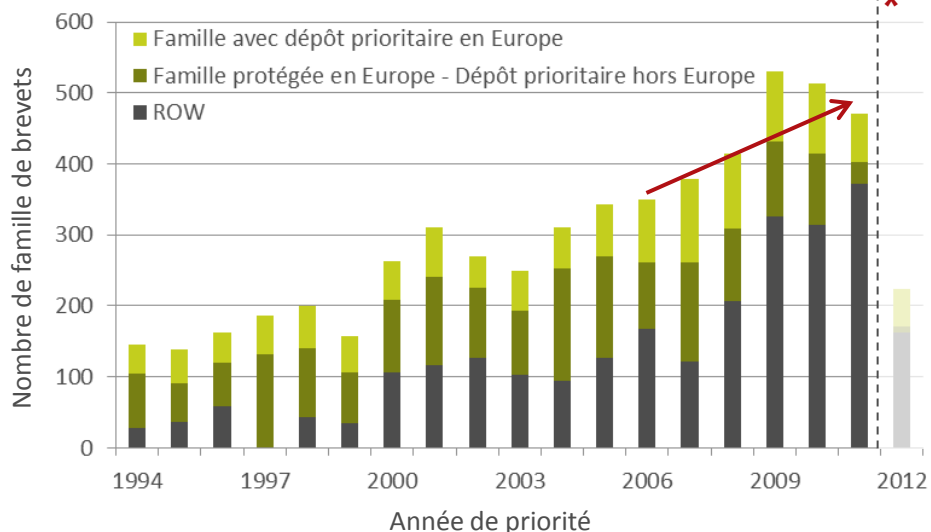
Focus par segment technologique

POMPES À CHALEUR – HAUTES TEMPÉRATURES

5 631 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

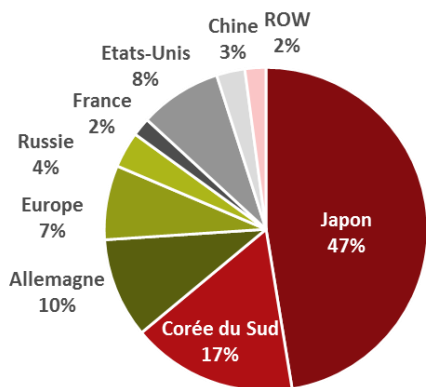
CAGR (2006 – 2011)
6 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
MATSUSHITA - PANASONIC	Japon	354
OSAKA GAS	Japon	176
NORITZ	Japon	172
HITACHI	Japon	159
TOKYO GAS	Japon	131
RINNAI	Japon	96
TOSHIBA	Japon	80
GASTAR	Japon	80
DENSO	Japon	75
MITSUBISHI	Japon	69
SANYO	Japon	67

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

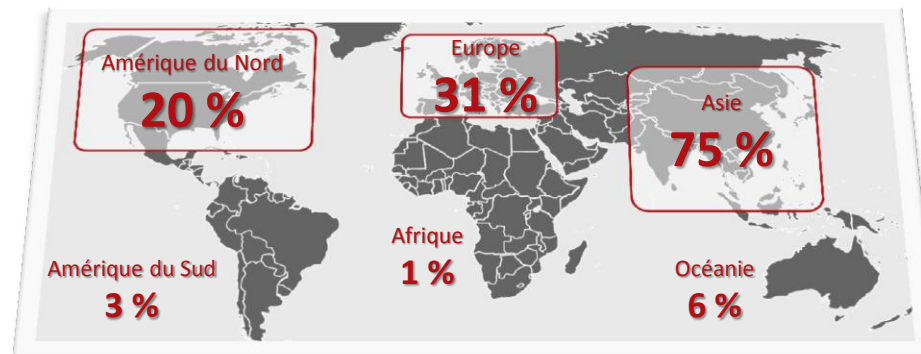


1 290 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



3 075 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



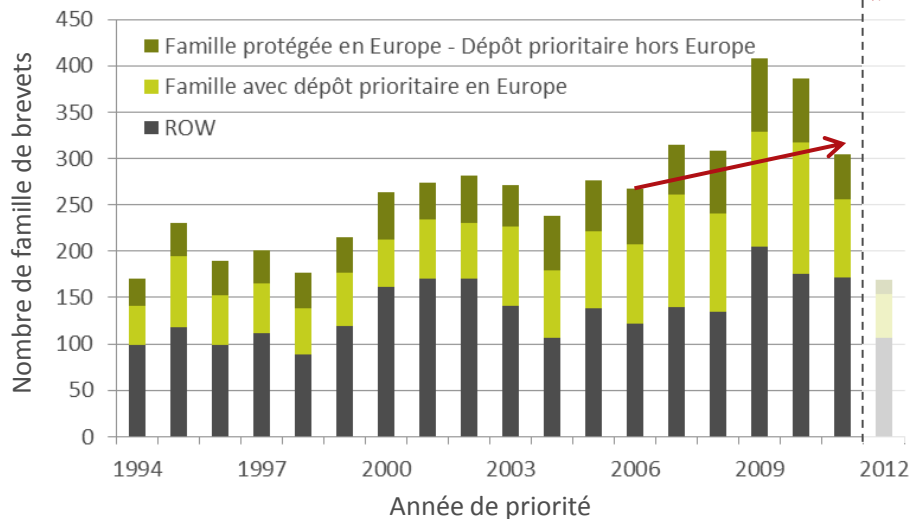
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

UTILISATION DIRECTE – ECHANGEURS DE CHALEUR & CHP

4 955 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

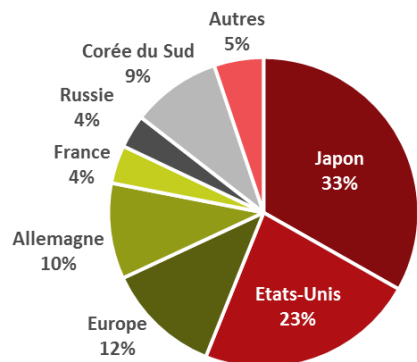
CAGR (2006 – 2011)
5 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
TOSHIBA	Japon	181
GENERAL ELECTRIC	USA	181
HITACHI	Japon	153
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	Japon	144
DENSO	Japon	111
ALSTOM	France	106
MATSUSHITA - PANASONIC	Japon	76
ABB	Suisse	56
LG	Corée du Sud	44
SIEMENS	Allemagne	43

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

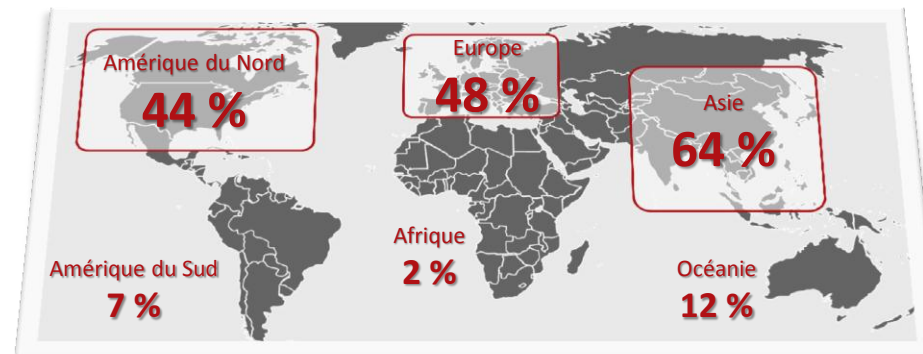


1 458 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



2 368 familles de brevets
ayant **au moins un membre en Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



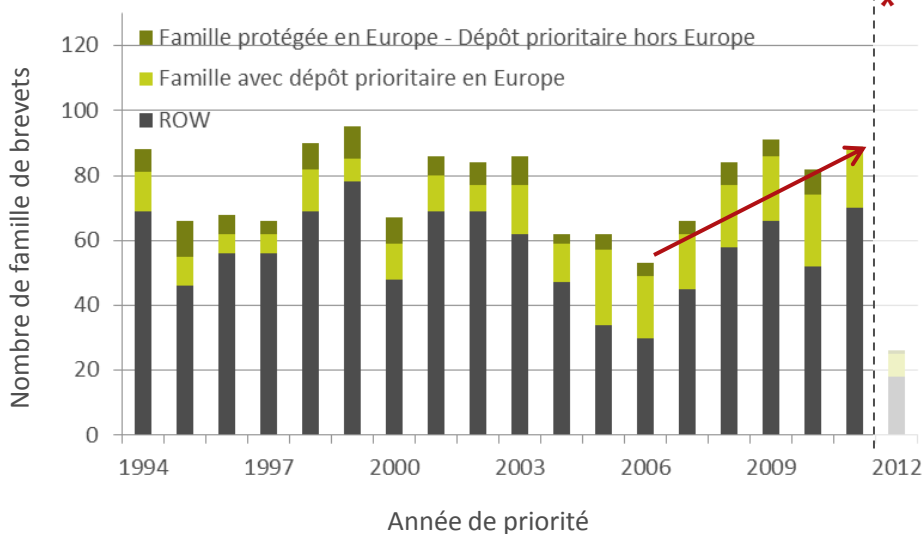
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

DISPOSITIFS À SORPTION & THERMOCHIMIQUE

1 411 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

CAGR (2006 – 2011)
11 %

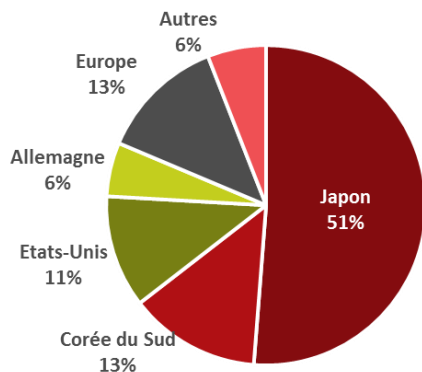
Principaux déposants



Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

Pays	Pourcentage
Japon	51%
Europe	13%
Autres	6%
Allemagne	6%
Etats-Unis	11%
Corée du Sud	13%

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

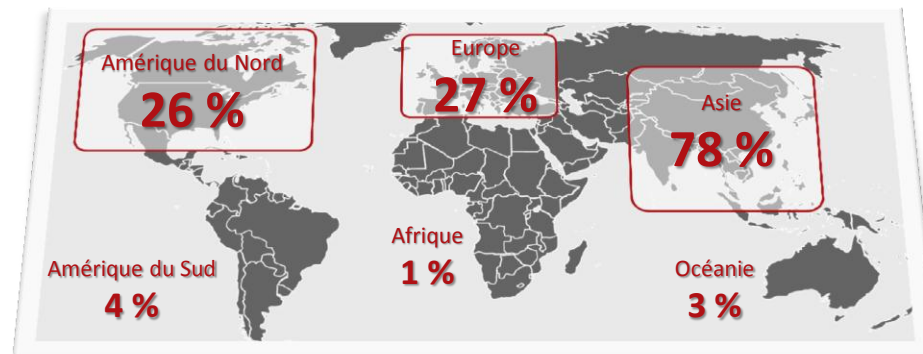


257 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



371 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

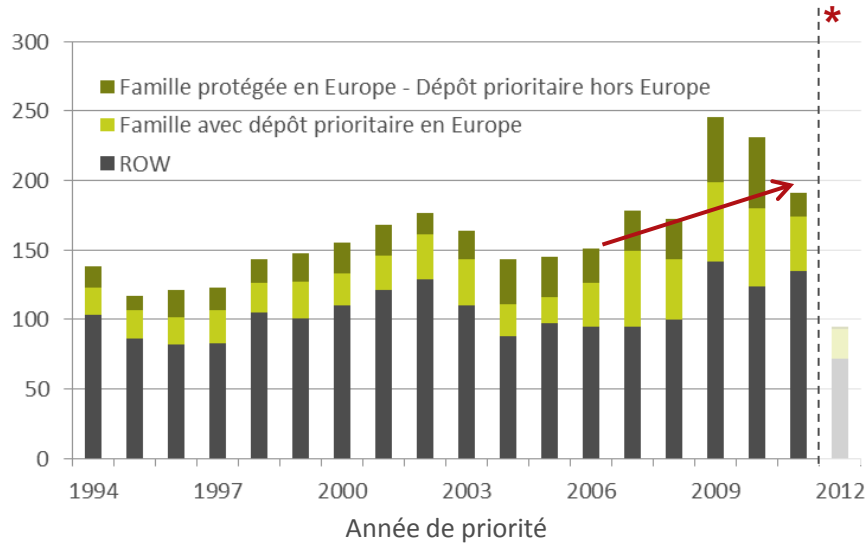
DISPOSITIFS À MOTEUR À AIR CHAUD – CYCLE DE STIRLING

3 014 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

CAGR (2006 – 2011)
5 %

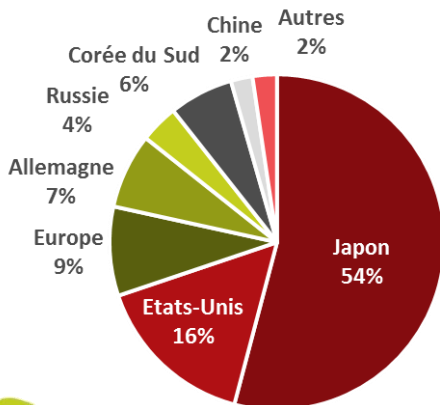
Principaux déposants

Nombre de famille de brevets

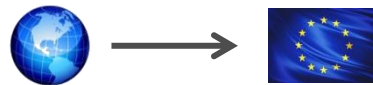


Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
HITACHI	Japon	209
TOYOTA	Japon	115
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	Japon	112
SANYO	Japon	108
OSAKA GAS	Japon	96
TOSHIBA	Japon	79
GENERAL ELECTRIC	USA	78
TOKYO GAS	Japon	75
IHI CORP	Japon	57
DENSO	Japon	50

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

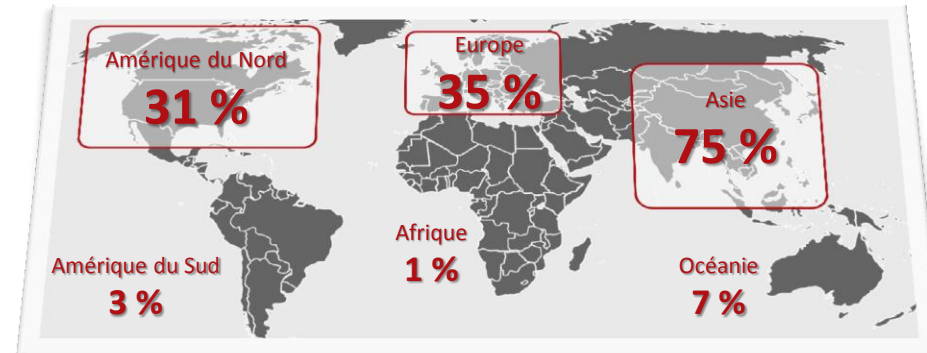


588 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



1 020 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



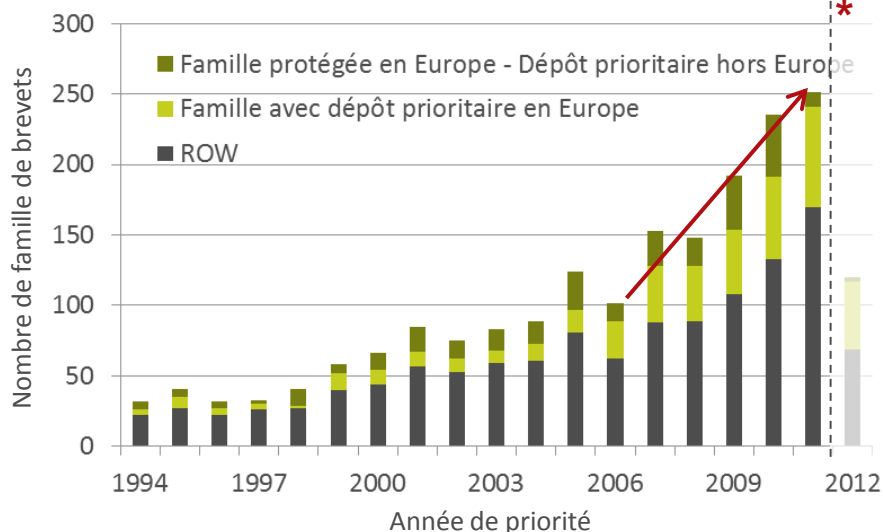
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

DISPOSITIFS À CYCLES DE RANKINE & KALINA- ORC

1 674 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

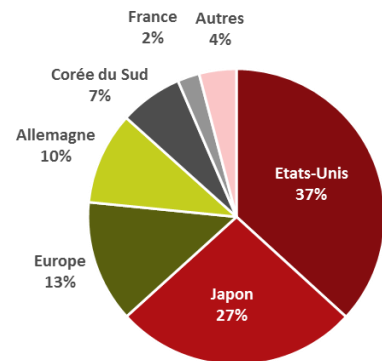
CAGR (2006 – 2011)
22 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
GENERAL ELECTRIC	USA	74
TOYOTA	Japon	72
SANDEN	Japon	51
UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION	USA	35
KIER - KOREA INSTITUTE OF ENERGY RESEARCH	Corée du Sud	33
DENSO	Japon	23
TOSHIBA	Japon	22
SIEMENS	Allemagne	21
HONDA	Japon	21
MATSUSHITA - PANASONIC	Japon	20

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

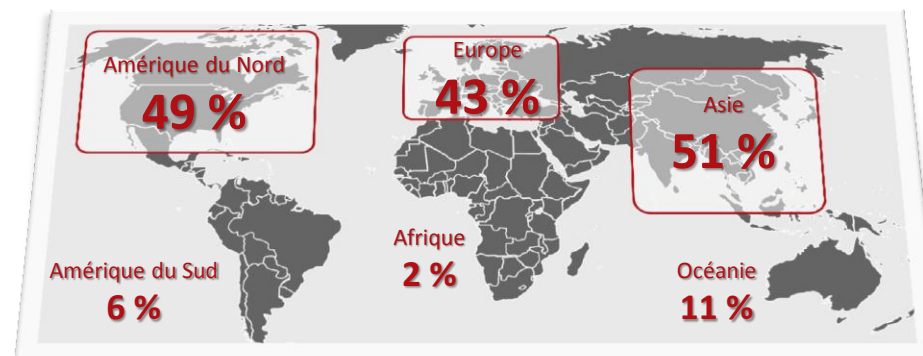


432 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



724 familles de brevets
ayant **au moins un membre en Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



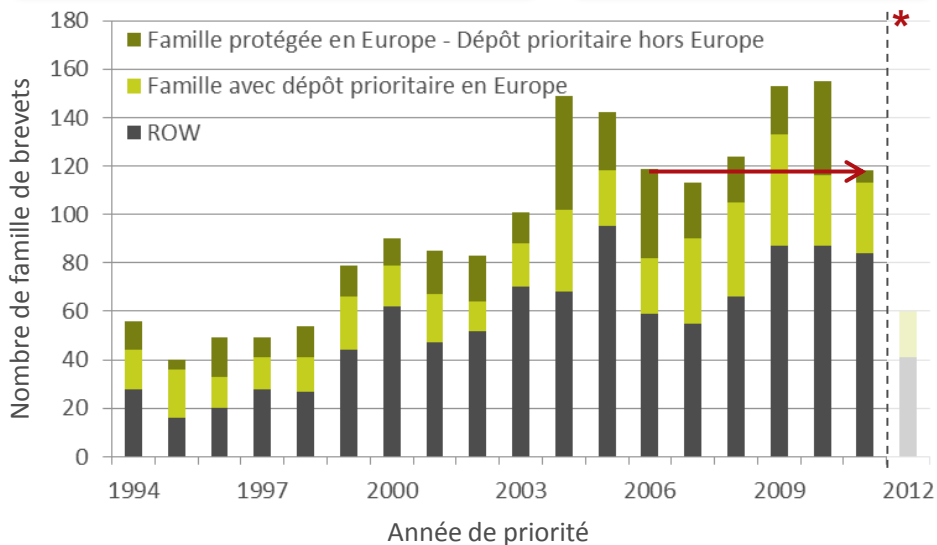
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

DISPOSITIFS THERMOACOUSTIQUE ET THERMOÉLECTRIQUE

1 820 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

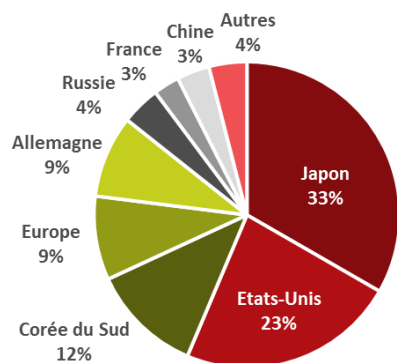
CAGR (2006 – 2011)
0 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
OSAKA GAS	Japon	63
TOYOTA	Japon	48
LG	Corée du Sud	41
MATSUSHITA – PANASONIC	Japon	38
TOSHIBA	Japon	35
HITACHI	Japon	24
SIEMENS	Allemagne	19
SUMITOMO	Japon	18
ABB	Suisse	16
SAMSUNG	Corée du Sud	14

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

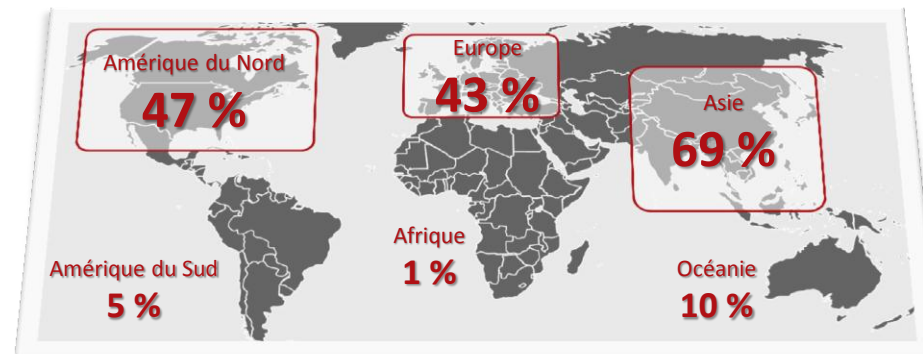


440 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



780 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



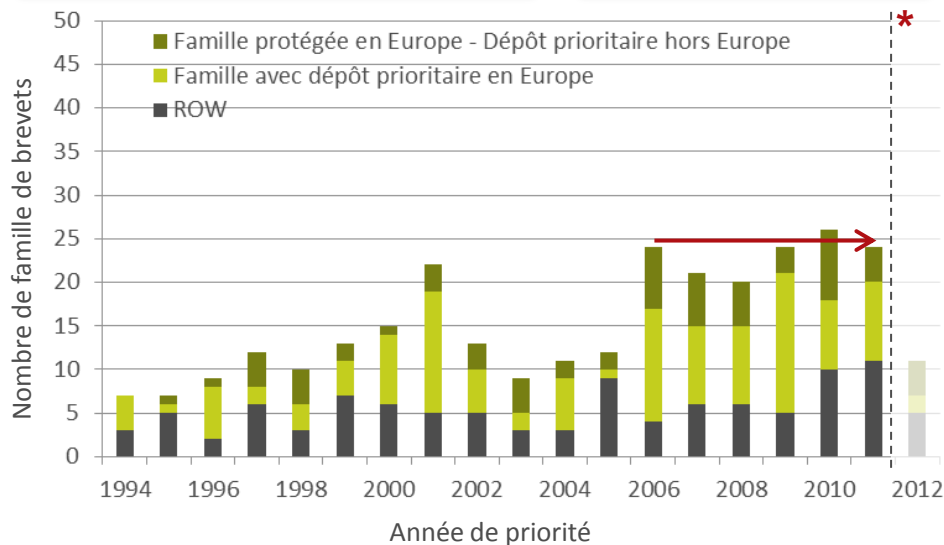
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

DISPOSITIFS À TURBINE DE TESLA

292 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

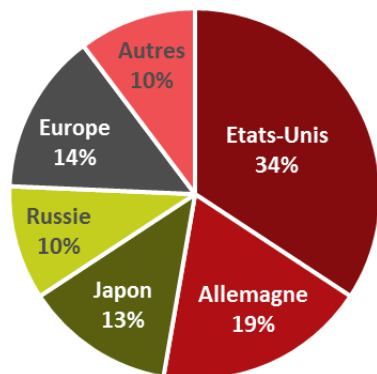
CAGR (2006 – 2011)
0 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
GENERAL ELECTRIC	USA	21
HITACHI	Japon	10
ZF SACHS	Allemagne	9
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	Japon	8
ROLLS ROYCE	Grande Bretagne	6
SIEMENS	Allemagne	5

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

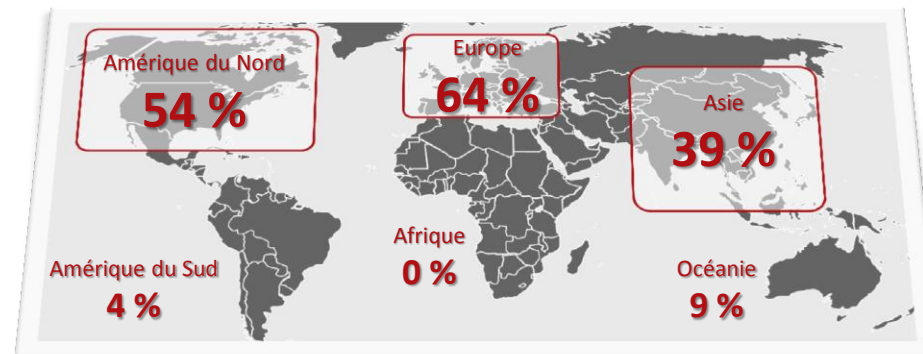


124 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



188 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



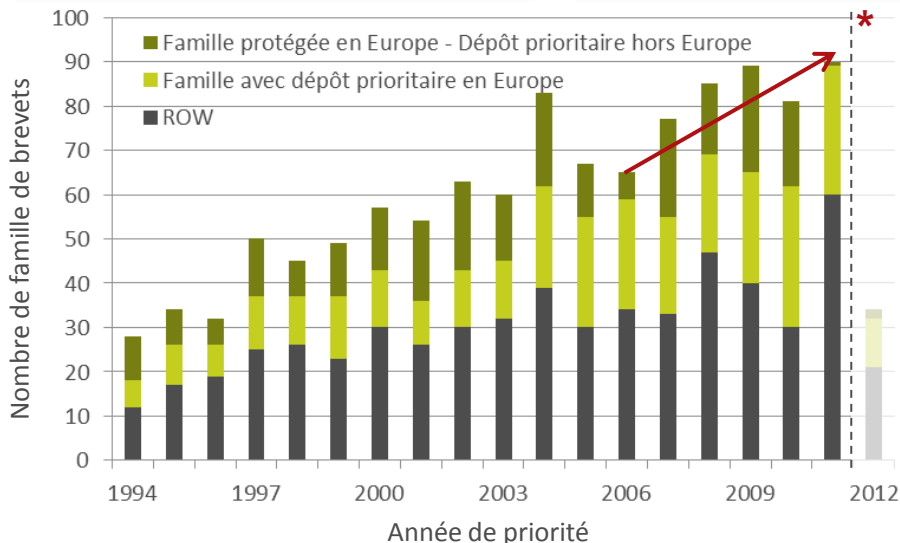
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

DISPOSITIFS À MATÉRIAUX À CHANGEMENT DE PHASE

1 147 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

CAGR (2006 – 2011)
7 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
MATSUSHITA - PANASONIC	Japon	22
DAIKIN	Japon	19
HITACHI	Japon	17
SAMSUNG	Corée du Sud	16
SIEMENS	Allemagne	12
OSAKA GAS	Japon	11
GENERAL ELECTRIC	USA	11
BOSCH	Allemagne	10
DENSO	Japon	10
TOSHIBA	Japon	9

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

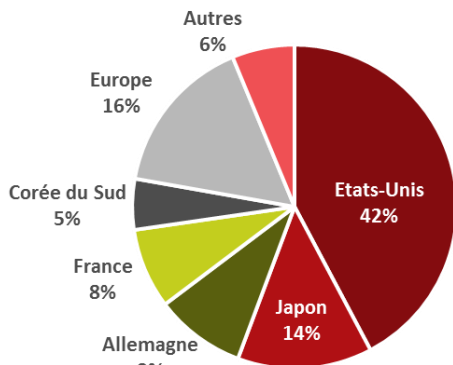
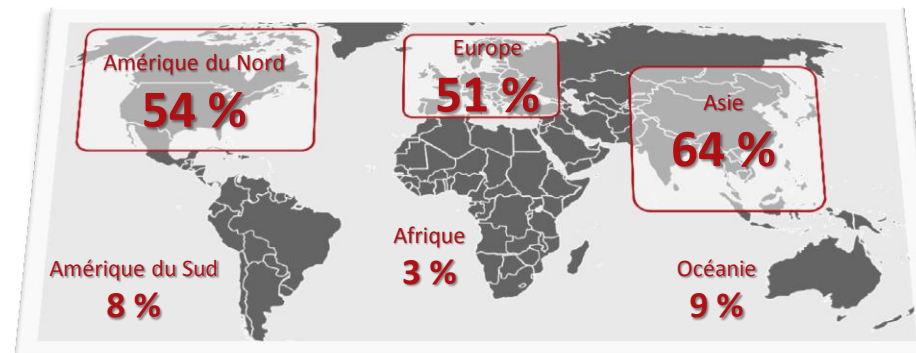


320 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



560 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



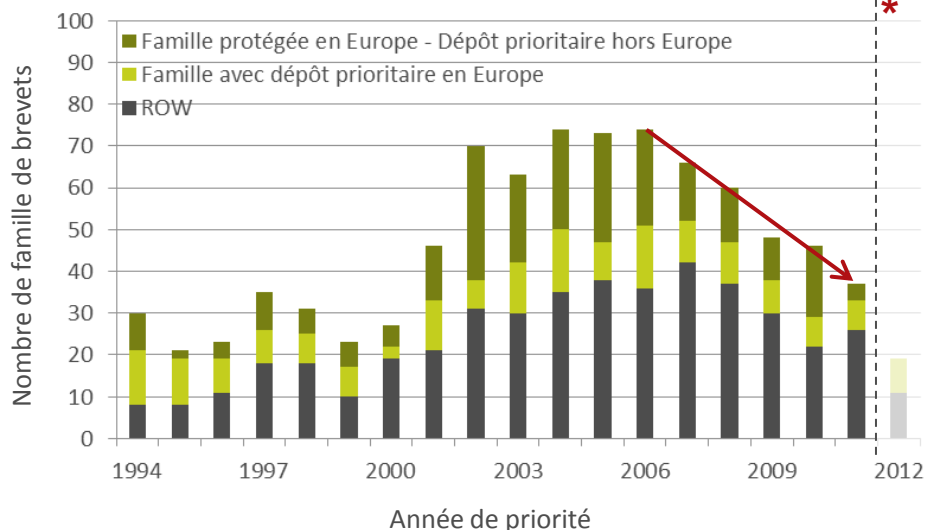
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

DISPOSITIFS THERMO FRIGORIFIQUE À EJECTION

871 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

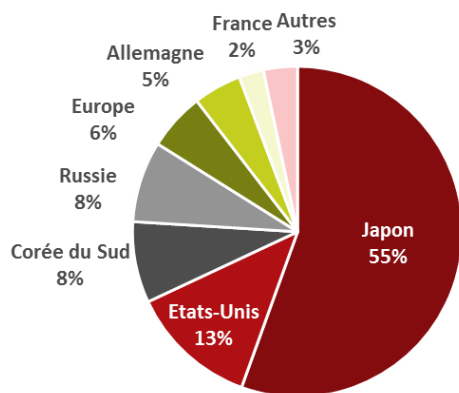
CAGR (2006 – 2011)
-13 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets
DENSO	Japon	233
MITSUBISHI ELECTRIC	Japon	29
TOSHIBA	Japon	15
HITACHI	Japon	15
TOYOTA	Japon	11

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

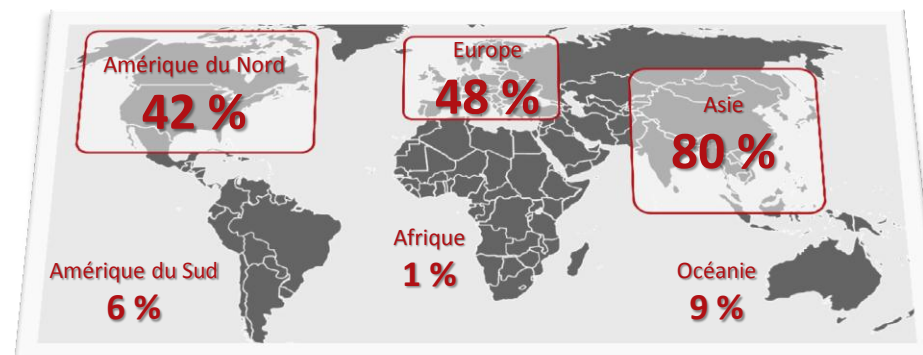


180 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



417 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



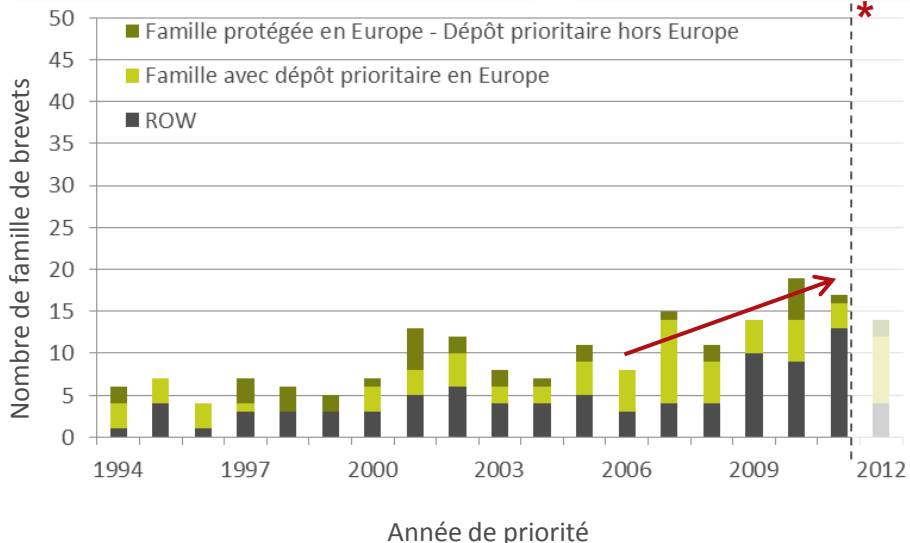
* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

DISPOSITIFS À EFFET MAGNÉTOCALORIQUE

191 familles de brevets
publiées de 1994 à aujourd'hui

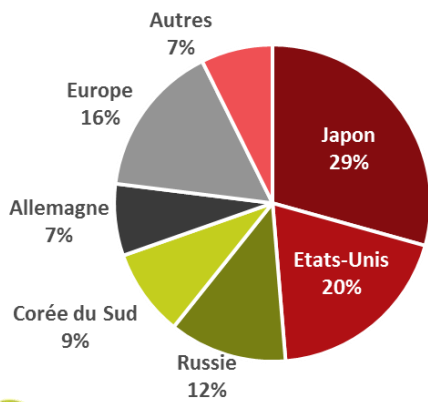
CAGR (2006 – 2011)
16 %

Principaux déposants



Principaux Déposants	Pays	Nbre de brevets

Répartition du portefeuille par pays de dépôts prioritaires de 1994 à aujourd'hui

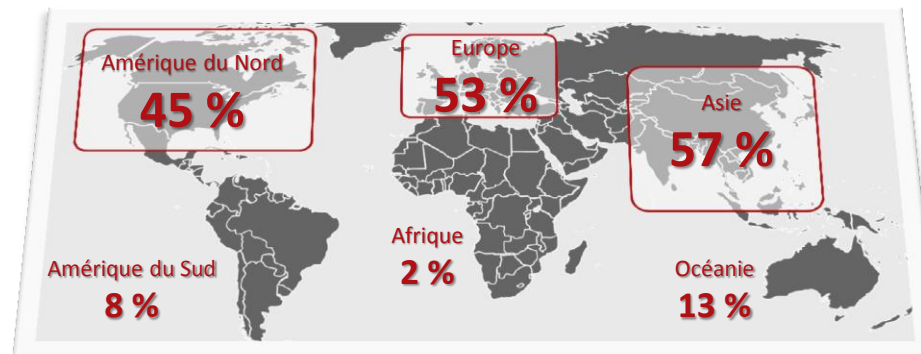


65 familles de brevets
faisant l'objet d'un **dépôt prioritaire en Europe** de 1994 à aujourd'hui



102 familles de brevets
ayant au moins un membre en **Europe** de 1994 à aujourd'hui

Stratégie d'extension



* Compte tenu du délai existant entre la date de dépôt d'une demande et sa publication (18 mois) tous les brevets déposés en 2012 et 2013 n'apparaissent pas sur le graphique

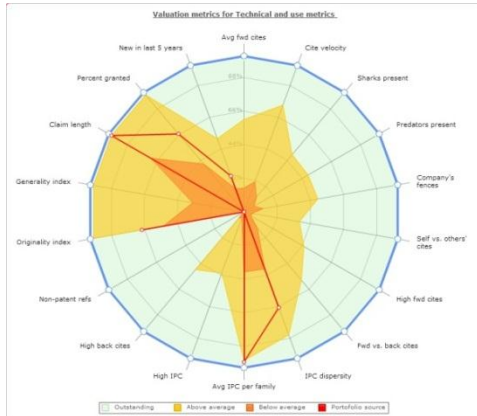


Détection des technologies émergentes et d'intérêts

NOTATION ET MISE EN RELIEF DU PORTEFEUILLE

Outil d'analyse Questel

Près de 50 métriques différentes fournies par Questel



Sélection des métriques par Avenium

- **Âge :**
 - ▶ Répartition des brevets par leur âge en fonction de l'âge moyen
 - ▶ Sélection des brevets récents (< 3 ans)
- **Analyse de la stratégie d'extension :**
 - ▶ Extension sur les marchés d'importances (EP, US, CN, JP, KR)
 - ▶ Extension hors du pays dépôt prioritaire
- **Analyse des brevets citants et cités :**
 - ▶ Nombre moyen de brevets citants (FWC)
 - ▶ Nombre de brevets cités (BWC)
 - ▶ Comparaison du nombre de Brevets citants Vs. Brevets cités (FWC Vs. BWC)
- **Taille de la première revendication :**

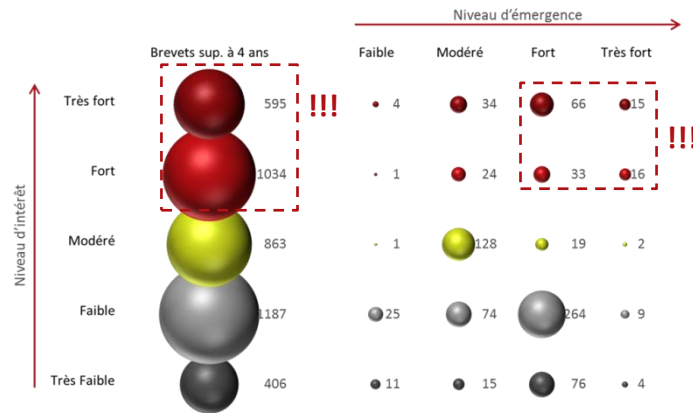
	Technologies d'Intérêt	Technologies Emergentes
■ Âge :	✓	✓
■ Analyse de la stratégie d'extension :	✓	✓
■ Analyse des brevets citants et cités :	✓	✓
■ Taille de la première revendication :	✓	✓



Pondération des métriques par Avenium

La détection de technologies **émergentes** et **d'intérêt** à l'aide d'outils statistiques, dans un corpus de brevets, est un exercice délicat. Cependant, **plusieurs métriques d'analyses** peuvent être efficacement étudiées pour obtenir un corpus exploitable. Dans le cadre de ses précédentes missions de conseil et de Licensing, Avenium a défini une liste de critères permettant de **filtrer un portefeuille** et d'extraire un corpus de technologies dites émergentes et d'intérêt.

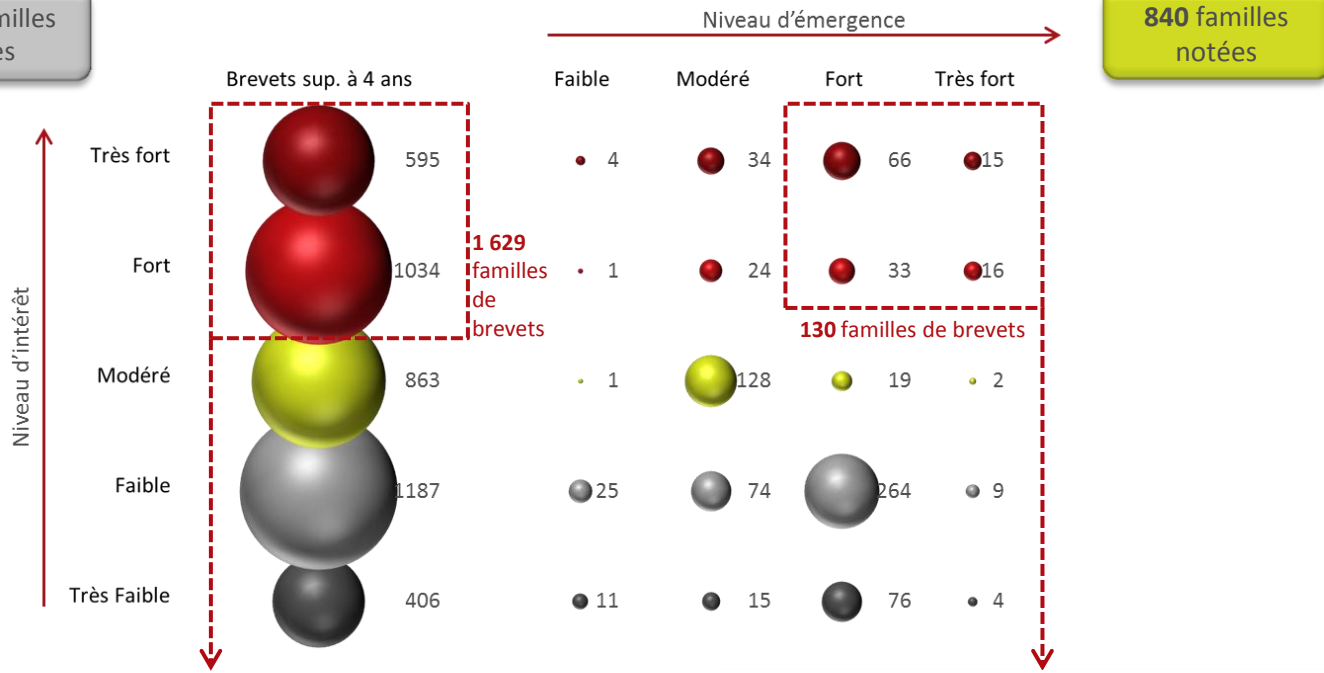
Dans le cadre de cette étude, deux segments ont été mis en relief par ces deux notations : « **Technologies Non Définies** », pour chercher à identifier d'éventuelle nouvelles tendances techniques, et « **Cycles ORC – Kalina** », segment particulièrement dynamique ces dernières années



Représentation graphique et base de brevets notée

NOTATION DU SEGMENT « TECHNOLOGIES NON IDENTIFIÉES »

4 900 familles notées



Principaux déposants de technologies à **fort et très fort niveau d'intérêt**

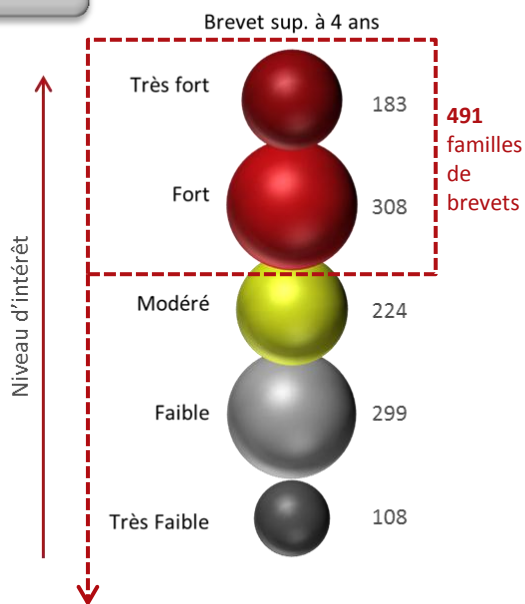
Déposants	Pays	Nombre de familles
HITACHI	Japon	87
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	Japon	83
NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL	Japon	58
TOSHIBA	Japon	39
TOYOTA	Japon	36
MATSUSHITA - PANASONIC	Japon	35
IHI CORP	Japon	30
NKK CORP	Japon	26
EBARA	Japon	21
TOKYO GAS	Japon	17
SANYO	Japon	16

Principaux déposants de technologies à **fort et très fort niveau d'intérêt et d'émergence**

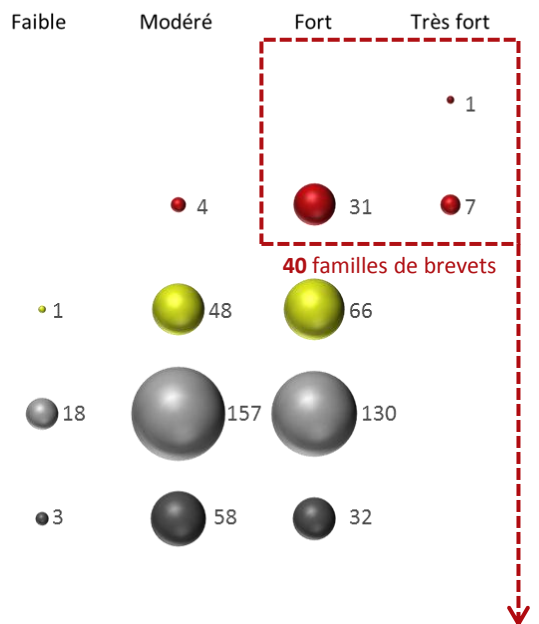
Principaux Déposants	Pays	Nombre de familles
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	Japon	5
HITACHI	Japon	5
SIEMENS	Allemagne	4
WUHAN KAI DI ENGINEERING TECHNOLOGY	Chine	3
THYSSENKRUPP	Allemagne	3
FLUOR TECHNOLOGIES CORPORATION	États-Unis	3
DENSO	Japon	3
TOYOTA	Japon	2
RESEARCH INST. OF INDUST. SC. & TECHN.	Corée du Sud	2
POSCO	Corée du Sud	2
METHANOL CASALE	Suisse	2
ABB	Suisse	2

NOTATION DU SEGMENT « CYCLES ORC & KALINA »

1674 familles notées



Niveau d'émergence



550 familles notées

Principaux déposants de technologies à fort et très fort niveau d'intérêt

Déposants	Pays	Nombre de familles
GENERAL ELECTRIC	États- Unis	26
SANDEN	Japon	23
UNITED TECHNOLOGIES CORP.	États- Unis	21
DENSO	Japon	15
HONDA	Japon	14
MERCK	Allemagne	7
PRAXAIR TECHNOLOGY	États- Unis	7
ORMAT TECHNOLOGIES	Israël	7
TOSHIBA	Japon	7
MATSUSHITA - PANASONIC	Japon	7

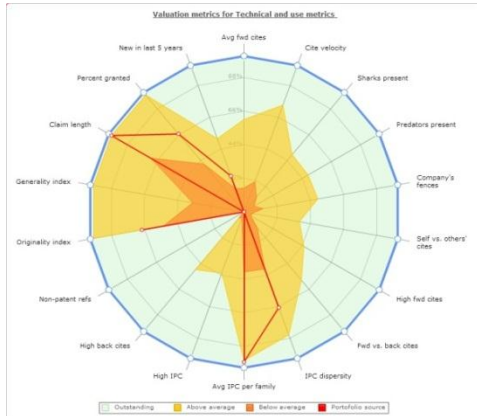
Principaux déposants de technologies à fort et très fort niveau d'intérêt et d'émergence

Principaux Déposants	Pays	Nombre de familles
GENERAL ELECTRIC	États- Unis	11
TOYOTA	Japon	6
NUOVO PIGNONE S.P.A. - Groupe GE	Italie	3
CATERPILLAR	États- Unis	2

UN OUTIL POUR AMORCER L'ÉTUDE TECHNIQUE DU PORTEFEUILLE

Outil d'analyse Questel

Près de 50 métriques différentes fournies par Questel



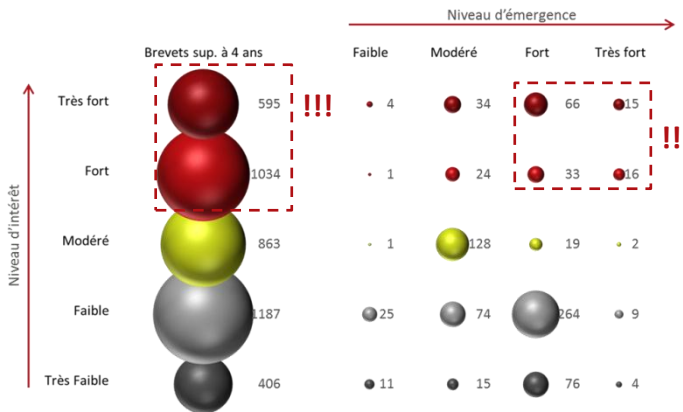
Sélection des métriques par Avenium

- **Âge :**
 - ▶ Répartition des brevets par leur âge en fonction de l'âge moyen
 - ▶ Sélection des brevets récents (< 3 ans)
- **Analyse de la stratégie d'extension :**
 - ▶ Extension sur les marchés d'importances (EP, US, CN, JP, KR)
 - ▶ Extension hors du pays dépôt prioritaire
- **Analyse des brevets citants et cités :**
 - ▶ Nombre moyen de brevets citants (FWC)
 - ▶ Nombre de brevets cités (BWC)
 - ▶ Comparaison du nombre de Brevets citants Vs. Brevets cités (FWC Vs. BWC)
- **Taille de la première revendication :**

	Technologies d'Intérêt	Technologies Emergentes
■ Âge :	✓	✓
▶ Répartition des brevets par leur âge en fonction de l'âge moyen	✓	✓
▶ Sélection des brevets récents (< 3 ans)	✓	✓
■ Analyse de la stratégie d'extension :	✓	✓
▶ Extension sur les marchés d'importances (EP, US, CN, JP, KR)	✓	✓
▶ Extension hors du pays dépôt prioritaire	✓	✓
■ Analyse des brevets citants et cités :	✓	✓
▶ Nombre moyen de brevets citants (FWC)	✓	✓
▶ Nombre de brevets cités (BWC)	✓	✓
▶ Comparaison du nombre de Brevets citants Vs. Brevets cités (FWC Vs. BWC)	✓	✓
■ Taille de la première revendication :	✓	✓



Pondération des métriques par Avenium



Représentation graphique et base de brevets notée

Analyse des experts

La mise en relief de la base brevets par une notation statistique est un outil mis à disposition des experts pour débiter l'étude la détection de technologies émergentes et d'intérêt.



Exploiter cette cartographie

POUR ALLER PLUS LOIN : ACCOMPAGNEMENTS PROPOSÉS PAR AVENIUM

- **Approfondir** l'étude de l'environnement mondial et européen :
 - ▶ Prévoir une **mise à jour** annuelle pour le suivi de de l'évolution de cette filière ou de segments stratégiques sélectionnés.
 - ▶ **Accompagnement du CVT** dans l'exploitation opérationnelle des résultats de l'analyse et **définition d'une roadmap**.
- **Diffuser et exploiter** le panorama et le positionnement de l'offre nationale :
 - ▶ **Présentation du panorama** et du positionnement de l'offre nationale aux acteurs à l'occasion d'une journée « technique » organisée par l'ANCRE.
 - ▶ Mise au **format rapport** et intégration d'éléments marché et/ou avis des experts **pour diffusion**.
- **Approfondir** l'analyse sur les segments à fort potentiel :
 - ▶ Approfondir le positionnement stratégique et technologique des **déposants français** et **identifier les synergies** et point de **convergences technologiques**.
 - ▶ Approfondir les **segments à forts potentiels** ressortis lors de cette étude : Dispositifs à Cycles ORC/Kalina, Pompes à Chaleur HT et Dispositif à utilisation directe de la chaleur.
 - ▶ **Segmentations retravaillées et approfondies** pour chaque segment ou pour les segments à forts potentiels.
 - ▶ **Interviews** d'experts et d'acteurs du domaine intégration de leurs positionnements R&D et stratégie PI dans l'étude.
 - ▶ **Extension de la stratégie de recherche** à d'autres domaines applicatifs et gammes de températures.



Listing des experts interviewés

PÉRIMÈTRE ET SEGMENTATION – ENTRETIENS AVEC LES EXPERTS

Segment technologiques	Expert	Institut	Date
Récupération et valorisation d'énergies fatales	Participation de l'ensemble des experts	TOUS	-
Dispositifs à Turbine de TESLA	Philippe PAGNIER	IFPEN	16 Décembre 2013
Pompe à Chaleur Haute Température	Florent GUILLOU	IFPEN	12 Décembre 2013
Machine Thermo frigorifique à éjection	Aucun expert disponible	-	-
Utilisation Directe de la Chaleur et Dispositifs CHP	Alain DEGIOVANNI	Université de Lorraine CEA	11 Décembre 2013
	Patrice TOCHON		28 Février 2014
Cycle Organique de Rankine (ORC) et Kalina	Michel FEIDT	Université de Lorraine IFPEN	12 Décembre 2013
	Pascal SMAGUE		13 Décembre 2013
Dispositifs à sorption et thermochimiques	Aucun expert disponible	-	-
Dispositifs à Matériaux à Changement de Phase (PCM)	Alain DEGIOVANNI	Université de Lorraine	11 Décembre 2013
Cycle à Moteur à Air Chaud	Pierre LEDUC	IFPEN	13 Décembre 2013
Systèmes à Effet Magnéto-calorique	Laurence FOURNAISON	IRSTEA	13 Décembre 2013
Dispositifs Thermoélectriques et Thermoacoustiques	Alain DEGIOVANNI	Université de Lorraine	11 Décembre 2013

- ▶ Liste d'experts proposée par Mme Chabelie, IFPEN
- ▶ Définition du **périmètre** de chaque segment
- ▶ Présentation des **caractéristiques techniques** et enjeux
- ▶ Définition et validation des **mots clés** de recherche pour chaque segment et pour la base globale

Grégoire MICHEL, Consultant

04 38 78 92 96

gregoire.michel@avenium-consulting.com

Guillaume FERRE, Directeur

04 38 78 22 12

guillaume.ferre@avenium-consulting.com

Patents in Motion



IP Strategy • IP Management • IP Licensing

www.avenium-consulting.com

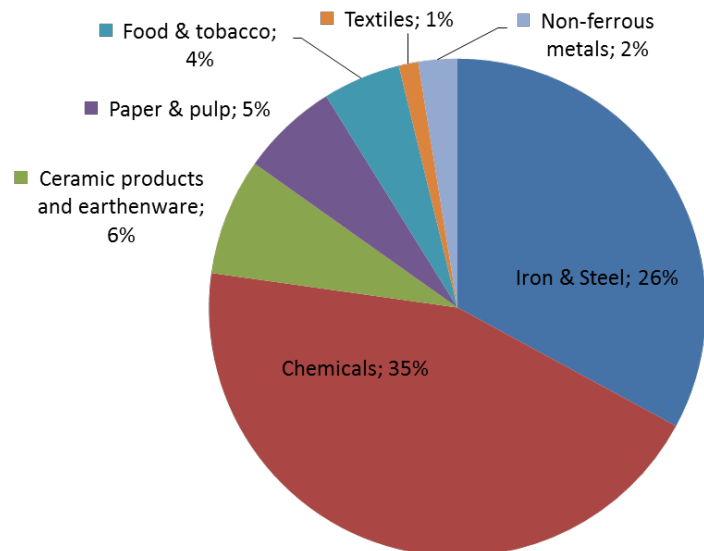
Avenium Consulting - 3 Parvis Louis Néel, 38054 Grenoble

Consommation énergétique dans l'industrie au Japon

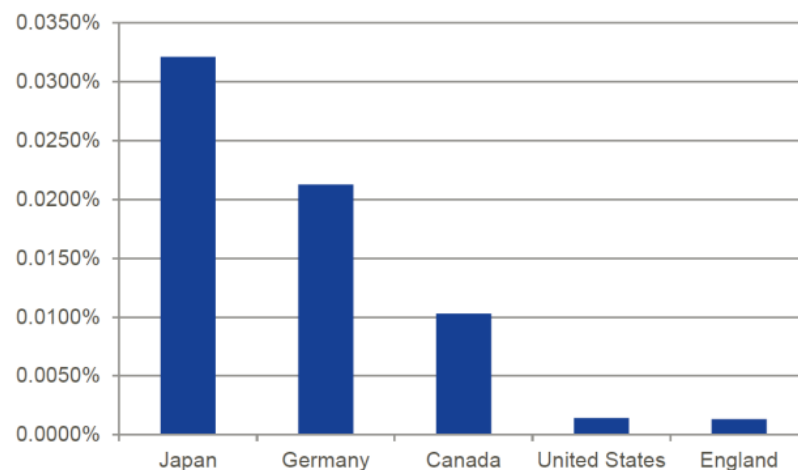
- Le secteur industriel représente 43 % de la consommation énergétique totale, en diminution par rapport aux années 70 (~65 %).
- La consommation énergétique par unité de production dans l'industrie manufacturière a rapidement diminué à partir des crises pétrolières jusqu'au milieu des années 80 ; stable depuis, d'où la nécessité de définir et mettre en œuvre de nouvelles stratégies pour améliorer l'efficacité énergétique.
 - ❖ Etablie en 2006, la *New National Energy Strategy* fixe de nouveaux objectifs d'amélioration : 30 % d'ici 2030, dont 7 % dans le secteur industriel par rapport à 1990.

Secteurs cibles de la politique de conservation de l'énergie : la chimie et la sidérurgie qui représentent 60 % de la consommation d'énergie dans l'industrie.

Part de la consommation énergétique dans le secteur industriel



En % du PIB, le Japon est numéro un mondial des investissements dans les programmes d'aides aux PME.



Source : METI

Les acteurs industriels japonais détiennent les portefeuilles brevets les plus denses

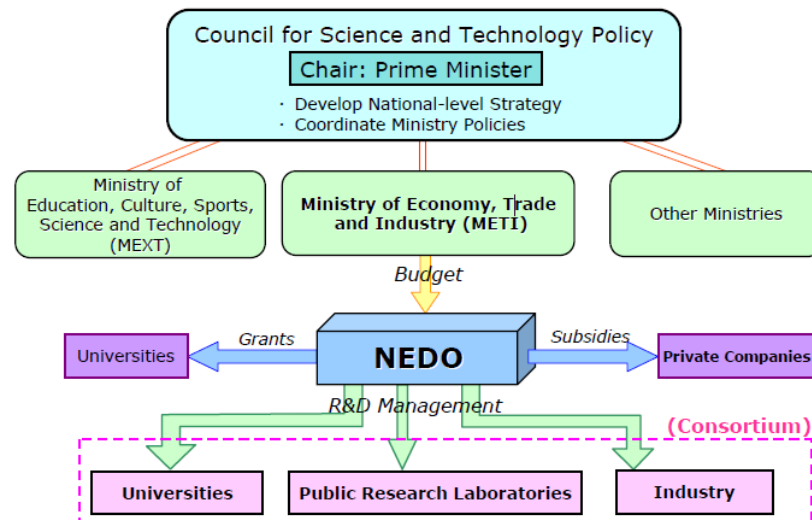
Trois Agences institutionnelles principales, émanations du Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI), sont actives dans le domaine de l'efficacité énergétique dans le secteur industriel :

- ANRE – Agency for Natural Resources and Energy
- ECCJ – Energy Conservation Centre of Japan
- NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization), un organisme administratif

Leurs missions :

- piloter les programmes de soutien à l'efficacité énergétique ;
- apporter le soutien technique, administratif et financier nécessaire aux entreprises pour qu'elles atteignent les objectifs fixés par la réglementation.

National R&D Scheme in Japan



Source : NEDO

- Le METI établit un «programme de R&D» pour chaque domaine technologique et l'oriente vers le NEDO pour la mise en œuvre des projets qui lui sont associés. Ce dernier accorde un **soutien technique, administratif et financier aux projets collaboratifs de R&D, associant la recherche publique et les entreprises privées.**
- Budget: 9,6 milliards de yen pour les projets visant l'amélioration de l'efficacité énergétique (soit près de 13 % de son budget en 2012)
- Parmi les programmes retenus en 2012, le développement de technologies innovantes pour les procédés de fonte du verre, la R&D pour la nouvelle génération de systèmes de pompes à chaleur, ainsi qu'un programme d'innovation stratégique pour les technologies d'économies d'énergie.
- La NEDO réalise des audits (en fonction d'indicateurs de référence) en collaboration avec les sociétés industrielles et les collectivités locales.
- La NEDO fixe ensuite des objectifs d'économie d'énergie pour 2015-2020: chaque usine ou lieu de travail doit atteindre une réduction moyenne annuelle de 1 % ou plus de sa consommation énergétique. Des recommandations sont faites à chaque entreprise sur les moyens de diminuer sa consommation d'énergie à court terme.

Efficacité énergétique dans l'industrie : réglementations et programmes de soutiens

Type de mesures et programmes	Caractéristiques	
<p><u>Mesures réglementaires</u> Energy Conservation Law de 1979 (concernent 90 % du secteur industriel)</p>	<p>Energy Conservation Act (définit la réglementation)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Acteurs concernés : entreprises industrielles Consommation : au moins 1500 kl ou > 6 GWh/an Rapport périodiques, gestionnaire «énergie» obligatoire Efforts de réduction : 1 %/an
	<p>Top Runner (<i>programme actuellement appliqué aux secteurs des transports, commercial et résidentiel</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fixe des objectifs d'efficacité énergétique pour une vingtaine d'équipements représentant l'équivalent de 70% de la consommation du secteur résidentiel. Ce programme devrait être étendu à certains équipements industriels
<p><u>Mesures de soutien direct et indirect</u> (budget, fiscalité,...)</p>	<p>Energy Conservation & Recycling Assistance Act</p>	<ul style="list-style-type: none"> Acteur concerné : toute acteur économique Octroi de subventions et prêts à taux bonifiés pour la mise en œuvre des mesures d'économies d'énergie sur les installations industrielles (installation d'un nouvel équipement ou modernisation d'un équipement existant ; R&D sur les procédés de fabrication d'un équipement industriel) Fiscalité (amortissement accéléré) Information et promotion d'activités afin de sensibiliser sur les économies d'énergie
	<p>Cool Earth Innovative Energy Technology program</p>	<ul style="list-style-type: none"> Soutien au développement des technologies innovantes nécessaires à l'atteinte des objectifs d'amélioration de l'efficacité énergétique et de réduction de gaz à effet de serre, de la R&D jusqu'à la mise sur le marché (promotion des produits à haut niveau de performance énergétique via la fiscalité, financements et prêts ; promotion de la R&D sur des technologies innovantes en matière d'économie d'énergie)

Sources de financements et dispositifs budgétaires au Japon (données 2012)

Trois principales sources de financements et subventions :

- La **NEDO** accorde 4 types d'aides directes pour l'efficacité énergétique :
 - Subvention à l'acquisition d'équipements ou de technologies économes en énergie (amélioration de procédés, récupération de chaleur, amélioration de l'efficacité énergétique d'équipements industriels,..);
 - Subventions pour la réalisation de diagnostics de performance énergétique ;
 - Subventions aux TPE et PME souhaitant faire appel à une ESCO (Energy Service Company) pour les aider ;
 - Subventions aux projets de R&D : les projets de recherche de pointe sont financés à 100% du montant global, les projets de démonstrateurs à 50% et le développement d'applications à près de 70 %.
- **L'Energy Bank** finance des infrastructures et des équipements aidant à réduire les émissions de CO₂ et/ou les consommations d'énergie (prise en charge de l'investissement initial par la Banque,...)
- **Les Centres Kohsetsushi**, instituts de recherche publics régionaux en technologie industrielle. Ils bénéficient de financements publics locaux (Prefecture) et fournissent aux PME locales une large gamme de services et un soutien financier.

Dispositifs budgétaires

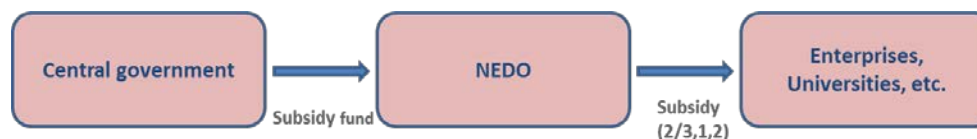
Projets visant une **utilisation rationnelle de l'énergie** : 20 milliards de yens (environ 14 Millions €)



Projets visant à promouvoir la **mise en place de mesures d'économie d'énergie** : 600 Mn yen (4,3M €)



Programme d'Innovation Stratégique pour l'Economie d'Énergie, consacré à la **R&D** : 600 Mn yen (4,3M €)



Atouts

- Des leaders académiques et industriels historiques français reconnus au niveau mondial, avec des compétences à valoriser pour les futures générations de composants et procédés.
- Un portefeuille de brevets conséquent au niveau mondial (ex. récupération de chaleur).

Opportunités

- Ambition Europe et France de 30 % de gains en 2030 ;
- Nécessaire soutien à l'industrie en France (compétitivité coût et hors coût ; nouvelles filières) ;
- Développement concomitant d'une offre stockage d'énergie pour les réseaux nationaux.

Faiblesses

- Programmes et partenariats à construire dans la durée sur ces cibles prioritaires ;
- Manque de partage de bonnes pratiques ;
- Faible nombre d'audits énergétiques réalisés ;
- Absence fréquente de mise en œuvre des préconisations faites (hors organisationnelles) ;
- Manque de compétences techniques, technico-économiques et environnementales et de disponibilité en interne entreprise pour évaluer le potentiel de gains ;
- Capacité de financement/Modèles économiques innovants ?

Menaces

- Règlements complexes qui brideraient la mise en œuvre de solutions innovantes ;
- Le manque d'investissement qui conduirait au vieillissement accéléré de l'outil de production ;
- La poursuite de la perte de compétitivité du tissu industriel déjà affecté par la crise économique.

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Volet 3

Synergies industrielles – Parcs éco-industriels

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Écologie industrielle

Ce concept a émergé à la fin des années 80 au sein d'une communauté scientifique avec l'article «Strategies for manufacturing» écrit par R. Frosch et N. Gallopoulos (chercheurs chez General Motors).

L'écologie industrielle est une approche qui vise à appréhender le système industriel comme un écosystème composé d'acteurs complémentaires, interdépendants à l'image des écosystèmes naturels. Ainsi, c'est une approche globale basée sur l'analyse des flux de matières et d'énergies existants et à venir qui est proposée.

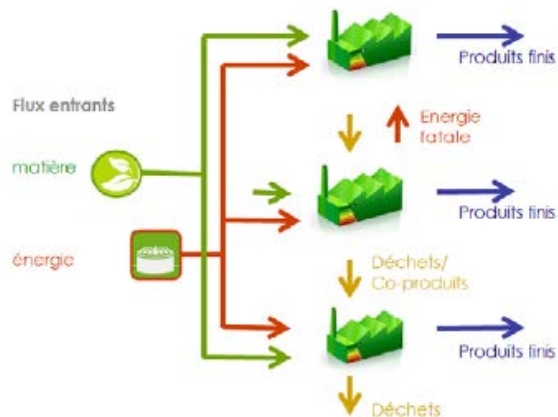


Schéma d'une démarche d'écologie industrielle supposant une coopération entre entreprises


Chercheur au MIT, J. Ehrenfeld, se focalise sur les caractéristiques structurelles et organisationnelles de l'analogie avec les écosystèmes naturels et place le facteur humain au centre des démarches d'écologie industrielle. Les facteurs liés aux acteurs, à leurs relations et interactions sont aussi essentielles pour garantir le déploiement avec succès des démarches d'écologie industrielle.

Parc éco-industriel


Le parc éco-industriel, dont le concept est apparu dans les années 90, constitue la forme concrète de la mise en œuvre des principes de l'écologie industrielle à l'échelle d'une zone d'activités ou de zones industrielles : les entreprises situées dans une zone coopèrent pour optimiser systématiquement l'usage des ressources et la valorisation des déchets. L'échelle appropriée du parc dépend du contexte économique, politique et culturel du territoire mais également des effets de synergies.

Même si l'on observe la mise en place d'éco-parcs industriels à des échelles spatiales assez larges (région), au travers de diagnostics territoriaux, la plupart d'entre eux se développent entre des entreprises voisines appartenant à une même zone d'activités, ou entre des entreprises situées dans un espace proche sans être toutefois voisines. Si la proximité géographique n'est donc pas une condition indispensable et peut-être remplacée par des réseaux éco-industriels à une échelle plus large, il apparaît toutefois qu'elle sous-tend la plupart des expériences d'écologie industrielle dans le monde. Ceci s'explique notamment par la difficulté de faire circuler les flux de matière et d'énergie sur de longues distances, et sur les coûts occasionnés par de tels déplacements.

La recherche de synergies, pilier de l'écologie industrielle



Synergies de substitutions : consiste à valoriser dans un procédé de production des déchets/co-produits, flux d'eau ou d'énergie disponibles chez d'autres acteurs à proximité.. en lieu et place de matières premières souvent importées. Le déchet est valorisé (au lieu d'être incinéré ou enfoui) et des ressources sont économisées. Le système économique du territoire concerné commence alors à fonctionner de façon «écosystémique».



Synergies de mutualisation : mises en œuvre lorsque des entreprises consomment ou rejettent le même type de flux (deux industriels voisins consommant de la chaleur, vapeur, air comprimé peuvent envisager de mutualiser la production de ces utilités). Intérêt double : économique et environnemental.



Partage d'équipements et de services : pratiques mises en œuvre lorsque des entreprises consomment ou rejettent le même type de flux.



Partage de compétences (RH, contrôle qualité,..)

Les finalités d'une démarche d'écologie industrielle

Valoriser économiquement et localement les flux (matière, énergie.) des entreprises sortant non valorisés pour :

- Créer de nouvelles productions et de nouveaux emplois (même modestement au démarrage),
- Améliorer la compétitivité des entreprises en réduisant les coûts d'exploitation.

Réduire l'impact des activités économiques locales sur l'environnement :

- Réduire le volume de déchets d'entreprises non valorisés en particulier les déchets industriels et du BTP ;
- Diminuer les ressources prélevées sur le milieu naturel.

Démontrer localement l'intérêt des mutualisations entre entreprises et diffuser une culture de l'écologie industrielle

Améliorer l'attractivité du territoire.

Les enjeux du développement de l'écologie industrielle

Progression du nombre de projets, sur des périmètres de plus en plus larges, impliquant des acteurs plus nombreux et plus diversifiés.

➔ Une complexité de mise en œuvre accrue des projets (coordination et mise en relation des acteurs, méthodes de gouvernance à adapter) ;

➔ Les difficultés croissantes liées à la collecte et au traitement des données (augmentation du volume de données collectées, catégorisation des flux,.) rendent l'identification de synergies optimales de plus en plus complexe.

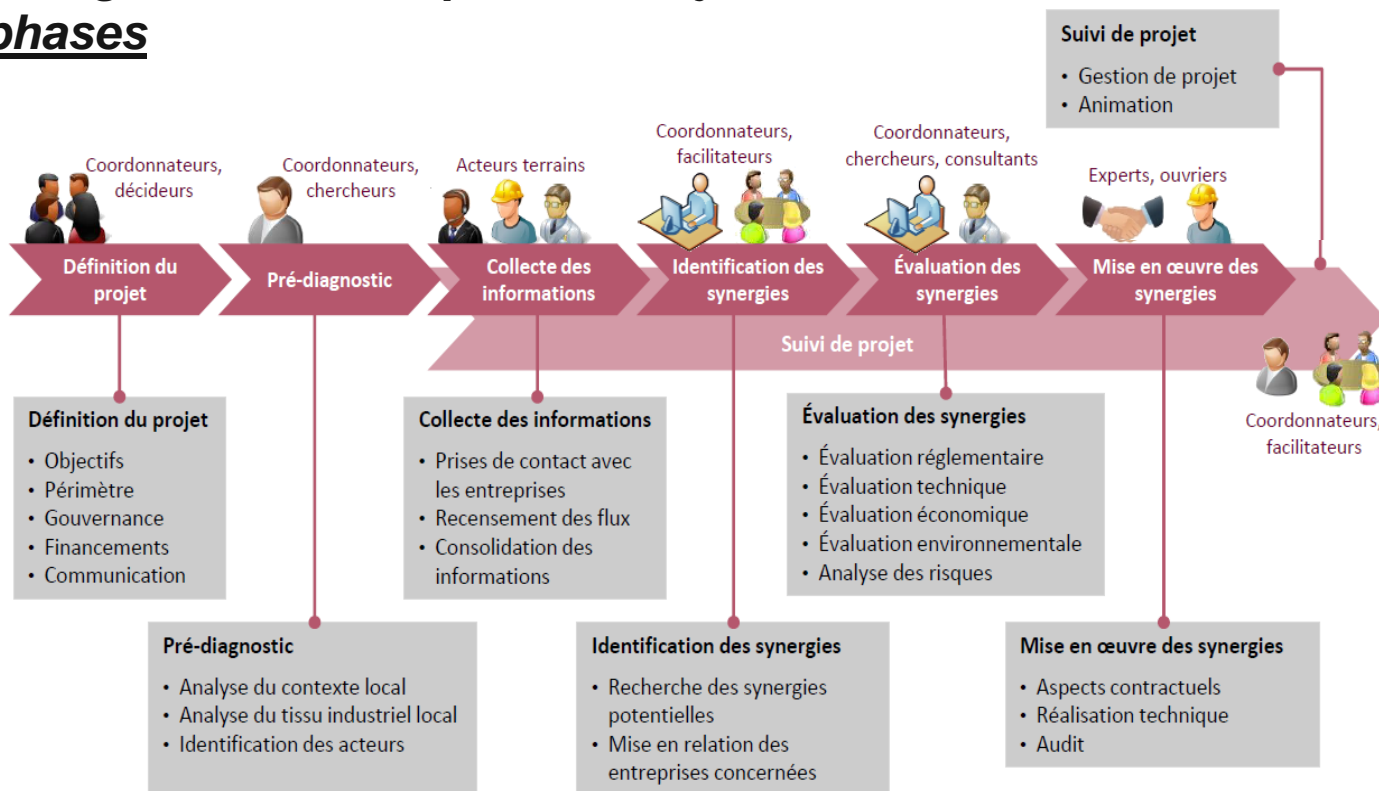
Face à cette complexité croissante, différentes méthodes et outils informatiques d'aide à la décision ont été développés afin de faciliter les phases de collecte des informations et d'identification/évaluation des synergies potentielles :

➔ Pour des périmètres restreints, des modèles centralisés ont permis dans un premier temps de réaliser ces 2 étapes de manière quasiment exhaustive ;

➔ Désormais, l'utilisation de logiciels basés sur des plateformes collaboratives permet de collecter beaucoup plus d'informations, plus rapidement, et pour des coûts maîtrisés.

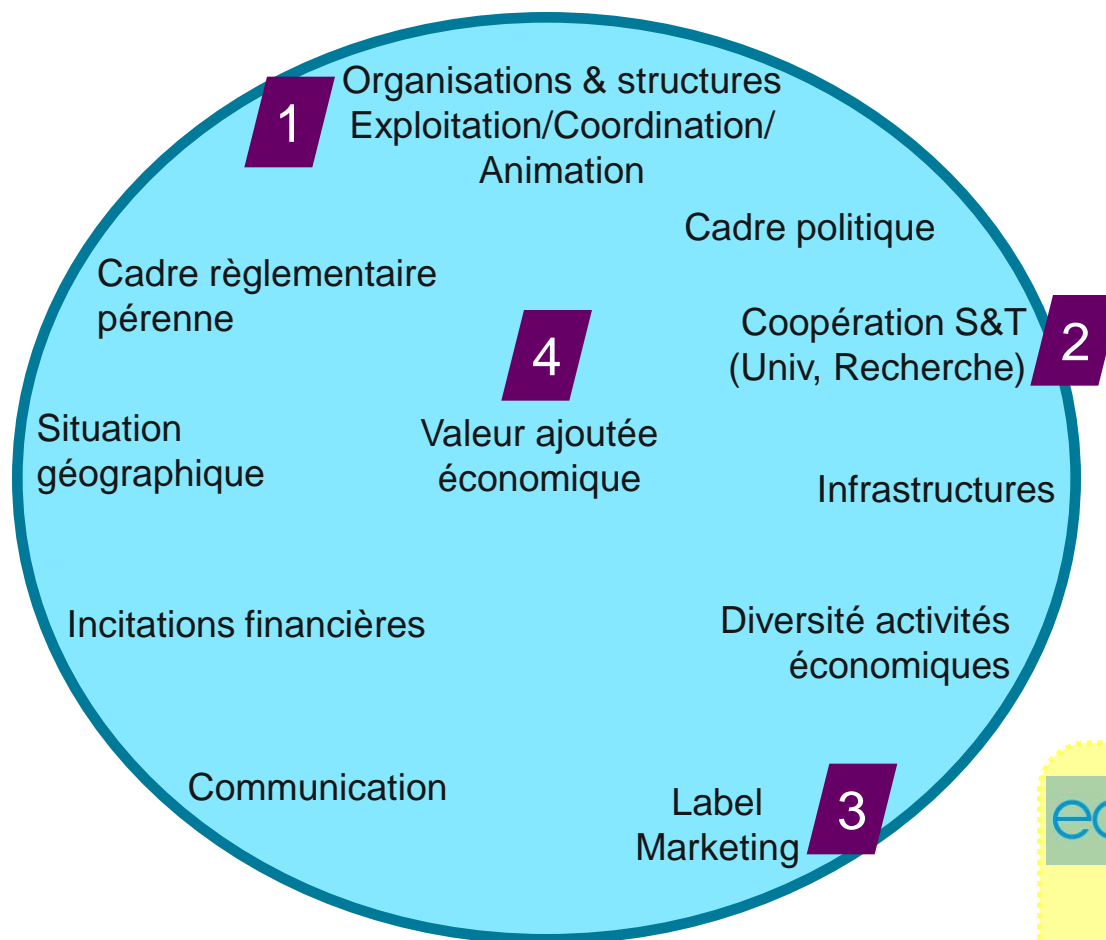
Les grands principes de la mise en œuvre de projets d'écologie industrielle

Un projet d'écologie industrielle peut s'analyser au travers de 7 phases



Source : Consolidation Sia Partners

Les clés de succès dans le développement de parcs éco-industriels



1 - Mission: promotion, prospection. Organe ayant la légitimité dans la mise en œuvre du projet ; rôle de facilitateur.

2 – Rôle d’accompagnement dans le développement ou l’adaptation de nouveaux systèmes et technologies.

3 – Donne de la visibilité. Sert de vecteur de promotion (économique, régionale,..)

4 – Développer les solutions d’implantation les plus économiquement attractives possibles.



Dunkerque a permis depuis 2001 de :

- Réaliser 54 M€ de revenus supplémentaires
- Créer 300 emplois durables
- Éviter l’émission de 1,6 Mt de CO₂

Les drivers dans la mise en œuvre de parcs éco-industriels à l’international

Autriche : les éco-parcs dans la région de Styrie

Caractéristiques de quelques parcs éco-industriels en Autriche

Nom du PEI/ Localisation	Date de création	Origine de l'initiative et motivation	Coordinateur/Opérateur du PEI	Sociétés impliquées	Enseignements/Clés de succès
Eco-World Styria (Green Tech Valley), Styrie	1998 2005	Régionale Agence local de soutien aux entreprises (SFG) puis co- opération avec les sociétés privées (élaboration d'un cadre légal)	Innofinanz (filiale de la Styrian Business Promotion Agency)	170 sociétés d'un nombre très réduit de secteurs (cimenteries, papeteries, centrales thermiques)	L'ensemble des liens créés entre les composantes du système est basé sur des relations « gagnant-gagnant » ; Forte concentration d'entreprises éco- technologiques dynamiques ; Fort taux d'innovation dans la région.
Bio-energie- Center Mureck (Styrie)		Individuelle	Bio-energie Mureck ou Mureck Energy Circle	4 sociétés leader : SEEG Mureck Nahwärme Mureck Ökostrom Mureck Seba Mureck	Intégration systématique de tous les acteurs dans la démarche projet depuis le début (réunions publiques d'informations, Journées portes ouvertes, mise en place d'un centre de visiteurs) ; Un nombre important de sociétés et de groupes locaux travaillent avec les sociétés impliquées et assurent une représentation équitable des pré- occupations locales et régionales. Diversité des types de propriété et de la responsabilité partagée. Partenariats étroits, forte collaboration entre les principaux acteurs, bonne coordination de la chaîne logistique

Structure d'exploitation du parc



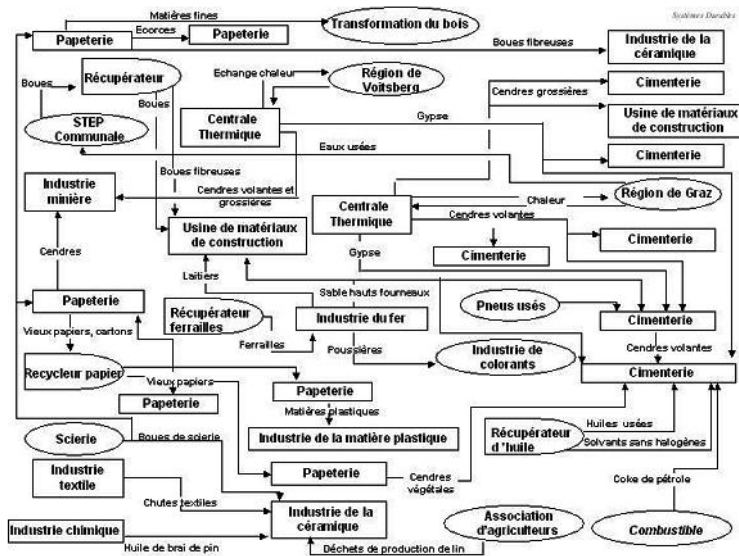
CLUSTER OF THE GREEN TECH VALLEY



Société de services, la Styrian Business Promotion Agency (SBPA) est une filiale à 100 % du gouvernement de Styrie. Elle a pour mission de contribuer à la consolidation et à la croissance de l'économie de la région. Elle assure toutes les tâches de soutien aux entreprises : financier (large éventail de programmes de financements et de subventions), renforcement de clusters et réseaux.

Gouvernance : Innofinanz (filiale de SBPA) coordonne l'ensemble des opérations : gestion de site, de fourniture d'énergie,.

Schéma du « Système initial de Recyclage de Styrie »



Source : www.kfunigras.ac.at

Historique du projet

Années 90 : Prémices d'un réseau régional formé spontanément et d'une plateforme Web d'assistance aux projets ecotechnologies ;

Dés 1992, les matières ci-dessous étaient réutilisées par le *Styrian Recycling System* :

- 34 000 tonnes (t) de gypse
- 200 000 t de laitiers d'aciérie
- 85 000 t de laitiers de hauts fourneaux
- 28 300 t de sciure
- 445 000 t de déchets de bois
- 310 t de chutes textiles
- 5 500 t de pneus usés
- 4 500 t de coke de pétrole
- 5 400 t de déchets d'abattoirs
- 130 000 t de métaux non-ferreux

2005 : Changement d'échelle avec la création de SBPA, société à responsabilité limitée ;

→ **Création de 14 Impulse Centers** dans la région (start-ups, laboratoires, sociétés IT, organisations, entreprises, etc.)

→ **Eco-World Styria est le 1^{er} cluster mondial des éco-technologies**, facilitateur d'accès des entreprises autrichiennes aux marchés internationaux des ENR (biomasse, énergie solaire), traitement des eaux usées ;

Il est porteur de l'Alliance Green Tech Service créée en 2014 avec une dizaine de

clusters internationaux du domaine (liens directs entre sociétés et clusters).

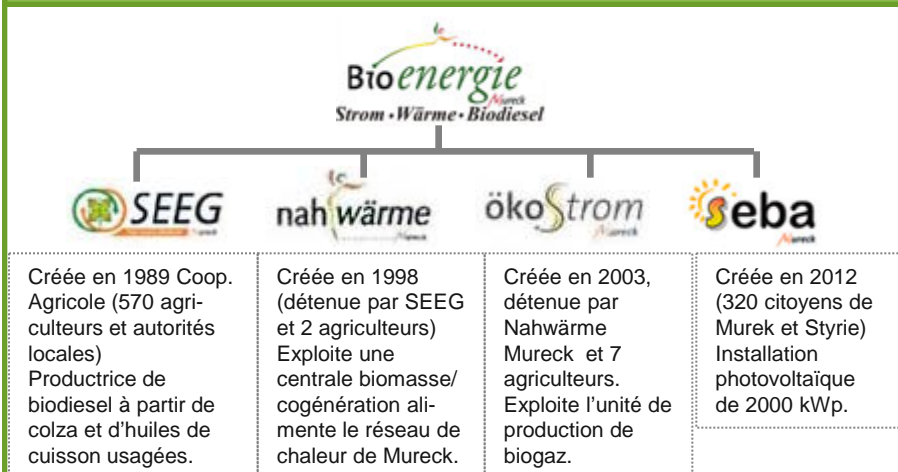
Moteur de la croissance d'Eco-World Styria

- Le cadre législatif et financier (apports de subventions) ;
- Le soutien à la recherche et à l'innovation (nouvelles infrastructures de recherche autour de centres de compétences) ;
- Disponibilité d'une main d'œuvre qualifiée ;
- Mise en œuvre de mécanismes pour encourager l'exportation des ecotechnologies vertes.

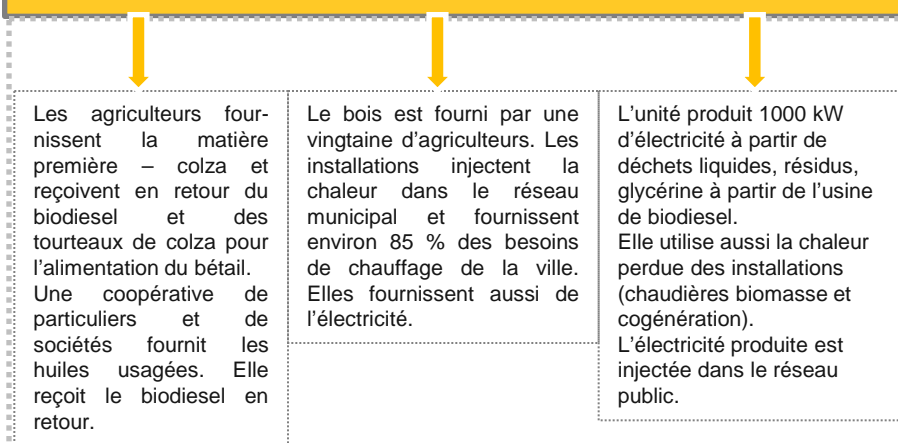
Développements futurs

- Objectif : création d'emplois (passer de 15 000 emplois en 2012 à 20 000 emplois d'ici 2015).

Structure d'exploitation du Parc



Flux



Source : Bioenergie-Betriebe Mureck (SEEG, Nahwärme, Ökostrom)

Origine de la démarche

Initiative du Dirigeant de la Coopérative agricole pour pallier aux difficultés économiques de la commune liées aux surplus de production agricoles. Proposition : développer le colza pour la production de biodiesel ; faire en sorte que les agriculteurs produisent le carburant qu'ils utilisent sur leur propriété. Puis, élargissement de la démarche à la collecte d'huiles usagées.

Bénéfices pour la ville de Mureck

- Fonctionnement en boucle énergétique autonome ;
- Impact positif sensible sur l'emploi à Mureck ;
- Diminution sensible de la production de CO₂ ; impact favorable sur l'environnement, (baisse des émissions de polluants, diminution des déchets,..)
- Baisse sensible des coûts de chauffage pour les particuliers raccordés au réseau;
- Objectif : approvisionnement de la ville de Mureck 100 % ENR

Aides et financements

Collaboration avec le Collège de Silberberg (production de colza) ; Partenariat avec des organisations régionales, nationales (Biomasse Asso., Energy Association of Styria, Eco-Energy Styria, Université de Graz) Financements reçus de l'Austrian National Investment Fund, des membres du projet, Union européenne. Les sociétés exploitantes ont reçu entre 30 et 75 % des coûts d'investissements. Soutien reçu sous forme d'expertise et de recherche internationale.

Difficultés rencontrées dans le développement du parc

- Opposition à la production de biodiesel (motoristes, pétroliers)
- Introduction du colza, nouvelle céréale (interrogation liées à la mono-culture)
- Très faible disponibilité d'huiles usagées (élargissement du rayon de collecte)

Leviers

- Évolution de la réglementation : interdiction d'utiliser les huiles et graisses végétales usagées dans l'alimentation animale en Autriche (conséquence du scandale des dioxines en 2000).

Danemark : Symbiose industrielle de Kalundborg (1/2)

«Kalundborg visualise une boucle productive du cycle économique et met en évidence les avantages économiques d'une liaison industrielle, son applicabilité aux énergies fossiles et certaines conditions de sa faisabilité.»

«Ce parc pourrait techniquement, se décrire comme une communauté d'entreprises de production centrée localement autour de la gestion mutuelle des flux locaux de matière, de déchets et d'informations en vue d'accroître simultanément la performance environnementale et économique, individuelle et collective, locale et globale. Kalundborg s'est constitué autour de l'usage d'un flux d'énergie commun et de ses sous produits.» (Léo Dayan, Univ. Paris I)

Caractéristiques de l'éco-parc industriel de Kalundborg



Nom du PEI/ Localisation	Date de création	Origine de l'initiative et motivation	Coordinateur/Opérateur du PEI	Sociétés impliquées	Enseignements/Clés de succès
Kalundborg (côte ouest de l'Île de la Zélande)	1961	Origine in-intentionnelle de l'initiative, processus spontané (discussions entre dirigeants de sociétés dans la région) basé sur le volontariat Motivation : un facteur externe, la rareté de l'eau	Coopération entre les partenaires industriels et la Municipalité de Kalundborg	8 entreprises privées et la Municipalité de Kalundborg 	<ul style="list-style-type: none"> - Démarche «gagnant-gagnant» mise en place sur des bases commerciales qui satisfont toutes les sociétés ; - Système intégré dans l'organisation structurelle des entreprises ; - La gestion des transits de matière fait l'objet d'une négociation bilatérale et privée (>20 accords commerciaux bilatéraux), respecte les lois du marché et intègre la réglementation environnementale ; - Bonne communication et confiance mutuelle entre les partenaires (proximité géographique, partage de valeurs) ; - Bonne accessibilité de la région (fjord).

Pas de percée technologique spectaculaire

Les limites et les contraintes du système

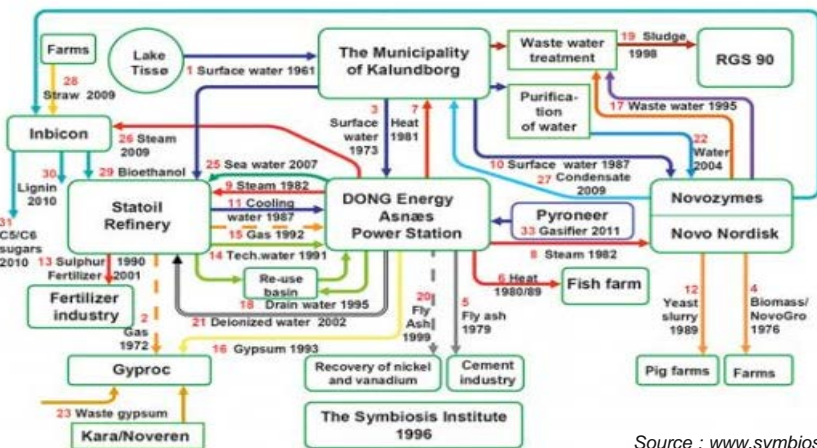
- La boucle productive est partielle (certains inputs sont importés) ;
- Ses infrastructures industrielles souffrent de raideur en raison des interdépendances techniques ;
- « Peut apparaître comme une stratégie de cartel, limiter l'entrée et restreindre l'innovation ».

Danemark : Symbiose industrielle de Kalundborg (2/2)

Développement des flux sur le parc



Un tissu d'échanges d'énergie et de «déchets»



Source : www.symbiosis.dk

Historique du projet

- 1961 : Le premier projet de collaboration avait pour objectif d'utiliser l'eau de surface du Lac Tissø pour une nouvelle raffinerie de pétrole de Statoil afin de préserver les provisions d'eau souterraine limitées. La ville a pris la responsabilité de construire le pipeline, tandis que la raffinerie l'a financé.
- 1972 : Statoil signait un accord avec Gyproc (utilisateur local de gypse) pour lui fournir son excédent de gaz (combustible pour alimenter les fours).
- 1973 : Dong Energy (centrale d'Asnaes) était connecté au réseau d'eau de Statoil.
- Années 70 et 80 : mise en œuvre d'autres projets collaboratifs s'accompagnant d'une augmentation du nombre de partenaires associés. Les échanges ont commencé à être motivés par un effort mutuel pour réduire les coûts en recherchant des revenus à partir de l'utilisation des déchets.
- Fin des années 1980 : Les partenaires sur le parc ont réalisé qu'ils avaient efficacement «auto-organisé» un système et que le développement des échanges d'énergie et de matières apporterait à la fois des bénéfices économiques mutuels et une réduction de l'impact environnemental de leurs opérations industrielles.
- 1996 : Création de l'Institut de Symbiose de Kalundborg pour encourager, faciliter et gérer les relations commerciales.

Bénéfices pour la région

- Contribution à la création et au développement de la croissance verte dans la Municipalité de Kalundborg (48 500 habitants)
- Dynamique de création d'emplois

Développements futurs

L'éco-parc cible le développement de l'utilisation des ENR. La centrale thermique d'Asnaes a récemment pris l'engagement de switcher à hauteur de 50 % vers les ENR d'ici 2020 (fermeture du "block 5 utilisant du charbon, la biomasse remplaçant le quota actuel de matière première).

- **Vapeur d'eau et chaleur**: La centrale électrique Asnaes produit de la chaleur pour la ville de Kalundborg et de la vapeur d'eau pour Statoil et Novo Nordisk.
- **Eau**: Les entreprises réutilisent leur eau dans les processus autant que possible. De cette façon, Asnaes a réduit sa consommation d'eau de 60 %.
- **Gaz de raffinerie**: Réutilisation interne et vente de l'excédent à Asnaes qui utilise le gaz comme combustible au lieu du charbon et du pétrole.
- **Gypse**: Les gaz de combustion de la Centrale électrique Asnaes génèrent autour de 170,000 tonnes de gypse par an. Une partie est vendue à Gyproc, ce qui remplace le gypse naturel initialement importé d'Espagne.

Le regroupement des chimistes industriels allemands autour de plateformes intégrées

L'Allemagne compte quelque 37 parcs chimiques organisés en clusters



Source : VCI

Les industriels chimistes sont intégrés au sein de plateformes de grandes tailles, «*verbunds*» qui permettent, par les services existants et par les synergies développées, de gagner en compétitivité :

- **Gestionnaire de site** en charge de l'animation, de la gestion des fonctions supports techniques, RH, de la prospection des nouveaux entrants,.
- **Mutualisation, substitution, recyclage (collecte, tri, traitement des déchets)** ;
- **Production de vapeur sur site** ;
- **Bonne connexion au réseau de fourniture d'énergies** ;
- **Mixte d'industriels de la chimie (chimie de base, de spécialités) propice au développement de synergies** (chaîne aromatique/chaîne chlore-phosgène-isocyanate - chaîne chlore/bisphénol/époxy complète et chaîne phénol/caprolactame/PA6 complètes) ;
- **Proximité forte et échanges intenses entre les acteurs** : R&D universitaire, centres de recherche et industriels → transfert/maintien du savoir-faire ;
- **Un foncier potentiel** sur les différents parcs pour accueillir des industriels.



Les industriels se concentrent sur leur cœur de métier.

Kaiserbaracke industrial Park (Belgique, Province de Liège)

Réseau spécifique de flux de matière sur le site.

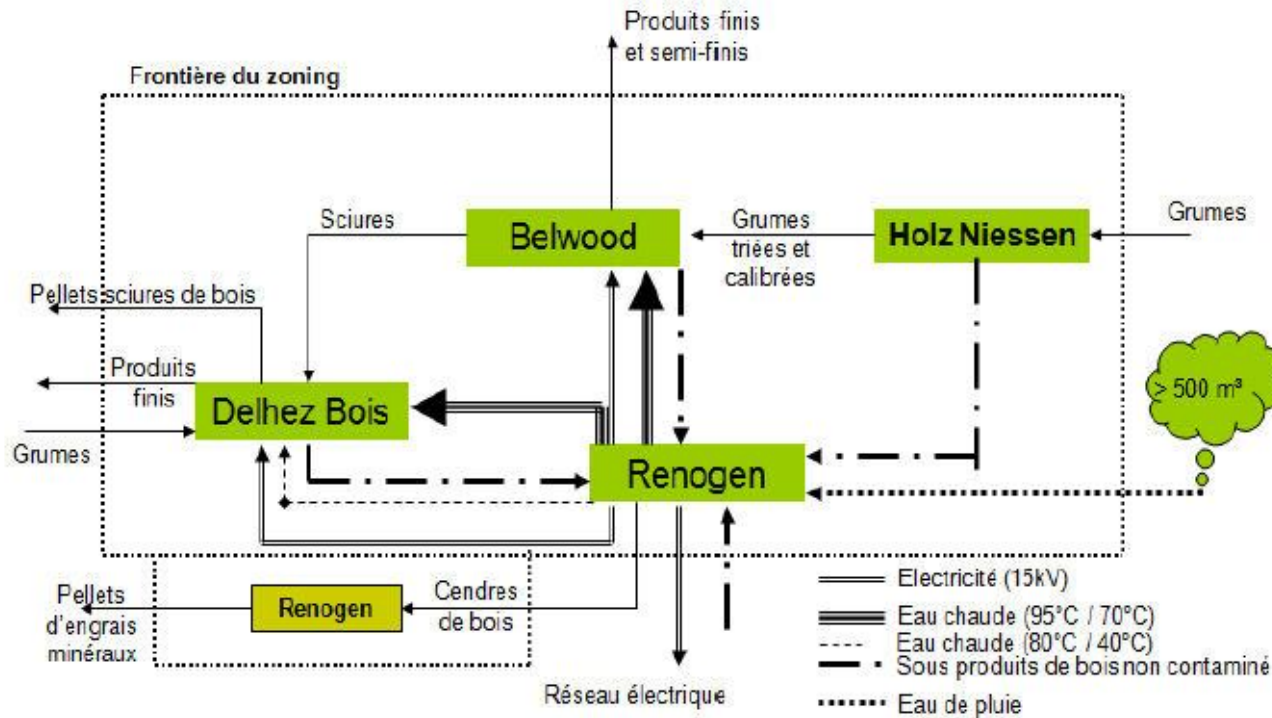
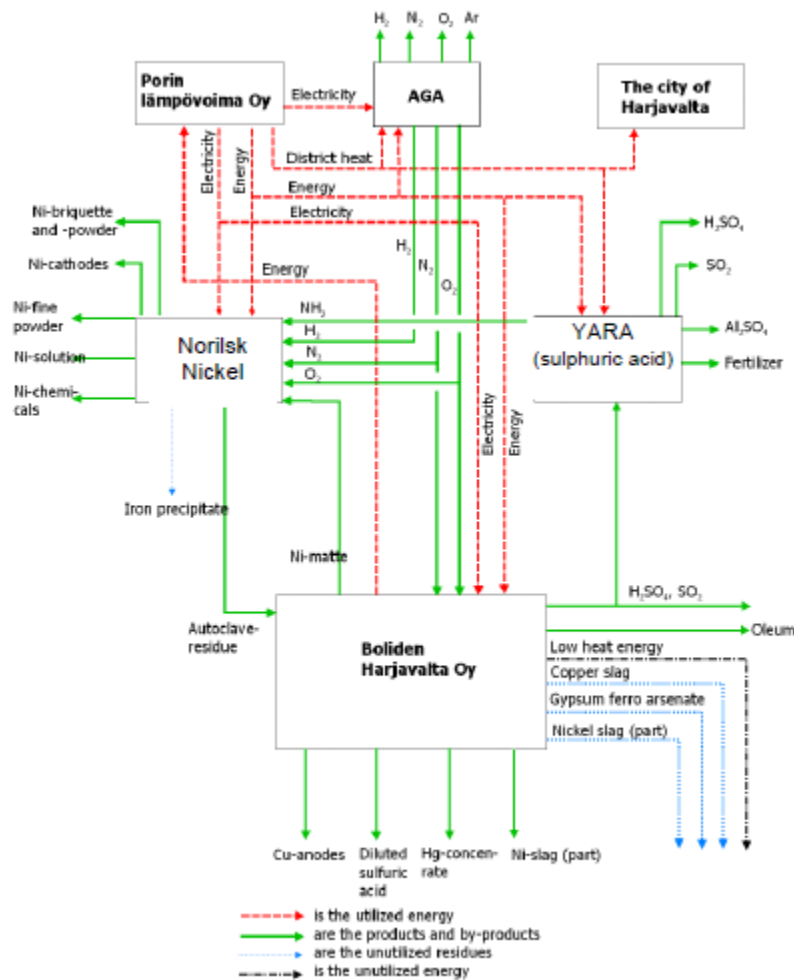


Figure 6 – IS in Kaiserbaracke (Bory et al., 2010)

Holz Niessen choisit le bois. La moitié du bois est vendue à la scierie Belwood qui en traite 50% pour la fabrication de produits finis et semi-finis. L'autre moitié est constituée de bark et de sciure. La sciure est ensuite partiellement transformée en pellets par la société Delhez Bois. Les co-produits bois non-contaminés alimentent la chaudière à bois exploitée par Renogen. La chaleur produite sèche les "planches" de Belwood et la sciure de Delhez. La vente directe d'électricité au consommateur local est interdite ; l'électricité produite par l'unité de cogénération est vendue au réseau public d'électricité. Enfin, les cendres sont ré-utilisées dans l'industrie du ciment comme matière de substitution.

Eco-Parc industriel Harjavalta (Finlande)



-5 sociétés partenaires (Boliden, Norilsk Nickel, Porin Lämpövoima, AGA, YARA) et la Municipalité de Harjavalta

-Parc dont le développement est ancien (une soixantaine d'années)

-Flux de matières, efficacité énergétique, gestion des déchets, gestion de l'eau, services (une centaine de sous-traitants)

Enseignements/Clés de succès :

- Les sociétés coopèrent sans organisation-cadre spécifique.

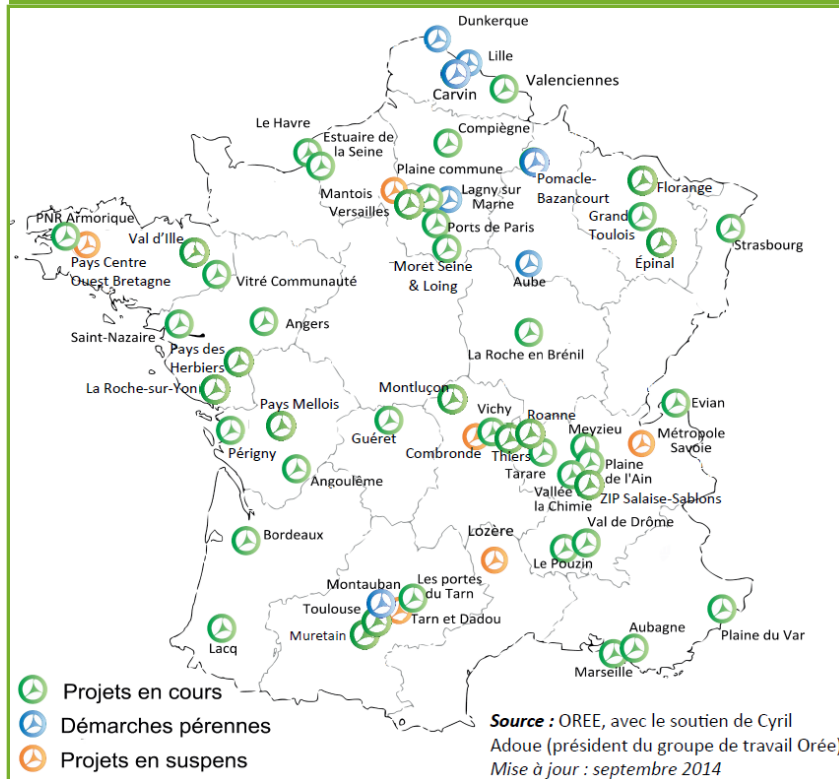
- Le contexte réglementaire/politique a joué un rôle essentiel de catalyseur vers le développement d'activités d'éco-innovation

- La diversité est un atout

Entre 2005 et 2013, le nombre de projets d'écologie industrielle a été **multiplié par 5** en France, une augmentation forte qui s'explique par :

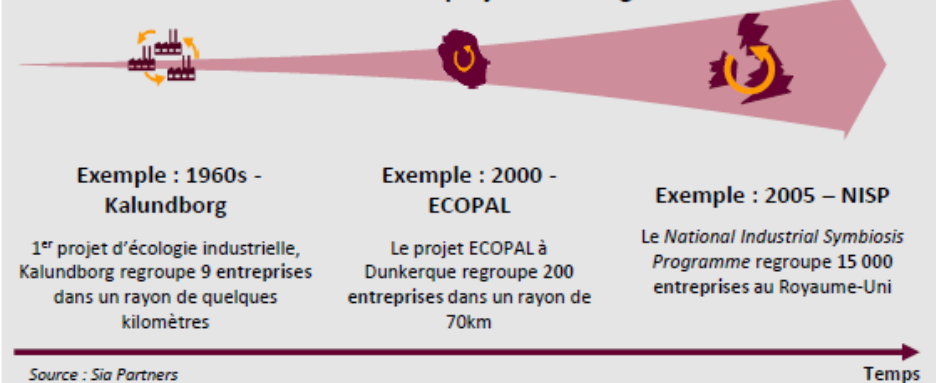
- Des **réglementations de plus en plus contraignantes** (Paquet énergie/climat, Grenelle de l'Environnement)
- Des **programmes de recherche** dédiés permettant de financer les initiatives (ARPEGE, COMETHE)
- L'implication des **collectivités locales** dans le cadre des Agendas 21 locaux et Plans Climat Énergie Territoriaux

Une quarantaine de démarches d'EI ont été initiées en France



L'EI se développe sur des périmètres de plus en plus importants

Évolution de la taille des projets d'écologie industrielle



... Il reste encore beaucoup à faire en France pour entraîner plus d'industriels dans la démarche.

L'écologie industrielle en France

Evolutions récentes

2004 : Auxilia et la Cité des Matières (Prof. Suren Erkman) créent la 1^{ère} plateforme dédiée à l'écologie industrielle



Mission : fédérer un maximum d'acteurs (communautés territoriales, associations, administrations, universités, ONG,..) **autour de la démarche, échanger, promouvoir l'approche.**

DATAR : Étude prospective sur les évolutions du tissu industriel (recom. synergies, partenariats locaux pour accompagner les mutations industrielles).

1^{ère} initiative à Dunkerque

2008 : Projet COMETHE (coordonné par Orée)

Méthodologie, boîte à outils, territoires pilotes

2009 : la DGCIS a confié à Orée une mission sur 2 ans visant à soutenir et dynamiser le déploiement de l'éco-conception et de l'écologie industrielle sur le territoire national «Compétitivité durables des entreprises» (territoires pilotes)

2012 : ADEME (AMI Biens et services éco-conçus)

Quelques acteurs « clés » de l'EI en France

Associations et organisations au niveau national et régional



Académiques - Laboratoires



Formations (Masters) - Universités



Les pôles de compétitivité

dans le domaine de l'écologie industrielle

Les Pôles de compétitivité travaillent en collaboration avec les collectivités locales et les Clubs d'Entreprises dans le montage de projets, la recherche de synergies.

Pôle	Compétences	Intervient dans	Partenaires/Soutiens	Coordonnées
Pôle Lorientais – Efficacité énergétique	<p>Au service des industriels, des organisations, des collectivités territoriales</p> <p>11 plateaux techniques pour moderniser les installations dans les domaines d'intervention du bâtiment, des procédés thermiques (les systèmes de fourniture de chaud et de froid : chaudières /Pompes à Chaleur / Énergies renouvelables : Climatisation / Chambres froides Stockage) ; les procédés industriels ; les procédés consommateurs d'énergie pour l'agriculture ou les transports.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnostic - Simulation - Conseil - Accompagnement - Métrologie 	<p>Environ 60 collaborateurs (enseignants, techniciens chercheurs, ingénieurs)</p> <p>IUT Génie Thermique et Energétique ;</p> <p>Soutiens : Conseil Régional de Bretagne, Conseil général du Morbihan</p>	<p>www.effipole.fr</p> <p>Tél : 02 97 87 28 20</p>
Pôle des Eco-Industries (Poitou-Charentes)	<p>Accompagner une entreprise, une zone industrielle, un territoire à mettre en œuvre cette démarche.</p>	<p>Objectif du Pôle : créer un écosystème industriel à l'échelle de la région permettant ainsi de favoriser les échanges, les collaborations et les synergies entre les diverses démarches qui seront engagées sur le territoire.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise à disposition d'outils - Réalisation d'étude - Mise en réseau,. 		
Pôle ÉNERGIVIE	<p>Appui technique</p>			
IDÉE ALSACE : Association d'entrepreneurs en accompagnement des entreprises pour des actions de développement durable				

Les Plateformes

Projet	Période	Partenaires	Financement	Objectif du projet
Metafensch			Etat : 50 M€	<p>Ce projet s'inscrit dans un projet global de transformation de la friche industrielle et de requalification des bâtiments, intitulé Evol'U4. Transformation des lieux et du recyclage des produits industriels. Projets en partenariat direct avec des institutions scientifiques et des groupes industriels :</p> <p>GazFlu : conversion de résidus de broyage (par exemple les mousses et tissus de sièges ou les plastiques issus des voitures) et autres résidus de biomasse (déchets de bois) en gaz de synthèse.</p> <p>Imalor : centré sur la métallurgie des poudres servant notamment à l'impression 3D ;</p> <p>Recytral : création d'un pilote de refusion pour recycler le titane ;</p>

Parcs éco-industriels existants- France

Localisation	Acteurs, Industriels	Critères	Clés de succès
Zone industrielle de la Vallée de la Chimie (Rhône-Alpes)	Rhodia, Total, Arkema, Air Liquide Prayon, Lafarge	Flux de matières, mobilité, Transp.	Participation de GIE, confiance entre acteurs, collaboration avec le domaine scientifique (IFPEn) ; localisation
Parc industriel Deux Synthe (Dunkerque)	Alu. Dunkerque, Arcelor, GTS Industrie, Distriplast, Europipe, Dalkia,	Efficacité énergétique, gestion des déchets, gestion de l'eau, flux de matières	Rôle d' Ecopal (médiateur) qui reçoit un support technique et financier de ses partenaires. Coopération Ecopal-COMETHE
Parc Grand Troyes (Champagne-Ardenne, Communauté de l'agglomération de Troyenne)	1 ^{ère} phase : Bioénergie, agro aliment-aire, emballages, métallurgie, textiles,.	ENR, gestion des déchets, bio-diversité, flux de matières	Influence du Club EI de l'Aube (coordination) ; Implication du projet COMETHE , présence du CREIDD (coopération S&T)
Parc industriel-portuaire du Havre (Hte Normandie, Communauté d'agglomération du Havre) Repris en 2011 (projet DGCIS/Orée)	Raff. Total, centrale EDF, Air Liquide, Omnova, Lafarge, Renault, ..	ENR, efficacité énergétique, gestion des déchets, gestion de l'eau, flux de matières	Synergies déjà existantes (1 ^{ère} initiative) ; organes de coordination (GMPH et EIE) ; localisation ; diversité des activités
Parcs industriels de Lagny/Marne et La Courtilière (Ile de France, Communauté d'agglomération Marne-Gond.)	Programme de redéveloppement en cours (20 sociétés impliquées)	flux de matières, optimisation du territoire	Large variété de ces 2 zones commerciales, localisation, coopération avec COMETHE

Autres : culturel, social, santé, prévention pollution de l'air, du bruit

Sources : Orée, sites web des parcs et des sociétés

Parcs éco-industriels existants- France

Localisation	Acteurs, Industriels	Critères	Clés de succès
Complexe agro-alimentaire des Sohettes (Champagne-Ardenne, Pomacle-Bazancourt)	Cristal Union, Chamtor, BioAmber,..Grandes Ecoles (AgroParisTech, Centrale Paris)	ENR, efficacité énergétique, gestion des déchets, gestion de l'eau, flux de matières, autres	Les synergies existantes attirent de nouvelles sociétés (en particulier lorsqu'elles sont liées à des activités de recherche), création d'IAR, ARD, collaboration avec les centres de recherche, visibilité apportée par le label « bioraffinerie »
Parc industriel de la Plaine de L'Ain (Rhône-Alpes)	mutualisation de services Projet de centrale cycle combiné (société norvégienne)	gestion des déchets, gestion de l'eau, biodiversité, mobilité, transport, gestion environ.	Coordination efficace par le Syndicat Mixte PA, atout mis sur la diversité, l'emploi local, emplacement stratégique à proximité de grandes villes, voies d'eau, impact sociétal
Parc industriel de Port-Jérôme ((Hte Normandie, Com. Communes Caux vallée de Seine)		efficacité énergétique, gestion de l'eau, flux de matières	Bénéfices économiques, gestion par l'association de l'EI de l'Estuaire, AEPJR facilitateur entre acteurs politiques et économiques, diversité des sociétés.
Technolac Technopôle Savoie (Métropole Savoie, Rhône-Alpes)	Gestionnaire du parc : SYPARTEC. Parc très orienté « services »	gestion des déchets, flux de matières, gestion environ.	Coopération avec des institutions scientifiques et techniques (INES), partenaires publics et privés avec COMETHE

Autres : culturel, social, santé, prévention pollution de l'air, du bruit

Parcs éco-industriels existants- France

Localisation	Acteurs, Industriels	Critères	Clés de succès
Parc industriel de Torvilliers (Champagne-Ardenne, Communauté de l'agglomération de Troyenne)	Une partie du parc (secteur textile, mécanique, travail du bois), la 2 nd e reste à développer (2 sociétés sur le site)	Flux de matières	Implication du club local Aube IE, bénéfices apportés par le projet COMETHE, la coopération scientifique et technique du centre de recherche du CREIDD
Communauté urbaine de Bordeaux – Site de Bassens	SIAP, Michelin, Foresa, SAIPOL, InVivo, SPBL	Efficacité énergétique, Flux de matières	Tissu industriel fortement demandeur, mobilisation de l'association Aquitaine Chimie Durable ; des acteurs relais locaux actifs,
Moselle, Forbach (14 intercommunalités)	Sydeme, Méthavalor, collaboration avec ville allemande	ENR, efficacité énergétique, gestion des déchets, flux de matières	Projet multidimensionnel, fort portage politique, acceptabilité sociétale (concertation, dialogue) partenariat fondé sur la complémentarité avec des territoires voisins
Tecnosud - Perpignan Méditerranée (Tecnosud 2 : extension de 14 hectares)	Entreprises «Green Tech», Tecsol, Solaris, Labo CNRS Promes, Pôle Derbi		

Autres : culturel, social, santé, prévention pollution de l'air, du bruit

France : Parc industriel

Deux Synthe – Bassin de Dunkerque (1/2)

Première expérience d'écologie industrielle menée en France.

Caractéristiques du parc industriel

Nom du PEI/ Localisation	Date de création	Origine de l'initiative et motivation	Coordinateur/Opérateur du PEI	Sociétés impliquées	Enseignements/Clés de succès
Deux Synthe (territoire Dunkerquois)	1999 : Pré-étude Zone industrielle de Grande Synthe (6km à l'ouest de Dunkerque) 2001 : Démarrage	Elu en charge du développement durable à la ville de Dunkerque Objectif : « cerner l'intérêt de mener une démarche d'écologie industrielle »	2001 – 2007 : ECOPAL Depuis 2007 : Animation : Chambre de Commerce et d'Industrie de Dunkerque Partenariat entre la CCID et ECOPAL	Grands groupes, PME/PMI, associations Secteurs : acier, métallurgie, alimentaire, pharmacie, industries textiles, etc.,	- Création initiale d'une structure pour le portage du projet dotée d'un Chef de Projet, d'une chargée de mission : création d'ECOPAL, animateur, coordinateur. - Impact médiatique très fort des actions. - Communication, écoute des besoins, mobilisation de nouveaux industriels, accompagnement des industriels
Source : Comité d'Animation Territoire durable et Ecologie Industrielle (CATEI)					

ECOPAL : une référence dans le montage de projet d'écologie industrielle

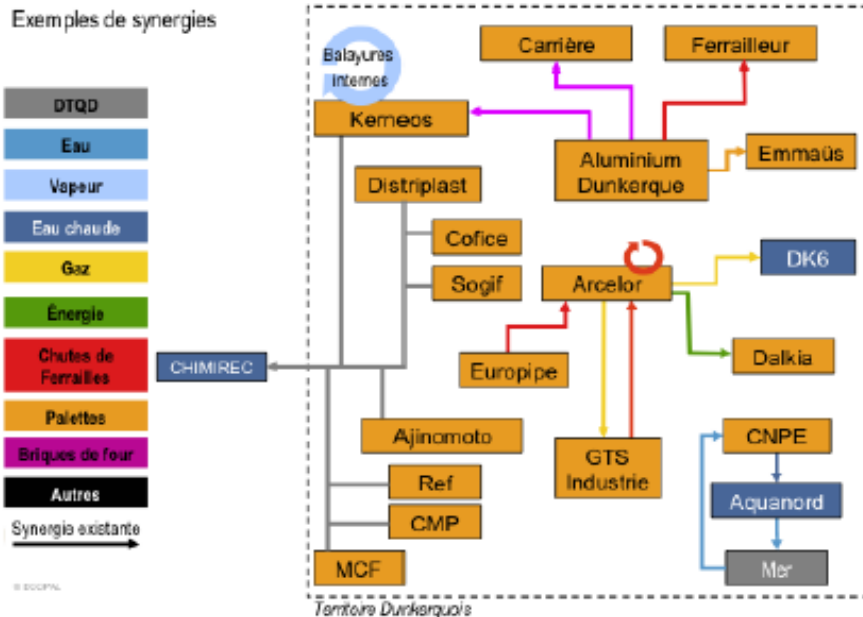


- Réseau d'environ **200 membres du bassin dunkerquois** (grandes entreprises, PME, associations ou particuliers) ;
- **Sa mission** : sensibiliser les entreprises au concept d'écologie industrielle en proposant des actions concrètes et en mettant en œuvre des synergies entre les membres de l'association. ECOPAL anime, fédère, met en relation les industriels en vue d'envisager des synergies.
- **Administré par un Partenariat public-privé** : Bureau composé de représentants d'institutions locales (Communauté urbaine de Dunkerque, CCI de la Côte d'Opale) et de sociétés privées (EDF, Lyonnaise des Eaux, Arcelor Mittal).
- **Soutien financier et technique de partenaires dont** : sociétés adhérentes, CCI de la Côte d'Opale, Dunkerque Promotion, Conseil Régional, Conseil Général du Nord, ADEME, Agence d'urbanisme et de développement région Flandre-Dunkerque (AGUR), Orée, etc.
- **Équipe ECOPAL** : 6 permanents et des stagiaires.
- ECOPAL a participé au projet de recherche COMETHE lancé par l'Agence Nationale de la Recherche.

France : Parc industriel

Deux Synthe – Bassin de Dunkerque (2/2)

Un tissu d'échanges



Source : Ecopal

Historique du projet

- 1999 – 2001 : Phase de pré-étude du projet et qui a permis d'identifier un potentiel de synergies conséquent ;
- Rencontres entre une trentaine de PME-PMI de la zone industrielle de Grande Synthe ;
- 2001 : Création de l'Association – réseau ECOPAL pour la promotion de l'écologie industrielle sur le territoire ;
- 2007 – 2009 : réalisation d'un Inventaire des Flux Industriels de Matières (IFIM) afin d'identifier plus largement le potentiel et les opportunités de synergies entre les entreprises : identification d'une trentaine de flux possibles (chaleur, acides, vernis alimentaires,..)
- Mise en place de synergies entre entreprises :
 - mutualisation des moyens pour la collecte des déchets (papier/cartons, déchets toxiques, en quantités dispersées, DEEE) ;
 - Identification de nouvelles opportunités d'échanges de flux entre entreprises (substitution, mutualisation,..), ré-utilisation de flux perdus ;
- Accompagnement dans la mise en œuvre opérationnelle de ces synergies ;
 - diagnostic des consommations d'énergie et d'eau (accompagnement)
 - recherche de filières de valorisation de déchets,
 - sensibilisation, information (bonnes pratiques environnementales).
- Possibilités de troc (palette).

Développements futurs

- Poursuite du développement des synergies entre industriels ;
- Projet en partenariat avec l'Agence de l'Eau ;
- participation à des projets européens.

Les intérêts reconnus par les entreprises

Gains économiques

Collecte des déchets :

- Mutualisation des coûts de transport et de valorisation ;
- Tri des déchets en conformité avec la réglementation ;
- Mutualisation des déplacements des camions.

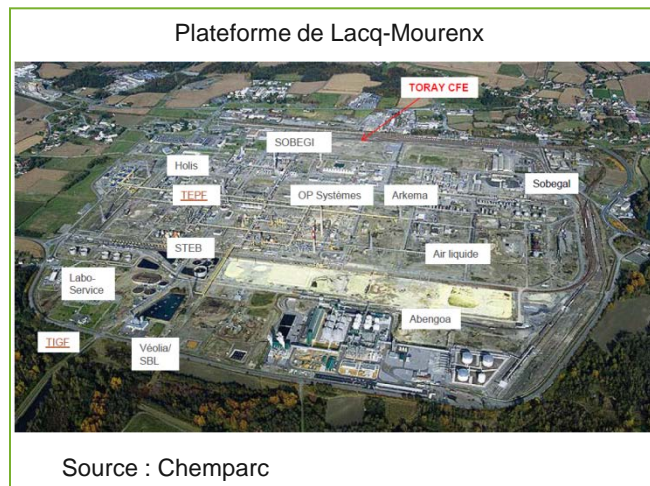
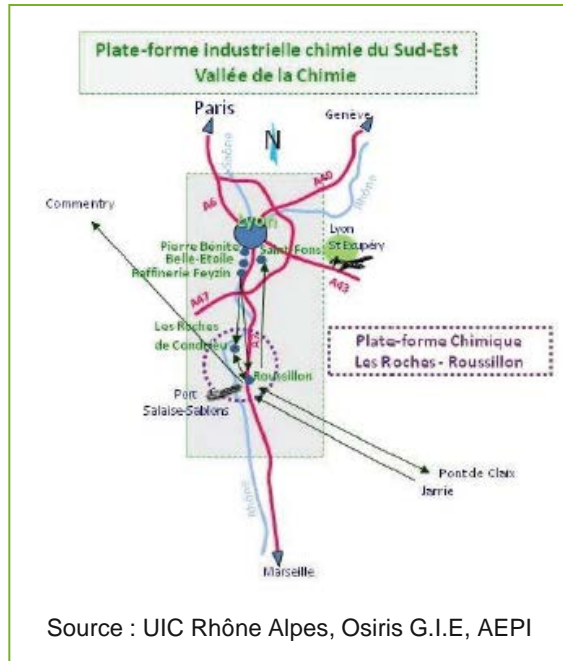
Echanges de flux entre entreprises :

- Favoriser les échanges entre les entreprises ;
- Optimiser les transports ;
- Limiter le recours systématique aux matières premières.

Information aux entreprises :

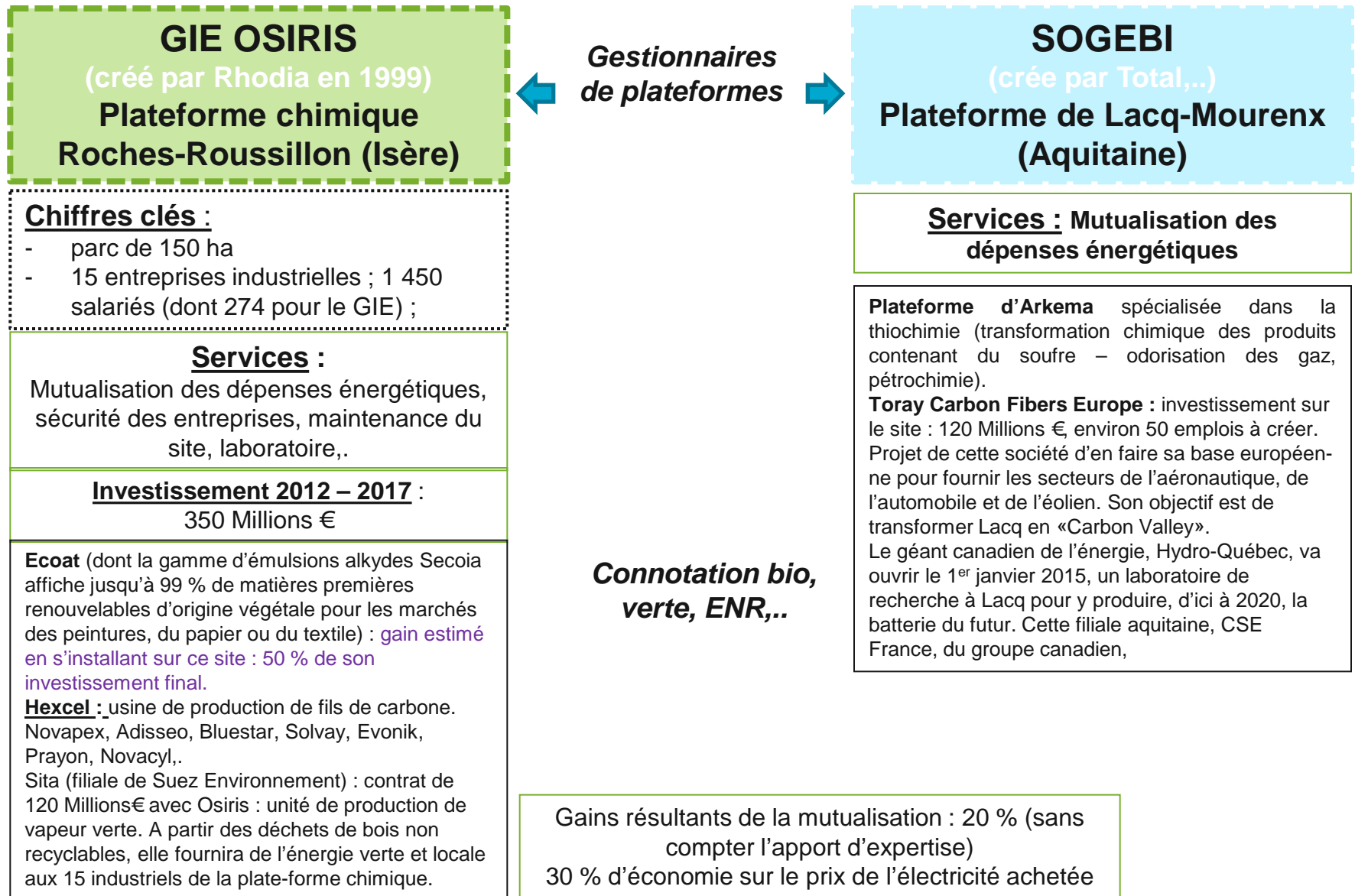
- Bénéficier des retours d'expériences.

France : deux plateformes intégrées pour la filière « chimie »



- Sous l'impulsion des pouvoirs publics, le secteur de la chimie en France s'oriente vers une organisation en plateformes intégrées.
- Exemples de plateformes structurées :
 - Plateforme chimique Roches-Roussillon (Rhône-Alpes) ;
 - Plateforme chimique de Lacq-Mourenx (Aquitaine) issue de la reconversion industrielle du bassin de Lacq.
- Gouvernance assurée par un gestionnaire de site (GIE, société privée) ;
- Mutualisation des dépenses énergétiques, gestion de la sécurité des entreprises, maintenance du site, laboratoire, ;
- Gains significatifs reconnus par les entreprises, qu'ils résultent d'un investissement réduit à l'implantation ou de la mutualisation.

France : deux plateformes intégrées pour la filière « chimie »



Chimie : création de plateformes intégrées, mutualisées

- **Sous l'impulsion des pouvoirs publics, le secteur de la chimie en France s'oriente vers une organisation en plateformes intégrées dans les années à venir.**
- **Les plateformes françaises sont plus petites, et ne sont pas structurées au niveau des opérateurs : il y a un retard dans la mutualisation des coûts communs (utilités, maintenance, sécurité,..)**
- **Réglementation française plus restrictive par rapport à ses autres concurrents européens (Allemagne, Belgique,..)**
- **Secteur de la chimie en France : spécificités en termes d'activités : il s'appuie sur une chimie de spécialités et une R&D de haut niveau (acryliques, thiochimie, chlorochimie, chimie du fluor et chimie verte)**
- **La France offre de nombreuses subventions pour la R&D, à l'instar du Crédit Impôt recherche, mais peu pour favoriser l'industrialisation. La France est très en retard par rapport à l'Allemagne, aux US.**

Institut européen de la bio-raffinerie Reims Champagne Ardenne (1/2)

- Les Régions Champagne-Ardenne (première région agricole de France) et Picardie misent sur le développement de la bio-raffinerie territorialisée. Sur 260 hectares, le site offre un accès unique à une biomasse diversifiée (cultures traditionnelles, nouvelles cultures énergétiques) ;
- Présence très forte des coopératives ;

Caractéristiques de la bioraffinerie de Pomacle-Bazancourt

Nom du PEI/ Localisation	Date de création	Origine de l'initiative et motivation	Coordinateur/Opérateur du PEI	Sociétés et organismes impliqués	Enseignements/Clés de succès
Institut européen de la bio- raffinerie Reims Champagne Ardenne (Champagne- Ardenne, Pomacle- Bazancourt)	1989	ARD (Agro-Industrie Recherches et Développement), centre de recherche privée mutualisée	CCI Reims-Epernay Fondation Jacques de Bohan (Cristal Union et Vivescia)	Cristal Union, Chamtor, BioAmber,..Grandes Ecoles (AgroParisTech, Centrale Paris) Collectivités territoriales Pôle de Compétitivité Industries et AgroRessources (IAR) Union des Industries chimiques	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place progressive des synergies, le plus souvent de manière bilatérale entre Chamtor et la sucrerie de Bazancourt (gestion des effluents en commun, back-up vapeur et eau.) - Investissements communs, ou contrats de sous-traitance ont appuyé la concrétisation des synergies - Les synergies existantes attirent de nouvelles sociétés (en particulier lorsqu'elles sont liées à des activités de recherche), - collaboration avec les centres de recherche, visibilité apportée par le label «bioraffinerie»

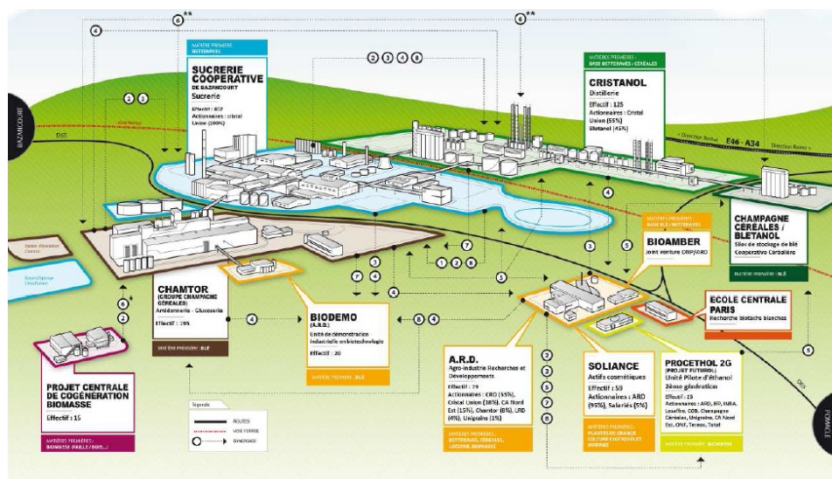
Développement des flux sur le parc

- Mutualisation de la R&D ;
- Récupérations de condensats ;
- Récupération de vapeur ;
- Mutualisation de la gestion des déchets et des effluents ;
- Production de bioéthanol à partir de co-produits betterave/blé ;
- Production d'électricité et de vapeur à partir de biocarburants pour alimenter les outils industriels.

Historique du projet

- 1953 : sucrerie coopérative de Bazancourt
- 1992 : ARD, centre de recherche mutualisé (céréaliier/sucrier/luzernier) ; Chamtor (amidonnier-glucosier)
- 1994 : Soliance, créateur et fabricant d'actifs cosmétiques biosourcés ;
- 2005 : lancement des Pôles de compétitivité à Reims ; création du Pôle IAR
- 2007 : Cristanol (ethanolier) ;
- 2010 : Biodemo (unité de démo industrielle, ARD) ;
- 2011 : implantation du Projet Futuro (pilote biocarburants 2G) ; BRI (plateforme collaborative bio-raffinerie) ;
- 2012 : Air Liquide (liquéfaction de CO₂ biologique) ; implantation des grandes écoles (chaires) ; création de la Fondation Jacques de Bohan ;
- 2014 : le site devient l'Institut européen de la bio-raffinerie Reims Champagne-Ardenne.

Un tissu d'échanges d'énergie et de «déchets»



Bénéfices pour la région

- Dynamique de création d'emplois (total de 2 000 salariés sur le site) ;
- Fort dynamisme industriel : investissement annuel de 20 M€ par les groupes coopératifs agro-industriels (Vivescia et Cristal Union) ; un site de 260 ha ;
- Site de renommée mondiale ;

Développements futurs

- Aujourd'hui, le site a atteint une taille critique permettant d'optimiser les synergies de base entre les acteurs (eau, vapeur, énergie, effluents,..), de développer des synergies de produit (flux de matières entre les entités), ainsi que les synergies opérationnelles (R&D, recherche académique,..).
- Maintenant, la taille du site appelle à une démarche plus structurée, portée par ses acteurs et les parties prenantes, en lien avec son territoire (liens tissés avec UTT à Troyes, UNIL de Lausanne pour cette dimension d'écologie industrielle).
- Plan de développement : promouvoir le développement d'une nouvelle bio-économie dans le contexte du Pôle IAR.
- Objectifs en termes d'emplois : à terme, de 3000 à 7000 salariés sur le site.

Parcs éco-industriels en construction et en projet

Localisation	Acteurs, Industriels	Critères	Clés de succès
Park artisanal de Croix-Fort (Poitou-Charentes), Communauté de communes de la plaine d'Aunis		ENR, efficacité énergétique, gestion de l'eau, mobilité, transport, système de gestion environ.	Soutien financier de l'ADEME et de la région (études du projet)
Aube (projets de récupération d'eaux industrielles de papèterie, optimisation énergétique de process sur site)			
Bassin industriel de Nogent (Champagne-Ardenne, Communauté de l'agglomération de Troyenne)	plusieurs petites zones industrielles sur Nogent. Objectif: mobiliser les sociétés sur un projet commun	ENR, flux de matières	Club EI de l'Aube (coordination), COMETHE, plateforme logistique tri-modale (rail-routier-fluvial), voie d'eau qui permet une connexion avec les ports du nord de l'Europe
Economie circulaire de l'Ecopole Bois de Roche en Brénil (Communauté de communes de Saulieu, Bourgogne)	traitement du bois, biocarburants (granulés), centrale biomasse, collecte résidus de bois	ENR, gestion des déchets, flux de matières	La dénomination « Ecopole » donne de la visibilité au projet

Autres : culturel, social, santé, prévention pollution de l'air, du bruit

Mission « Compétitivité durable des entreprises » - Orée

Objectif : initier et accompagner des projets d'écologie industrielle sur cinq territoires pilotes

Territoire	Promoteurs de la démarche	Projets	Actions/Méthodologie
<p>Plaine du Var et ZI de Carros Le Broc</p>	<p>EPA Plaine du Var, collectivités locales,.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Logistique groupée, distribution Maîtrise des déchets inertes et du BTP - Gestion collective des matières organiques (agriculture et alimentation) pour en favoriser la valorisation -Création de cluster autour de la valo du bois -Récupération et/ou échange d'énergie (chaud/froid) sur ZA de Carros -Gestion des petits flux de déchets non dangereux sur ZA de Carros 	<p>Ateliers, envois de questionnaires, groupes de travail thématiques, animés par des leaders entrepreneurs</p>
<p>Leviers : Bonne communication amont ; mobilisation d'une équipe d'animation ; recours à des leaders-entrepreneurs pour animer les rencontres ; association dès l'amont d'un cercle d'acteurs élargi.</p>			
<p>Points d'amélioration : optimisation de la collecte de données. La collecte s'est révélée fastidieuse car les informations nécessaires n'existent pas ou ne sont pas accessibles, les acteurs jugent que certaines informations ont un caractère stratégique et ils ne veulent pas les partager, les informations sont hétérogènes, certaines sont contradictoires.</p>			

Mission « Compétitivité durable des entreprises » - Orée

Objectif : initier et accompagner des projets d'écologie industrielle sur cinq territoires pilotes

Territoire	Promoteurs de la démarche	Projets	Actions/Méthodologie
<p><u>Estuaire de la Seine</u> (Grenelle de l'Estuaire/Charte de l'Estuaire) Territoire vaste</p>	<p>Association EI Estuaire (AEIE), collectivités, décideurs économiques, associations et syndicats</p>	<p>-travaux en cours sur la Zone industrialo-portuaire du Havre (valori. des rejets de chaleur, réutilisation d'acides et de bases usagés en station d'épuration, gestion mutualisée des déchets, extension d'un réseau mutualisé d'eau industrielle -Travaux en cours sur le site de Port-Jérôme (potentiel de symbioses industrielles jugé significatif)</p>	<p>-Diagnostic chiffré de la consommation de ressources réalisé sur les 5 pays de l'Estuaire -entretiens individuels, collectifs, ateliers thématiques</p>
<p>Freins : le territoire de l'Estuaire de la Seine ne faisant référence à aucune échelle administrative, l'accès aux données a été problématique. L'approche des entreprises a été ardue (manque de disponibilité, les industriels ne voient pas ce que cela peut leur apporter), collecte des données difficile (confidentialité, acquisition payante de données auprès de certains industriels). Difficultés liées à une mauvaise compréhension de la mission (concurrence EI vs autres projets environnementaux, contraintes réglementaires sur les entreprises, manque de visibilité de la démarche d'EI par les structures locales).</p>			
<p>Leviers : l'AEIE a embauché une responsable à temps plein et s'est attachée les services d'un cabinet de consultant pour l'appuyer dans ses actions.</p>			

Mission « Compétitivité durable des entreprises » - Orée

Objectif : initier et accompagner des projets d'écologie industrielle sur cinq territoires pilotes

Territoire	Promoteurs de la démarche	Projets	Actions/Méthodologie
Com. urbaine de Bordeaux	Communauté Urbaine de Bordeaux, fédérations professionnelles, Gd Port Maritime de Bordeaux, institutionnels,.	<ul style="list-style-type: none"> -Sites hospitaliers (production d'énergie centralisée et réseau de chaleur, ENR, mutualisation de services,...) - Ecoparc de Blanquefort (mutualisation de la gestion des déchets de bureau, de services,..) -Site de Bassens (développement d'une infrastructure de gestion et d'optimisation des flux sur l'Ecoparc, recherche de synergies autour d'une nouvelle implantation, réseau de chaleur et chaufferie biomasse 	<p>Approche empirique : Entretiens,</p> <p>Approche systématique : réalisation de bilans de flux des activités économiques du territoire</p>
<p>Leviers : Parc d'activités doté d'un système de management de l'environnement, rôle de la CUB (animatrice de territoire et facilitatrice de dialogue), argument financier basé sur les économies d'échelles potentielles grâce aux synergies industrielles</p>			
<p>Verrous : Enjeux environnementaux non-prioritaires (temps de crise), complexité du projet, défiance à mettre en synergie des flux stratégiques, perceptions citoyennes d'un projet industriel souvent négatives, projet très étendu sur le territoire (acteurs répartis sur plusieurs parcs d'activités)</p>			

Projets récents de zones d'activités

mettant en œuvre une démarche d'écologie industrielle

Région	Nom de la ZAC	Parties prenantes dans le projet	Objectif	Statut/Commentaires
Tarn – Haute-Garonne	Portes du Tarn (198 ha de superficie)	Maître d'ouvrage : le SMIX (Syndicat MIXte porteur du projet de cette Zone d'Activités) Société publique locale d'aménagement (une Spla) créée pour développer la ZAC Partenaires : Conseil Général du Tarn, Communauté de Communes Tarn-Agout	Mettre en œuvre une démarche d'écologie industrielle permettant d'intégrer le parc d'activités dans son environnement à travers une démarche écologique, durable et une gestion économe dans son fonctionnement.	Résultat de l'enquête publique : Avis positif sur le projet mais avec des réserves et des recommandations (réduire le périmètre de la ZAC au profit des terres agricoles et des habitants limitrophes). Nécessite la création d'un nouvel échangeur sur l'A68 Lobby des associations.
Artois	Projet d'extensions de deux zones industrielles			Point de difficulté évoqué : le code de l'urbanisme
Charente-Maritime	ZI de Périgny (250 industriels, 300ha) - Zone «laboratoire », soutenue financièrement par la Région-Poitou-Charente, l'ADEME, le Pôle des Eco-Industries de PC et le CdA de la Rochelle.	Club d'Entreprises de Périgny		Projet BIOTOP : 41 entreprises diagnostiquées (état des lieux des flux entrants et sortants des entreprises, leurs pratiques environnementales, leurs actions en faveur de la mobilité des collaborateurs)
Rhône-Alpes	ZI de Meyzieu 190 entreprises			Bénéficiera d'une aide au financement de l'étude et de l'animation
Drôme	Die (Biovallée)			Bénéficiera d'une aide au financement de l'étude et de l'animation

Démarches d'écologie industrielle en France

En cours et en Projet (1/2)

Ville Région	Initiateur de la démarche	Type et Statut de l'initiative	Acteurs impliqués/ associés à la démarche	Financement	Commentaires
Strasbourg, Alsace	Port Autonome de Strasbourg (PAS) ; Communauté Urbaine de Strasbourg (CUS)	Etude de potentialité en cours : coordonnée et réalisée par IDÉE Alsace, avec appui technique du Pôle Energivie et du cabinet SOFIES. Pilote de l'étude : Groupement des usagers des Ports de Strasbourg (GUP), PAS et CUS au sein d'un Comité Stratégique. Comité consultatif : CCI, Port de Kehl, ADEME, DREAL, DIRECCTE, Conseil régional d'Alsace, UNISTRA, INSA, Agence de l'eau,.	16 entreprises (Blue Paper, Cargill, Comptoir Agricole de Hochfelden, Costimex Dacs France SA, Grands Moulins de Strasbourg, NLMK Strasbourg, OVH.Com, Prodair, Punch Powerglide Strasbourg, Rubis Terminal, Schroll, Sensient Flavors Strasbourg, SFR, Sil Fala, Société des Malteries d'Alsace, Soprema), ainsi que les producteurs d'énergie de la zone portuaire (TREDI, Fonroche, Senerval, Dalkia)	Etude financée par le PAS et la CUS	Objectif : renforcer la compétitivité de la zone portuaire strasbourgeoise et de ses entreprises ; améliorer la performance énergétique à l'échelle du territoire industriel. 1 ^{ère} phase étude : état des lieux des principaux flux intervenant dans le process industriel des entreprises afin d'identifier les potentiels de synergies et une première approche de faisabilité. Prolongements possibles de l'étude : associer un nombre plus large d'entreprises de la zone portuaire, étendre le volume d'actions aux infrastructures, services, bonnes pratiques,.
Bordeaux Aquitaine	Communauté urbaine de Bordeaux ; Grand Port Maritime de Bordeaux (GPMB)	Projet PÉÉPOS (Port à Energie et à Economie POSitive) : fait partie du Plan d'action stratégique 2014 – 2020 du GPMB (poursuite du projet initial mené par Orée depuis 2011) Etape 1 : diagnostic énergétique et industriel	Fédérations professionnelles, Clubs d'Entreprises ; GPMB, acteurs institutionnels, Conseil Régional Aquitaine, communes, agences économiques, chambres consulaires, experts,...	UE TEN-T : 50 %	Objectif : créer une stratégie territoriale globale. Le projet PÉÉPOS fait partie des 23 projets sélectionnés par l'UE dans le cadre du Programme 2013 Priorité 2 du RTE-T : Décarbonisation. PÉÉPOS prévoit notamment d'élaborer un schéma général des énergies marines qui identifierait les zones à fort potentiel sur l'Estuaire de la Gironde.
Montluçon – Vichy Sud-Allier	Macéo, AQP, CEE Allier	Démarrage en 2009 : diagnostic de flux (20 entreprises), mise en œuvre de synergies de substitution et de mutualisation. En cours : diagnostics et renseignement d'une base de données de flux, études de potentiel ciblées.	CCI Montluçon, Gannat, Moulin Vichy, CA Vichy, CC St Pourçain, Gannat		
Montluçon Sud-Allier	CCE Allier ; CCI Montluçon	Initiée en 2013 Parmi les synergies en cours d'étude : valorisation des palettes	CA Montluçon ; 18 entreprises		Absence de filière ou de système de recyclage dans la zone géographique ciblée. Existence et/ou présence à court terme de structures pour valoriser le bois (bois-énergie).

Source : Orée et infos recueillies des projets

Démarches d'écologie industrielle en France

En cours et en Projet (2/2)

Ville Région	Initiateur de la démarche	Type et Statut de l'initiative	Acteurs impliqués/ associés à la démarche	Financement	Commentaires
Thiers Sud-Allier	Macéo ; CCI Puy de Dôme ; Parc naturel du Livradois Forez (PNRLF)	Projet BOUCLE Diagnostic du territoire/recensement des flux entrants et sortants et identification de plusieurs pistes de synergies	Macéo ; CCI Puy de Dôme ; Parc naturel du Livradois Forez (PNRLF) ; Ville de Thiers ; 20 entreprises (dont une cartonnerie)		Cible d'intérêt identifiée : valorisation des déchets papier/carton → Mise en œuvre d'une organisation (collecte, conditionnement et transport jusqu'à la papèterie locale)
La Roche en Brenil Bourgogne	CCom. Saulieu	Initiée en 1999 Création de l'Ecopôle Bois (plateforme de valorisation des déchets de bois produits (écorces, sciures, plaquettes,..), connectée au réseau ferré) : déjà en place, une scierie; en cours d'implantation : centrale cogénération biomasse dont la chaleur produite sera en partie utilisée par la scierie, entreprises de profilage bois, production de plaquettes forestières	Syndicat mixte du pays de l'Auxois et du Morvan Côte d'Orient		Ecopôle bois a été labélisé Pôle d'Excel-lence Rural en 2006. Société allemande JRS en cours d'implantation (production de granulés et autres dérivés bois – litière, farine de bois, copeaux,..), permettra de valoriser les déchets produits par les scieries avoisinantes. Clés de succès de l'Ecopôle : territoire riche en ressources de bois ; atouts logistiques : situé sur l'axe Paris-Lyon (connexion ferroviaire existant) Objectif du parc : implantation de nouvelles entreprises, dont à terme production de bioéthanol.
Bretagne	PNR Armorique	Création d'une plateforme collaborative en ligne	Armorimobile : lauréat d'un AME Synergies territoriales carton et déchets organiques en cours de mise en oeuvre		Expérience à mettre en avant parmi les projets

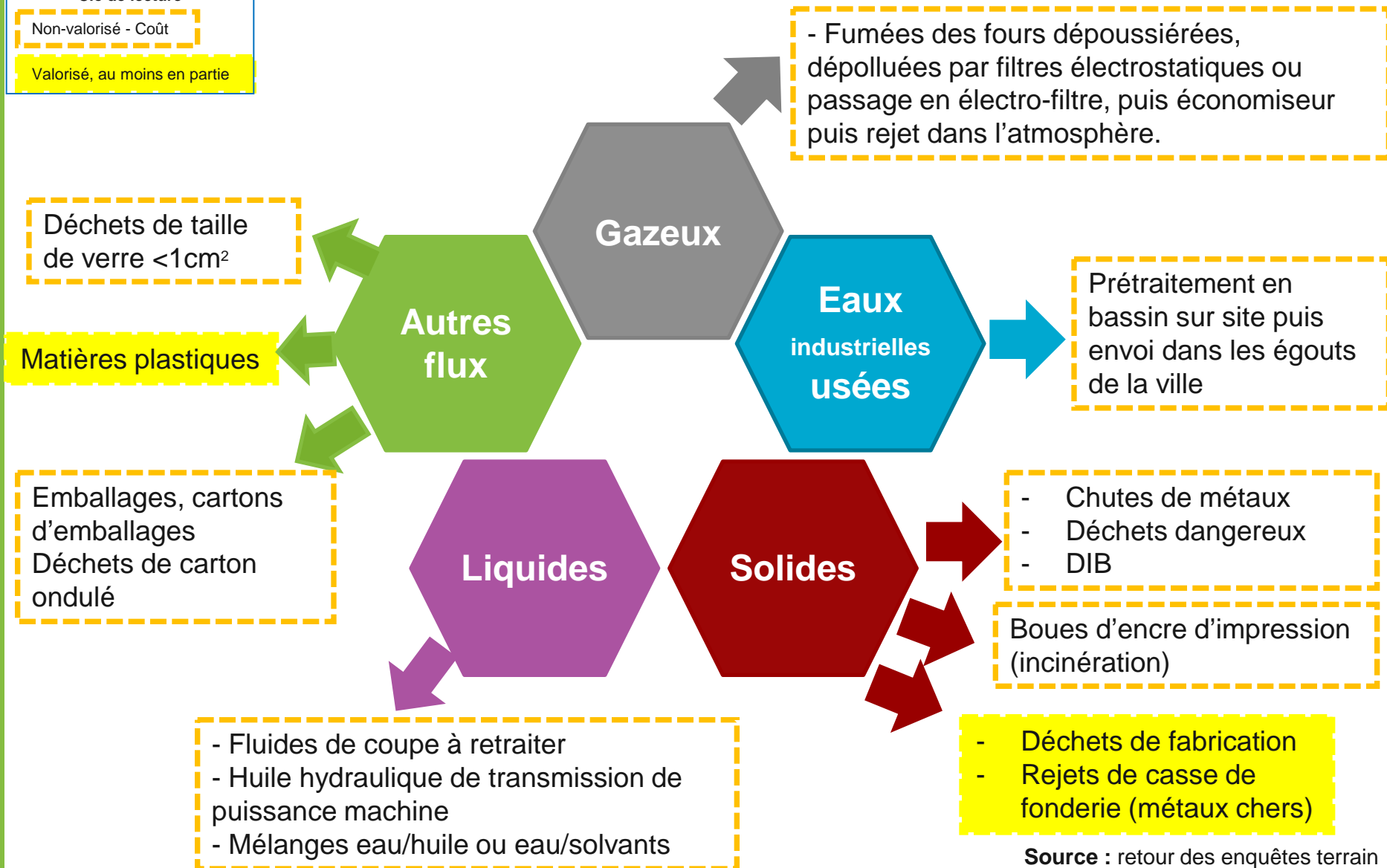
Source : Orée et infos recueillies des projets

Types de rejets et gestion en sortie d'usine

Clé de lecture

Non-valorisé - Coût

Valorisé, au moins en partie



Source : retour des enquêtes terrain

Exemples de synergies de substitution

France (1/2)

Région	Société émettrice/ Filière	Type de matière valorisée	Quantité annuelle	Société réceptrice/ Filière	Utilisation	Commentaires
Aube	Cristal Union (coopérative betteravière, Arcis-sur-Aube)	Sable issu du lavage des betteraves de sucrerie	6000 à 12000 t/an	Eiffage Travaux Publics Est Champagne Sud (ex-Appia Champagne) (BTP)	Substitution à des matériaux de carrière	Terres agricoles saturées, graminées indésirables – Environ 100K€/an d'économies pour les 2 acteurs (coûts de mise en décharge et coûts d'approvisionnement évités). 6 à 12 Kt/an de granulats de carrière économisés. Synergie émane de discussion informelle entre les 2 acteurs.
Estuaire de la Loire	Centrale thermique de Cordemais (2 600 MW)	Cendres issues de la combustion du charbon et du dépoussiérage des fumées ; Gypse (valorisé à 100%) résulte de la réaction chimique responsable de la désulfuration des fumées.	Gypse : 48 000 t env./an		Cendres : > Cimentiers, > bétonniers Gypse (valorisé à 100 %) : > industrie plâtrière	
Estuaire de la Loire	Centrale électrique de la SPEM (groupe GdF Suez) – cette centrale se trouve à proximité immédiate du terminal méthanier	Eau chaude		Elengy , terminal méthanier (GDF Suez)	Utilisation pour les échangeurs	Moyens mis en œuvre : mise en place bassin de récupération et des canalisations entre les 2 sites. Gains : moins d'eau prélevée dans la Loire, pas d'eau chaude rejetée, consommations énergétiques réduites.
Charente-Maritime	Léa Nature	Big bags	520/an	OVIVE (valorisation de co-produits marins)	Emballage de ses produits	1 tonne de déchets évités. Léa Nature : gain financier transport jusqu'à Lille évité ; OVIVE, gain financier 50 % d'économie d'achat sur les fournitures.
Charente-Maritime	OVIVE (valorisation de co-produits marins)	Coquilles d'huîtres			Animalerie	Tri, traitement thermique, broyage, criblage, conditionnement
Ile de France	Bull (data center)	Récupération de chaleur		Centre commercial	Chauffage	Pompes à chaleur installées à l'extérieur
Dunkerque (Deux Synthe)	Arcelor Mittal	Gaz sidérurgiques (habituellement brûlés en torchère sans récupération d'énergie)		DK6 (centrale cycle combiné, GDFSuez)	Production d'électricité : 250Mwe sur les 790 Mwe générés par DK6	L'électricité produite à partir des gaz est utilisée par Arcelor. La réduction d'émissions de CO2 est de 1,2 Mt/an. Les gaz autrefois problématiques créent de la valeur.

Exemples de synergies de substitution

France (2/2)

Région	Société émettrice/ Filière	Type de matière valorisée	Quantité annuelle	Société réceptrice/ Filière	Utilisation	Commentaires
Dunkerque (Deux Synthe)	Sea Bulk	Déchets de parc contenant du fer et des composés de combustible dans des proportions non maîtrisées → risques de perturbations du process de fabrication		Arcelor Mittal (Sidérurgie)		2009 : Mise en place d'une étape de préhomogénéisation à l'amont des chaînes d'agglomération → réduit l'impact de la teneur variable du mélange en combustible et rend possible la valorisation. → Economie estimée à 100 K€
Sud-Allier	Comptoir européen de la confiserie (Pastillerie de Vichy) – production : environ 1500 t/an	Poussières de sucre ou « fines » (impropres à l'alimentation humaine) issues du processus	15 tonnes	Apiculteurs Sud- Allier	Production d'un sirop destiné à nourrir les ruches en période hivernage	- Coût évité pour CEC : environ 4K€ évitée pour l'enlèvement des fines ; - Dépense évitée pour les apiculteurs (saccharose ou sirop prêt à l'emploi) : de 700 € à 1,5 K€ + obligation de réduire déchets (norme environnementale)

Règlementations européennes et nationales en matière d'efficacité énergétique

Les réglementations européenne et nationale sont nombreuses et complexifient la mise en œuvre de synergies.

Des Directives européennes et des réglementations qui concernent directement ou indirectement l'efficacité énergétique des industries :

- Directive 2010/75 IED (Directive sur les émissions industrielles)**
- BREF** (documents de référence par filière), et aussi celui qui traite spécifiquement de «l'efficacité énergétique»
- Directive Efficacité Energétique (2012/27 UE)**
- Directive éco-conception**
- Directive européenne 2003/87/CE établissant un système de plafonnement et d'échange de quotas au sein de l'UE.**

Au niveau national :

- Système d'allocations des quotas (PNAQ)**
- PNAEE**
- Plan de Performance Energétique des exploitations agricoles 2009-2013, encourageant les économies d'énergie et la conversion aux énergies renouvelables**

Et :

- Des arrêtés préfectoraux d'exploitation qui encadrent l'activité des sites industriels classés.**
En accord avec la Directive IED, les DREAL peuvent ajouter des prescriptions réglementaires en matière d'efficacité énergétique (jusqu'à présent, l'utilisation rationnelle de l'énergie est peu intégrée).

Retours des industriels :

- Contraintes réglementaires fortes ;
- Projets parfois difficiles à mettre en œuvre avec des acteurs locaux (éducation nationale) : problème de réactivité/timing dans la prise de décision.
- Réticences à partager des données de flux (données jugées stratégiques, donc confidentielles).
- Il manque un guichet d'échanges de bonnes pratiques (améliorations qu'il pourrait être intéressant d'appliquer dans un domaine très différent)
- les industriels peuvent afficher une certaine prudence même face à des améliorations peu coûteuses, notamment si elles demandent un réaménagement important des ateliers et des temps d'arrêt de la production prolongée.
- Un impératif : TRI le plus court possible est en tout état de cause inférieur à 3 ans.

Retours des organisations :

- Forte progression des initiatives depuis 10 ans.

Mais :

- La mobilisation des industriels reste difficile car ils ne voient pas leur intérêt pour cette démarche.
- Le manque d'animation peut décourager les entreprises en phase de mise en place.

Retours des collectivités locales :

- Nécessité de faire évoluer les réglementations pour accompagner les projets :
 - Exemple : code de l'urbanisme : impossibilité pour deux sociétés d'exploiter conjointement un bassin de décantation des eaux polluées qui serait construit de manière mitoyenne.

Les principaux projets de recherche en écologie industrielle en France

Projet	Période	Partenaires	Financement	Objectif du projet
COMETHE	2009 - 2011	Orée, Ecopal, UTT, Auxilia, Sys-tèmes Durables,..	ANR 1 658 322 €	Concevoir des outils d'aide à la décision pour la mise ne oeuvre de l'EI sur un parc d'activités ou un territoire.
EITANS	2011 - 2013	CREIDD, EHESP, EIC, Systèmes Durables	ADEME 304 724 €	Ecologie Industrielle et Territoriale : ANalyse des facteurs socio-économiques et anthropologiques pour sa mise en oeuvre
DEPART		Centre LGEI, Univ. Toulouse II, Systèmes Dura-bles,..	ADEME	Orienté vers les enjeux des territoires portuaires
ACTEIS	2011 - 2012	Orée, Le Clersé, Ecopal	ADEME 60 000 €	Analyse approfondie des stratégies d'acteurs et des coordinations qui prennent forme à travers les expériences d'EI.
CONFLUENT	2009 - 2013		ANR	CONnaissances des FLux Urbains, EmpreIN-Tes environnementales et gouvernance durable.
CONVERGENCE	2011 - 2014	LSIS, IFTH-Troyes, Lyon 3, IAE, Quicksilver	ANR 1 545 000 €	Quand l'éco-conception devient une source d'innovation.

Les freins à un développement fort des synergies éco-industrielles

- ✓ La spécificité du tissu industriel français :
 - - Les $\frac{3}{4}$ des sites industriels sur le territoire emploient moins de 10 salariés. Nombre de ces PME sont situées en zone urbaine (centre ville), dans des locaux anciens (manque de flexibilité) et qui rendent quelconque synergie souvent impossible.
- ✓ La méconnaissance des opportunités existantes, le scepticisme vis-à-vis de la démarche : culture de la concurrence plutôt que de la collaboration ;
- ✓ La méconnaissance des flux dont les données détaillées ne sont pas accessibles : culture du secret, de la confidentialité ;
- ✓ L'éloignement spatial des entreprises qui envisagent une synergie de substitution peut constituer une contrainte (réseaux,..) ;
- ✓ La contrainte réglementaire à l'établissement de la synergie (législation en matière de déchets,..)
- ✓ Option souvent sans intérêt sur le plan économique (investissement trop lourd), prise de risque que l'entreprise n'est pas disposée à assumer.

Le développement de parc éco-industriels à plus grande échelle

Des opportunités :

- pour **renforcer du rôle des territoires** dans l'énergie et l'environnement ;
- pour **améliorer la compétitivité des entreprises** ;
- pour **réduire l'empreinte environnementale** par une démultiplication des échanges de flux de matières entre industriels (déchets-intrants), réduisant ainsi les achats de matières premières, et fonctionner en boucle « fermée » le plus possible.
- pour **ouvrir vers de nouveaux marchés** pour de nouveaux acteurs économiques ;
- pour **créer de l'emploi, de nouveaux métiers** sur le territoire, et intégrer de nouvelles préoccupations dans les métiers et schémas existants.

AFOM sur la mise en place de synergies industrielles

Forces

- De nombreux exemples de synergies de substitution et de mutualisation mises en œuvre à l'échelle locale ou régionale en France.
- Volontés territoriales fortes.

Opportunités

- Renforcement du rôle des territoires dans l'énergie et l'environnement ;
- Besoin d'améliorer la compétitivité des entreprises, réduire l'empreinte environnementale par une démultiplication des échanges de flux de matières entre industriels (déchets-intrants), réduisant ainsi les achats de matières premières et fonctionner en boucle «fermée» le plus possible.
- Nouveaux marchés pour de nouveaux acteurs économiques.

Faiblesses

- Un tissu industriel largement composé de TPE/PME, souvent situées en zone urbaine, isolées, sans ZAI à proximité ;
- Le manque d'intérêt de nombre d'industriels, voire la réticence ;
- Des freins relatifs à la confidentialité, à la transparence vis-à-vis, de la concurrence ;
- Délais de mise en œuvre de solutions mutualisées avec les collectivités locales souvent trop longs (financement, TR sur investissement) ;
- Manque de réactivité ;
- Fiabilité de la chaîne de recyclage = solidité du maillon le plus faible ;
- Chaîne et captation de la valeur ;
- Nombreux acteurs de typologies très variées.

Menaces

- Evolutions de réglementations de tout type.

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Volet 3

III – Benchmark des méthodologies et des outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Etude réalisée par SIA-Partners



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

| Paris
| Lyon
| Londres
| Bruxelles
| Amsterdam
| Rome
| Milan
| New York
| Toronto
| Casablanca
| Dubaï
| Riyad
| Abu Dhabi
| Singapour
| Hong Kong

CVT ANCRE

Benchmark des méthodologies et des outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Etude complète

Mardi 29 avril 2014



Vos contacts

Charlotte de LORGERIL

Senior Manager – Energie, Utilities & Environnement
Mail : charlotte.delorgeril@sia-partners.com
Tél. : 06 24 73 18 34

Romain BONNETTE

Consultant – Energie, Utilities & Environnement
Mail : romain.bonnette@sia-partners.com

Matthieu THIBOUST

Consultant – Energie, Utilities & Environnement
Mail : matthieu.thiboust@sia-partners.com

Sommaire

	<i>N° page</i>
1 Contexte et enjeux	3
2 Démarche méthodologique de l'étude	11
3 Analyse des bonnes pratiques méthodologiques	24
4 Benchmark et analyse comparée des outils	34
5 Synthèse et recommandations	95
A Annexes	115

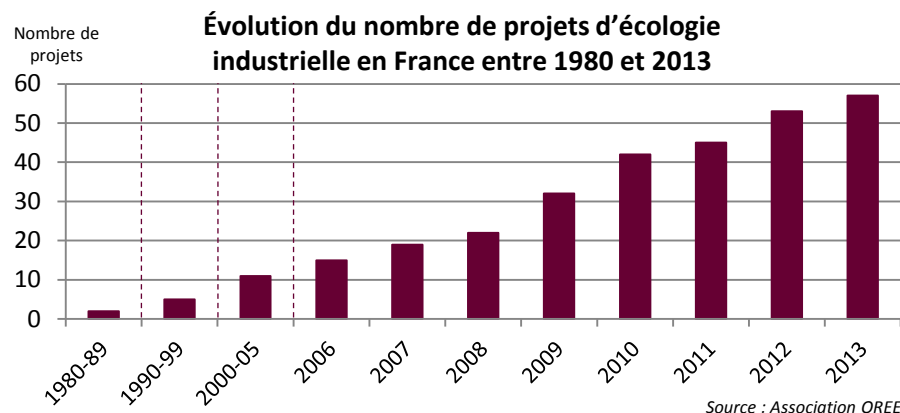


Contexte et enjeux

Contexte et enjeux

L'écologie industrielle suscite un engouement international

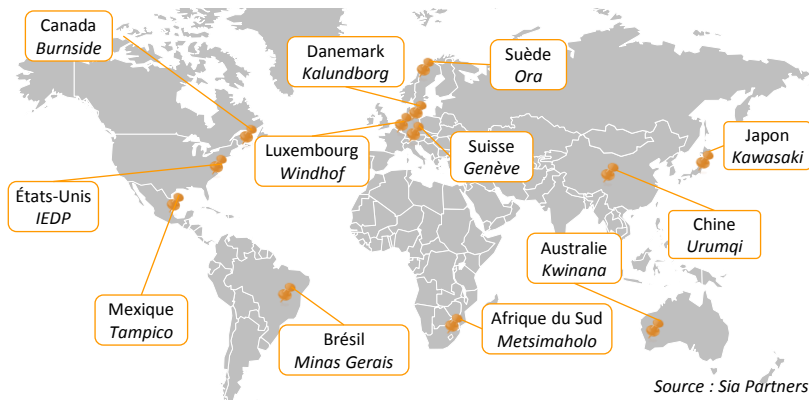
Depuis le milieu des années 2000, les projets d'écologie industrielle se multiplient en France



- Entre 2005 et 2013, le nombre de projets d'écologie industrielle a été **multiplié par 5** en France
- Cette explosion du nombre de projets s'explique par :
 - Des **réglementations de plus en plus contraignantes** (Paquet énergie/climat, Grenelle de l'Environnement)
 - Des **programmes de recherche** dédiés permettant de financer les initiatives (ARPEGE, COMETHE)
 - L'implication des **collectivités locales** dans le cadre des Agendas 21 locaux et Plans Climat Énergie Territoriaux

Ce développement s'inscrit dans une tendance plus large au niveau international

Exemples de projets d'écologie industrielle dans le monde



- Initialement **développés en Europe dans les années 60-70**, des projets d'écologie industrielle ont depuis été initiés partout dans le monde :
 - **L'Europe et l'Amérique du Nord sont particulièrement actives** dans le domaine depuis le début des années 2000
 - Des projets d'écologie industrielle commencent à se développer dans **les pays émergents** depuis quelques années

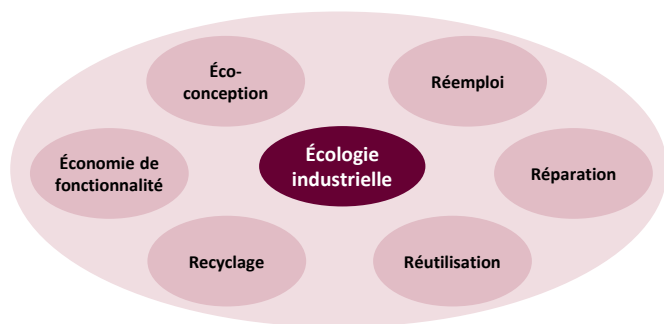
Les projets d'écologie industrielle se développent partout dans le monde depuis le début des années 2000, en particulier en France où le nombre de projets a été multiplié par 5 entre 2005 et 2013

Contexte et enjeux

Les projets d'écologie industrielle sont une réponse aux enjeux du développement durable

L'écologie industrielle est un champ d'application du concept d'économie circulaire

Les 7 composantes de l'économie circulaire



Au sein de l'économie circulaire, l'écologie industrielle désigne **un mode d'organisation inter-entreprises** basé sur la coopération entre entreprises

En favorisant les échanges entre entreprises sur une base locale, l'écologie industrielle vise à **optimiser l'utilisation des ressources sur un territoire**

L'écologie industrielle est ainsi une **approche concrète et pragmatique de développement durable** pour les entreprises et les collectivités

L'écologie industrielle consiste en la réalisation de deux types de synergies entre les entreprises

Synergies de mutualisation

La mutualisation permet de **rationaliser l'utilisation des ressources**

Mutualisation des approvisionnements

Mutualisation des équipements

Mutualisation du recyclage



Synergies de substitution

L'utilisation des **flux** extrants d'une entreprise comme flux intrants pour une autre entreprise du territoire permet de **valoriser les ressources locales**

Valorisation des flux extrants

Substitution des flux intrants



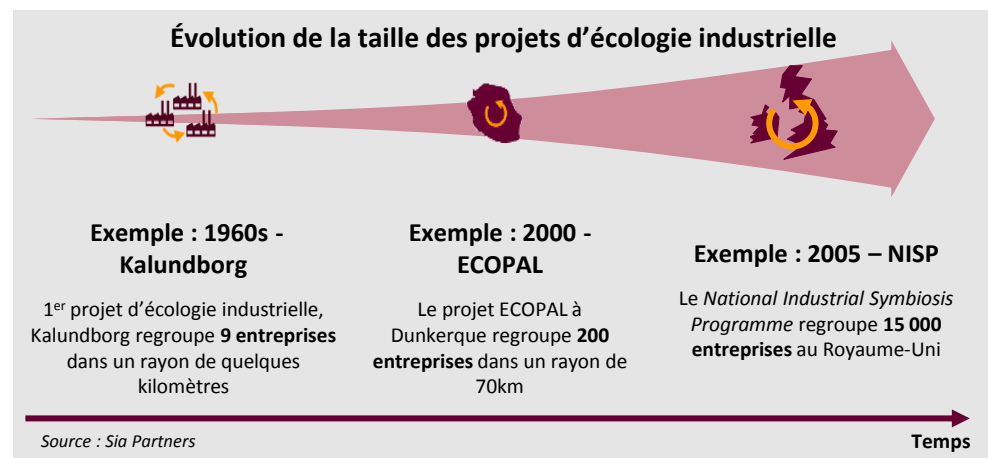
Les synergies de substitution peuvent concerner tous les types de flux, et notamment ceux liés aux **déchets*** qui sont ainsi valorisés

Grâce au développement de synergies entre les entreprises d'un territoire, l'écologie industrielle permet de **rationaliser l'utilisation et de valoriser les ressources**

* Le terme de « déchets » a été privilégié car il est utilisé aussi bien par les acteurs de terrain que par les nomenclatures nationales (Annexe II de l'article R541-8 du code de l'environnement) ou supra nationales (European Waste Catalogue). Les déchets sont communément des co-produits qui peuvent être non valorisables – on parle alors de rejets – ou qui seront au contraire valorisés – on parle alors de sous-produits

Contexte et enjeux

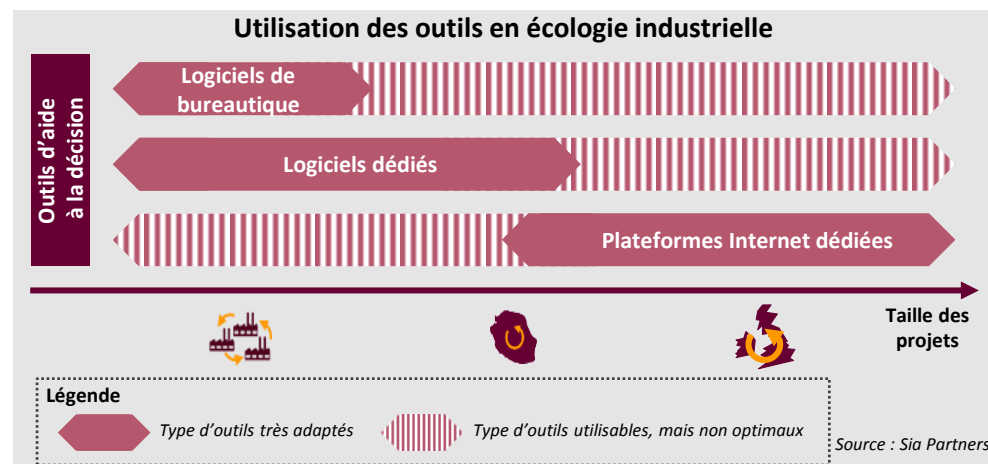
L'écologie industrielle se développe sur des périmètres de plus en plus importants



Les projets intègrent un nombre croissant d'entreprises sur des périmètres plus étendus

Depuis le début des années 2000, la taille des projets d'écologie industrielle tend à augmenter, au niveau :

- De l'échelle spatiale : du parc industriel à **l'échelon national** dans le cas du programme national NISP au Royaume-Uni
- Du nombre de participants : de quelques dizaines à **plusieurs milliers**



Avec l'augmentation de la taille des projets, des outils spécifiques se révèlent nécessaires

L'augmentation de la taille des projets conduit à une **croissance exponentielle du nombre de données à traiter**

Pour faire face aux difficultés de collecte, d'organisation et de traitement de ces données, **de nouveaux outils dédiés ont été développés**

Face à l'augmentation des périmètres des projets – nombre de participants et espace géographique couvert – des **outils d'aide à la décision spécifiques** sont nécessaires pour **organiser et traiter l'ensemble des données**

Contexte et enjeux

L'écologie industrielle constitue un des axes de recherche de l'ANCRE

L'efficacité énergétique des industries est au cœur du programme de recherche du GP8 ANCRE



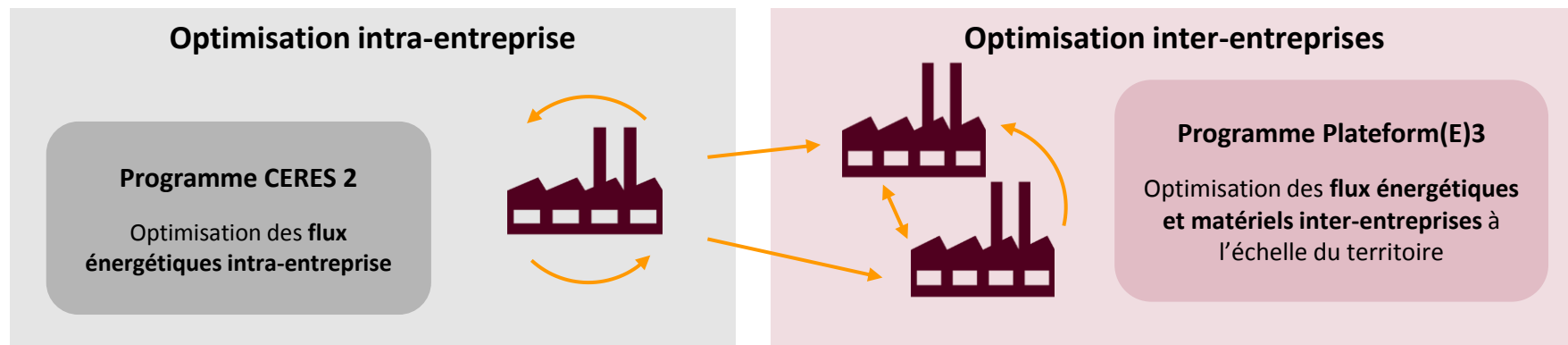
Fédérant l'ensemble des acteurs travaillant dans le domaine de l'énergie en France, l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche en Énergie a pour objectif d'orienter la stratégie nationale de la recherche et les appels à projets dans le domaine de l'énergie en France

En particulier, le groupe programmatique « industrie et agriculture » (GP8) axe ses recherches sur **l'efficacité énergétique des industries**

Le GP8 conduit notamment un programme de recherche portant sur **l'optimisation des sites industriels**, tant du point de vue énergétique que du point de vue environnemental

L'efficacité énergétique passe par l'optimisation des flux intra-entreprise et inter-entreprises

Afin d'améliorer l'efficacité énergétique des industries, deux leviers d'actions sont mobilisables et constituent **deux programmes de recherche** distincts et complémentaires menés en parallèle par le GP8 du CVT ANCRE :



En lien avec le programme de recherche Plateform(E)3, le GP8 du CVT ANCRE a orienté ses efforts vers les outils d'écologie industrielle pour optimiser les flux inter-entreprises à l'échelle du territoire

Contexte et enjeux

Le GP8 ANCRE souhaite développer un nouvel outil d'écologie industrielle

Pour améliorer l'intégration énergétique des territoires, un nouvel outil dédié à l'écologie industrielle est nécessaire



Le programme CERES 2 s'est concrétisé par le développement d'un **outil d'optimisation à l'échelle des procédés/usines** permettant d'améliorer l'efficacité énergétique à l'échelle de l'usine

Le GP8 ANCRE souhaite à présent **développer un nouvel outil d'aide à la décision dédié à l'écologie industrielle**. Cet outil a pour ambition de prendre en compte aussi bien les **aspects énergétiques** que **matières** mais aussi d'avoir une **approche multi-échelle**, du parc industriel au territoire

Cet outil permettra de comparer et de prioriser les synergies réalisables sur un territoire

Fonctionnalités clés

Modélisation du système

Optimisation du système

Identification des synergies

Évaluation des synergies

Le futur outil développé par le GP8 ANCRE intégrera les différentes fonctionnalités nécessaires à l'identification et à la comparaison des synergies potentielles sur un territoire :

- *Modélisation du système* : l'outil pourra **modéliser l'ensemble des flux et process d'un système** afin de prendre en compte les interactions entre les différentes activités présentes sur le territoire
- *Optimisation du système* : en intégrant une **fonction d'optimisation à l'outil de modélisation**, l'outil permettra d'affecter des pondérations aux critères décidés par l'utilisateur
- *Identification des synergies* : l'outil permettra **d'identifier automatiquement les synergies optimales** sur un territoire
- *Évaluation des synergies* : sur les synergies identifiées, l'outil pourra **évaluer l'impact économique et environnemental** afin de permettre une comparaison de celles-ci et de prioriser les actions à mener

Le développement d'un **nouvel outil d'identification et d'optimisation** dédié à l'écologie industrielle permettra de **sélectionner les meilleures synergies** afin d'optimiser les flux inter-entreprises

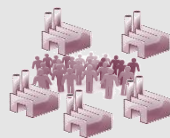
Contexte et enjeux

Une vision d'ensemble du marché aidera le GP8 ANCRE à orienter le développement de son outil

Besoins et attentes des acteurs sur les projets d'écologie industrielle



Coordonnateurs de projets



Participants aux projets

Caractériser les besoins pour cadrer les fonctionnalités à développer

Avec l'évolution de la taille des projets d'écologie industrielle, de nouveaux besoins apparaissent. Pour définir les fonctionnalités attendues de l'outil, le GP8 ANCRE a besoin de connaître **les attentes du terrain** :

- **Besoins des coordonnateurs** de projets pour initier et faire vivre les projets
- **Besoins des acteurs** en termes de fonctionnalités proposées par les outils
- **Tendances** observées dans la gestion des projets d'écologie industrielle

Marché des outils d'écologie industrielle existants et en développement



Éditeurs de logiciels



Centres de recherche

Connaître l'offre existante pour positionner le futur outil

Dans un marché encore naissant, de **nombreuses solutions technologiques coexistent**. Afin de pouvoir positionner sa future offre, le GP8 ANCRE a besoin de connaître l'état du marché en termes de :

- **Outils existants et en développement**
- **Fonctionnalités** des outils existants et en développement
- **Informations commerciales** de ses futurs concurrents
- **Tendances** du marché en termes de fonctionnalités proposées

Le GP8 ANCRE a besoin d'une vision d'ensemble du marché afin d'axer ses efforts de développement sur des **fonctionnalités valorisables** sur les projets et **différenciantes** vis-à-vis de la concurrence

Contexte et enjeux

Sia Partners accompagne le GP8 ANCRE dans la définition de son futur outil

Sia Partners a réalisé une étude dont l'objectif est d'apporter des éléments de réponse aux questions que le GP8 ANCRE se pose :

- 1 Quels sont les attentes et les besoins des acteurs du terrain ?
- 2 Quelles sont les fonctionnalités et caractéristiques des outils d'aide à la décision utilisés sur ces projets ?
- 3 Quels doivent être les axes de développement prioritaires du futur outil ?

Cette étude s'articule autour de 3 grands volets

Analyse des démarches méthodologiques

- Analyse des démarches méthodologiques déployées sur les projets d'écologie industrielle
- Analyses des besoins en outils de la part de ces projets

Analyse comparée des outils d'écologie industrielle

- Identification des caractéristiques et fonctionnalités des outils d'écologie industrielle dans le monde
- Tendances du marché et analyse comparée de ces outils

Synthèse

- Évolution des besoins et de l'offre en outils dans le domaine de l'écologie industrielle
- Recommandations pour le développement du futur outil du GP8 ANCRE

Dans cette étude, Sia Partners a réalisé un recensement et une analyse comparée de l'existant afin d'apporter au GP8 ANCRE les éléments nécessaires au **positionnement de sa future offre**



Démarche méthodologique de l'étude

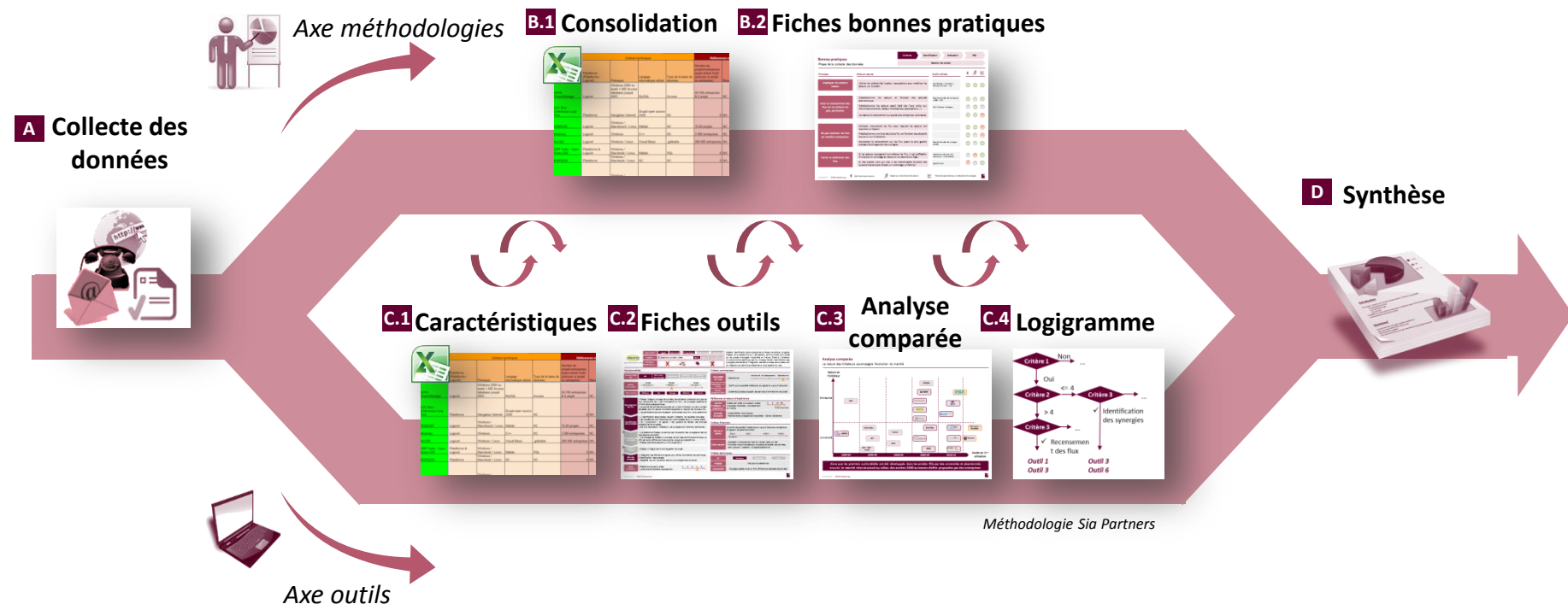
Démarche méthodologique de l'étude

La démarche est structurée autour d'un double axe « méthodologies » et « outils »

En raison de la nature co-évolutive des méthodes et outils, une **collecte** commune de données sert d'input aux deux axes d'analyse :

- L'analyse « méthodologies » se traduit par des fiches décrivant les **bonnes pratiques méthodologiques** mises en œuvre sur le terrain
- L'analyse « outils » se traduit successivement par une consolidation des **caractéristiques des outils**, la réalisation de **fiches dédiées** aux outils les plus pertinents, **l'analyse comparée** de ces outils, suivie d'un **logigramme** d'aide à la décision

La **synthèse** permet de combiner les analyses des méthodologies déployées sur le terrain avec la gamme d'outils proposés aux acteurs



La démarche en deux axes confronte l'analyse des outils d'écologie industrielle avec celle des attentes du terrain afin de dégager une **synthèse et des recommandations** utiles au GP8 ANCRE

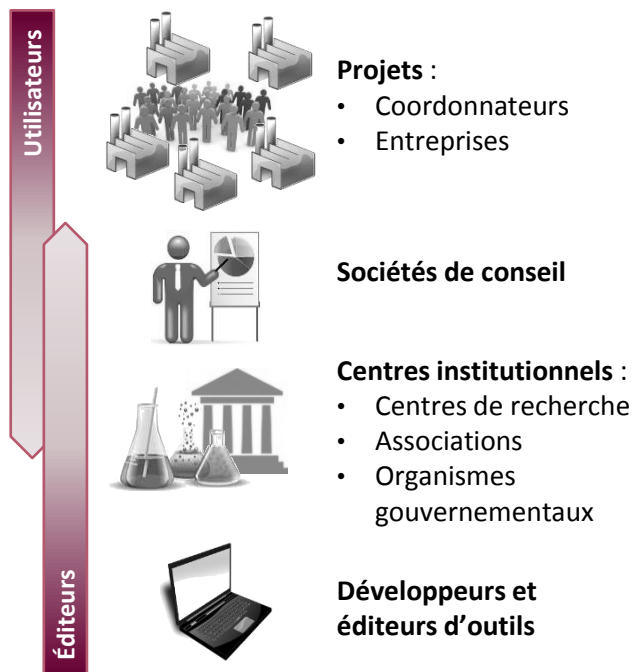


Démarche méthodologique de l'étude

A La collecte des informations a été effectuée directement à la source auprès des acteurs concernés

Identification des contacts

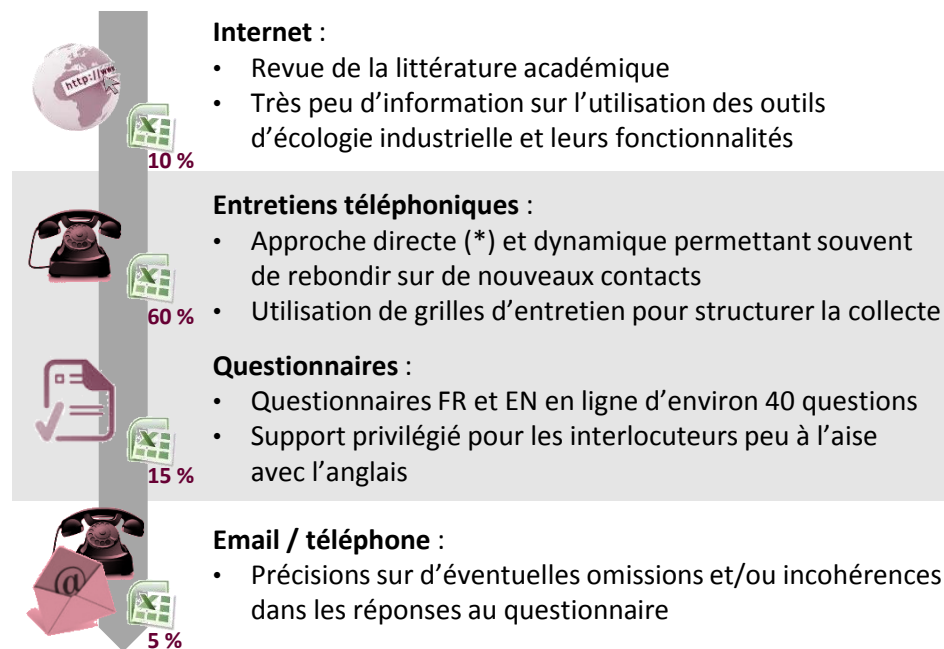
Les informations sur les outils utilisés en écologie industrielle ont été collectées d'abord auprès des **utilisateurs**, puis directement auprès des **éditeurs**



Méthodologie Sia Partners

Stratégie de collecte des informations

Les informations étant très rarement disponibles sur **Internet**, l'essentiel de la collecte a été réalisée via des **entretiens téléphoniques**. Dans certains cas, les contacts ont également répondu à un **questionnaire en ligne** et/ou à des questions spécifiques par **email**



xx % : part des informations collectées via un moyen donné

* Sauf pour les contacts fournis par le GP8 ANCRE qui ont d'abord été approchés par email

ANNEXES

Articles & Rapports p.121

Sources Internet p.119

Grilles d'entretien FR / EN p.123

Questionnaires FR / EN p.133

Emails types FR/EN p.157

Suite à l'identification des contacts, Sia Partners a collecté les informations nécessaires essentiellement via des **entretiens téléphoniques** complétés par des **questionnaires**



Démarche méthodologique de l'étude

A La collecte des données s'est déroulée sur un périmètre international auprès de tous les types d'acteurs

Pour la collecte des informations, Sia Partners a :

- Passé plus de **500 appels**
- Envoyé environ **40 questionnaires**
- Effectué **86 entretiens téléphoniques**
- Reçu **16 réponses aux questionnaires**

	Nombre d'entretiens	Éditeurs	Centres de recherche	Cabinets de conseil	Projets/ Utilisateurs	Gouvernement	Questionnaires renvoyés	Prises de contacts sans retour	Taux de réponse
TOTAL	86	30	27	9	16	4	16	108	44%
États-Unis	5	1	1		3			11	31%
Canada	7	3	3		1			5	58%
Allemagne	9	4	5				1	7	56%
Autriche	1	1						0	100%
Belgique	4		1	2		1		7	36%
Bulgarie	1		1					0	100%
Danemark	1		1					3	25%
France	26	4	6	5	11		2	8	76%
Grèce	3	2	1				1	7	30%
Italie	2	2					1	2	50%
Luxembourg	3		2		1		2	5	38%
Moldavie	1					1		0	100%
Pays-Bas	3	2	1				2	9	25%
Portugal	2	2					1	0	100%
Roumanie								8	0%
Royaume-Uni	5	4	1					5	50%
Suisse	5	3	1			1	1	12	29%
Turquie	3	1	1	1			3	4	43%
Japon	2		1			1	2	7	22%
Australie	3	1	1	1				8	27%



Source : Sia Partners, 2014

Au travers de **86 entretiens téléphoniques** et la réception de 16 questionnaires complétés, Sia Partners a collecté des informations dans **19 pays différents** sur 4 continents



Démarche méthodologique de l'étude

B.1 La consolidation des données pour l'axe « méthodologies » a été précisée suite aux premiers retours du terrain

Un recensement des « bonnes pratiques » plutôt qu'une analyse des différentes méthodologies déployées

Les entretiens réalisés auprès de participants à des projets d'écologie industrielle montrent qu'il **n'existe pas réellement de méthodologies industrialisées comparables** en raison d'une part des spécificités propres à chaque projet, et d'autre part du caractère encore expérimental de nombreux projets

En conséquence, Sia Partners et le GP8 ANCRE ont réorienté l'axe « méthodologies » vers l'analyse des « bonnes pratiques » méthodologiques recensées sur le terrain

1 Des méthodologies déployées aux frontières floues

Grille d'entretien
« méthodologies »



Existence de méthodologies théoriques et de boîtes à outils, mais méthodologies du terrain non stabilisées



Méthodologie Sia Partners

2 Une réorientation vers les « bonnes pratiques »

Recueil des retours
d'expérience et conseils
auprès des acteurs du terrain



- **Bonnes pratiques**
- **Réalités du terrain**
- **Réalisations effectives**



Capitalisation sous
forme de fiches

Méthodologie Sia Partners

L'analyse des « **bonnes pratiques** » méthodologiques du terrain permettra au GP8 ANCRE d'ajuster son outil aux **besoins et attentes** des acteurs concernés



Démarche méthodologique de l'étude

B.2 Les « bonnes pratiques » méthodologiques sont analysées au travers de fiches synthétiques

Pour chacune des phases identifiées d'un projet d'écologie industrielle, des **fiches dédiées aux « bonnes pratiques »** permettent d'identifier les démarches méthodologiques les plus pertinentes

Lecture des fiches dédiées aux « bonnes pratiques »

Bonnes pratiques :

Chaque ligne correspond à une « bonne pratique »

Certaines « bonnes pratiques » sont regroupées car elles correspondent à la déclinaison du même principe général

Les « bonnes pratiques » sont classées par ordre d'importance (les plus importantes en premier)

Outils utilisés :

Types d'outils utilisés pour mettre en œuvre la « bonne pratique »

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques
Phase de la collecte des données

Bonnes pratiques	Outils utilisés	Indicateurs
<p>S'appuyer sur les acteurs locaux</p> <ul style="list-style-type: none"> Capitaliser sur les relations existantes entre les entreprises et les chambres de commerce, associations d'entreprises, collectivités locales, etc. 		😊😊
<p>Adapter la collecte aux attentes des entreprises</p> <ul style="list-style-type: none"> Concentrer les efforts de renseignement des flux seulement auprès des entreprises volontaires Collecter uniquement les flux pour lesquels les entreprises ont exprimé un besoin 		😊😊
<p>Préférer la visite sur site d'un expert</p> <ul style="list-style-type: none"> Ne pas limiter les types de flux aux seuls flux de matières (exemples : main d'œuvre, espace de stockage, capacité inutilisée d'un équipement, etc.) Garantir la pertinence des informations à la source par des personnels formés aux audits de déchets et proces industriels 	Base de données des synergies passées	😊😊
<p>Forcer la cohérence des données de flux</p> <ul style="list-style-type: none"> Mutualiser la visite de collecte avec une visite de service aux entreprises (audit d'efficacité énergétique, environnemental) Si les acteurs renseignent eux-mêmes les flux, il est préférable d'imposer le nommage au travers d'une taxonomie figée Si des experts vont sur site, il est recommandé d'utiliser des questionnaires-types forçant un nommage uniformisé 	Plateforme web avec liste déroulante / Arborescence Questionnaire	😊😊

Indicateurs :
 € Coût de mise en œuvre de la pratique
 🙌 Facilité de mise en œuvre de la pratique

Échelle de notation :
 😊 Faible
 😐 Modéré
 😞 Important
 😊 Facile
 😐 Normal
 😞 Difficile

Phase du projet :
Phase du projet à laquelle correspondent les « bonnes pratiques » de la fiche

Indicateurs :
À chaque « bonne pratique » sont associés deux indicateurs synthétiques :
• Indicateur de coût
• Indicateur de facilité

Légende

Indicateurs :
 € Coût de mise en œuvre de la pratique
 🙌 Facilité de mise en œuvre de la pratique

Échelle de notation :
 😊 Faible 😐 Modéré 😞 Important
 😊 Facile 😐 Normal 😞 Difficile

Méthodologie Sia Partners

À partir des **réussites** et **échecs** du terrain, les fiches « **bonnes pratiques** » permettent d'identifier rapidement les actions à reproduire lors de chaque phase d'un projet d'écologie industrielle



Démarche méthodologique de l'étude

c.1 L'analyse des outils passe d'abord par une consolidation systématique de leurs caractéristiques clés

Afin de structurer la capitalisation des informations sur chaque outil, la **consolidation des données** a été effectuée en suivant une liste de **caractéristiques** établie à l'issue des premiers entretiens

Les caractéristiques de l'ensemble des outils identifiés – qu'ils soient abandonnés, opérationnels ou en développement – ont été recensées et renseignées au sein d'une base de données

Lecture du tableur des caractéristiques des outils

Les informations consolidées sont présentées dans un fichier Excel avec *une ligne par outil et autant de colonnes que de caractéristiques*

Les caractéristiques sont regroupées en **6 catégories génériques** afin d'en faciliter la lecture :

- Critères de positionnement
- Critères de fonctionnalité
- Critères commerciaux
- Critères financiers
- Critères techniques
- Retours d'expérience

ANNEXES p. 116

Afin de faciliter les options de tri et de filtre, une attention particulière a été apportée sur **l'utilisation de variables binaires ou numériques**. Néanmoins, certaines caractéristiques sont au format « texte » car elles nécessitent des explications spécifiques

Les abréviations *NC* et *NA* sont utilisées pour signifier respectivement « *non communiqué* » et « *non applicable* »

39 outils x 58 caractéristiques
Plus de 1 800 données renseignées*

Critères de positionnement						
Développeur	Pays du développeur	1ère année d'utilisation	Outil dédié (Oui / Non)	Entreprise / Usine (Oui / Non)	Parc Industriel (Oui / Non)	
OMMI	Systèmes Durables	France	2008	Oui	Non	Oui
OSMOSE	Ecole polytechnique de Lausanne	Suisse	2005	Oui	Oui	Oui
Presteo	Systèmes Durables / LGCO	France	2005	Oui	Non	Oui
RUES (Residual Utilization Expert System)	NC	Etats-Unis	NC	Oui	Non	Oui
SymbioGIS	SOFIES	Suisse	2011	Oui	Non	Oui
SYMBIOSIS	ENEA	Italie	2013	Oui	Non	Oui
SYNERGIE	International Synergies	Royaume-Uni	2005	Oui	Non	Oui
Synergie Québec	CTEI	Canada	2013	Oui	Non	Oui
WasteX		Jamaïque	2001	Oui	Non	Oui

Des informations secondaires complémentaires sont associées aux données afin de préciser l'interprétation de la donnée. Celles-ci sont également présentes dans les fiches dédiées

Etats-Unis	NC	Oui	Non
Suisse	2011	Oui	Non
Italie	2013	Oui	Non
Royaume-Uni	2005	Oui	Non
Canada	2013	Oui	Non

Première utilisation fin 2013 en Sicile. Encore en phase de tests.

* Données différentes de NC ou NA

Méthodologie Sia Partners

Les caractéristiques clés de tous les outils identifiés sont consolidées dans un unique fichier** qui constitue une **base de données de référence** des outils d'écologie industrielle au niveau mondial



Démarche méthodologique de l'étude

c.2 Des fiches détaillées décrivent plus en profondeur les caractéristiques des outils les plus pertinents

Les fonctionnalités détaillées ainsi que le cadre d'utilisation de certains outils sont décrits dans **28 fiches** structurées comme suit :

Critères de fonctionnalité :

Principales caractéristiques fonctionnelles :

• Fonctionnalités clés :

- **SIG** (ie Système d'Information Géographique)
- **Identification automatique des synergies**
- **Modélisation**
- **Évaluation économique**
- **Évaluation environnementale**

• Modèle d'interaction avec les utilisateurs :

- **Autocratique** : aucune interaction car utilisateur unique
- **Facilitateur** : interactions passant toujours par un tiers, le plus souvent le coordonnateur du projet
- **Participatif** : interactions des entreprises entre elles

• Types de flux supportés par l'outil :

- **Matière / Eau / Énergie / Déchets / Autres**

Fonctionnalités sur chaque phase du projet

Phase du projet avec son n°

Avantages et inconvénients de l'outil pour chaque phase



- L'identification des synergies requiert l'utilisation de requêtes manuelles
- + Les requêtes les plus fréquentes sont automatisées dans un module dédié
- + En « bidouillant » le logiciel, il est possible de réaliser des analyses prospectives de synergies
- De l'avis de plusieurs utilisateurs, les synergies sont rarement pertinentes

Facilité d'utilisation

The screenshot shows the SYNERGIE software interface with several panels: 'Fonctionnalités' (Functionalities) with a table of features, 'Critères commerciaux' (Commercial criteria), 'Références et retours d'expérience' (References and experience), 'Critères financiers' (Financial criteria), and 'Critères techniques' (Technical criteria). A magnifying glass highlights the 'Identification des synergies' section in the 'Fonctionnalités' panel.

Légende générale

• Présence d'une fonctionnalité/caractéristique

- Oui
- Non

• Utilité de l'outil pour chaque phase

- Oui
- Non

• Échelle

- 1 2 3 4 5
xxx ▲ yyy

La légende est directement explicitée

Critères de positionnement :

- Nom de l'outil
- Type d'outil et de propriété
- Profil de l'initiateur : pays, nom, type d'entité
- Périmètre des écosystèmes industriels couverts
- Description de l'outil

Critères commerciaux :

- Disponibilité de l'outil
- Implantation en France
- Services complémentaires

Retours d'expérience :

- Nb de projets/entreprises ayant utilisé l'outil
- Exemples d'utilisation de cet outil

Critères financiers :

- Coût de l'outil
- Coûts associés à sa mise en place

Critères techniques :

- Système d'exploitation
- Langage informatique utilisé
- Connectivité avec d'autres outils

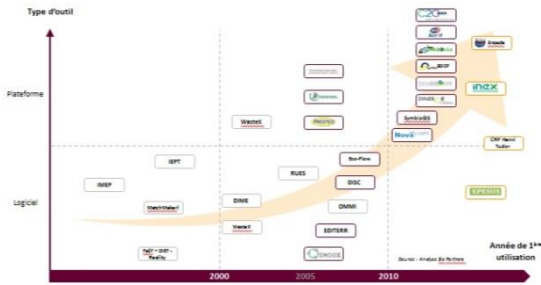
Méthodologie Sia Partners

Les fiches « outils » permettent d'identifier rapidement les principales **caractéristiques et fonctionnalités** de l'outil ainsi que d'étudier les **avantages et inconvénients** de la solution pour chaque phase du projet



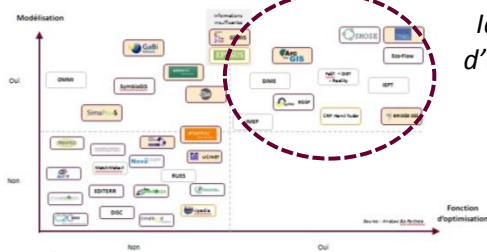
Démarche méthodologique de l'étude

c.3 Des cartographies structurent l'analyse comparée des outils



Mise en évidence des tendances

Méthodologie Sia Partners

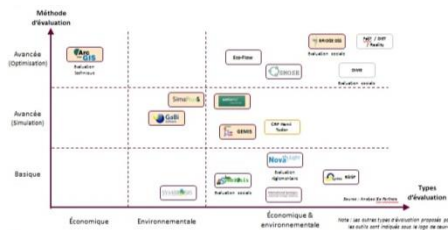


Identification d'une typologie

Méthodologie Sia Partners

Positionnement des outils suivant deux de leurs caractéristiques ou fonctionnalités

Analyse comparée d'un sous-ensemble pertinent d'outils



Méthodologie Sia Partners

1 Des cartographies pour identifier les tendances...

L'analyse comparée du positionnement des différents outils s'appuie sur des représentations graphiques intégrant un axe temporel afin de **dégager les tendances du marché**

2 ... et pour identifier des typologies...

Les outils sont ensuite comparés sur les principales fonctionnalités utilisées pour chaque phase des projets grâce à des analyses bidimensionnelles ce qui permet de **dégager des typologies** d'outils structurantes

Des codes couleur permettent également de rajouter des dimensions à l'analyse

3 ... et réaliser des analyses comparées spécifiques

Des **analyses comparées spécifiques** prolongent l'analyse sur des sous-ensembles pertinents d'outils, en accord avec les typologies dégagées

Méthodologie Sia Partners

Les analyses comparées s'appuient sur les **typologies** et **tendances** des outils mises en évidence par des cartographies multidimensionnelles



Démarche méthodologique de l'étude

c.3 Des représentations en « radars » fournissent une image synthétique des outils dédiés les plus pertinents

Une synthèse des caractéristiques et fonctionnalités permettra de **comparer les outils** identifiés comme les plus pertinents, notamment **par rapport à l'outil de référence** dans le domaine de l'écologie industrielle

Définition et règles de calcul de chaque critère d'analyse :

La **maturité** des outils a été évaluée sur une échelle de 1 à 5 en fonction de leur stade de développement et de leur utilisation sur le terrain (1: encore en développement, 5: opérationnel et largement utilisé)

→ **Maturité = indice maturité / 5**

La **simplicité** d'utilisation des outils a été évaluée sur une échelle de 1 à 5 (1 : complexe, 5 facile)

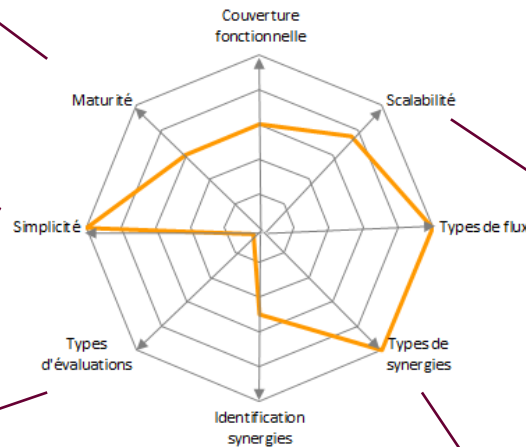
→ **Simplicité = indice simplicité / 5**

Les outils peuvent **évaluer des synergies** sur le plan économique, environnemental, réglementaire et/ou technique, de façon basique ou avancée (simulation/optimisation)

→ **Évaluation = nb de types d'évaluations * (1 si basique, 1,5 si avancée) / 6**

L'**identification des synergies** peut-être automatique, semi-automatique ou manuelle. Afin d'identifier ces synergies, les outils reposent soit sur un matching simple, soit sur un matching avancé (pré-évaluation/optimisation)

→ **Id. synergies = (1 si id. semi-auto, 2 si id. auto.) * (1 si matching simple, 2 si matching avancé) / 4**



Les outils d'écologie industrielle peuvent accompagner les projets sur une ou plusieurs des 5 **phases** suivantes :

- Recensement des flux
- Identification des synergies
- Évaluation des synergies
- Gestion de projet
- Intégration des REX

→ **Couverture fonctionnelle = nb de phases / 5**

Les outils peuvent être utilisés à une ou plusieurs des 4 **échelles géographiques** (entreprise, parc industriel, territoire, pays)

→ **Scalabilité = nb d'échelles géographiques / 4**

Les outils peuvent supporter un ou plusieurs des 4 **flux** classiques (matières, d'eau, d'énergie et de déchets)

→ **Flux = nb de flux / 4**

Les outils peuvent **identifier des synergies** de substitution et/ou de mutualisation, quelles soient existantes et/ou prospectives*

→ **Synergies = nb de synergies / 3**

Méthodologie Sia Partners

Les outils les plus intéressants sont évalués suivant **8 critères d'analyse** puis **comparés entre eux** ou à **l'outil de référence** dans le domaine de l'écologie industrielle



Démarche méthodologique de l'étude

C.4 Un logigramme facilite la sélection des outils en fonction de critères présélectionnés

Base de données de référence

Modèle d'innovation différenciateur / partagé	Langue française (Oui / Non)	Représentation graphique des données (Oui / Non)	Système d'information géographique (Oui / Non)	Accompagnement des acteurs (Oui / Non)	Nombre de flux externes dans le réseau
Autonome	Oui	Oui	Oui	Non	> 200
Partagé	Non	Non	Non	Non	50
Partagé	Non	Non	Non	Non	5
Non	Non	Oui	Non	Non	NA
Autonome	Non	Non	Non	Non	NA
Autonome	Non	Oui	Non	Non	NA
Autonome	Oui	Oui	Oui	Non	NA
Partagé	Oui	Non	Non	Non	NA

Le logigramme prend la forme d'un outil Excel* de sélection et de tri suivant une liste de critères prédéterminés. Une étape préliminaire permet d'affiner les réponses que le logigramme apportera

1 Présélection du périmètre des outils

Avant de sélectionner les critères que le logigramme utilisera, une présélection des outils à prendre en compte dans la recherche est proposée

Fondée sur les critères de positionnement les plus importants, cette fonction permet de restreindre les réponses du logigramme

2 Sélection des critères du logigramme

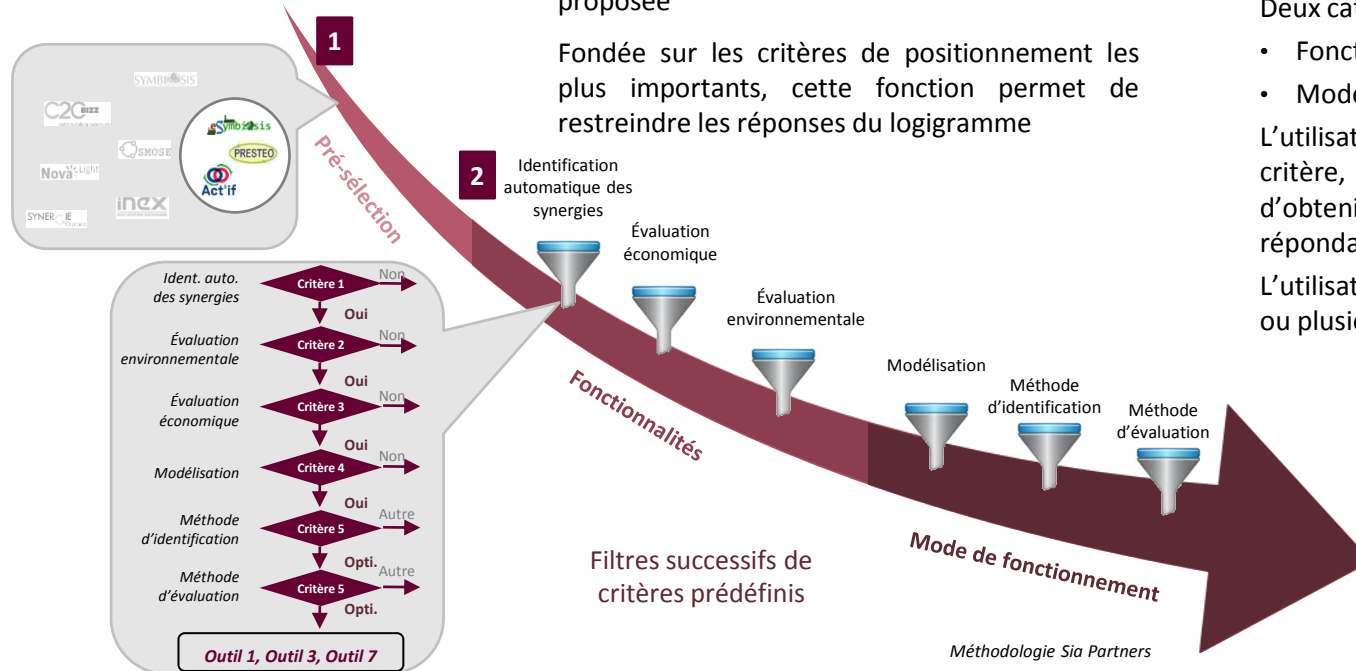
Le logigramme se compose d'un ensemble de 6 critères prédéterminés correspondant aux principaux critères de choix du GP8 ANCRE

Deux catégories de critères sont proposées :

- Fonctionnalités de l'outil
- Mode de fonctionnement

L'utilisateur peut choisir la valeur de chaque critère, et lancer ensuite le logigramme afin d'obtenir les informations concernant les outils répondant à ces critères

L'utilisateur peut décider de rendre facultatif un ou plusieurs critères du logigramme



Outils répondant aux critères sélectionnés par l'utilisateur

Modèle d'innovation différenciateur / partagé	Langue française (Oui / Non)	Représentation graphique des données (Oui / Non)	Système d'information géographique (Oui / Non)	Accompagnement des acteurs (Oui / Non)	Nombre de flux externes dans le réseau
Partagé	Non	Non	Oui	Oui	50
Non	Non	Oui	Non	Non	NA
Autonome	Non	Oui	Non	Non	NA
Autonome	Oui	Oui	Oui	Non	NA

Le logigramme permet d'identifier automatiquement et facilement les outils en fonction des critères les plus importants pour le GP8 ANCRE



Démarche méthodologique de l'étude

c.4 Focus logigramme : Guide d'utilisation

1 Restriction du périmètre des outils

Périmètre des outils	A choisir
Outil dédié à l'écologie industrielle	Oui
Plateforme ou logiciel	Logiciel
License de l'outil	Propriétaire
Statut de l'outil	-
	Abandonné
	En développement
	En opération

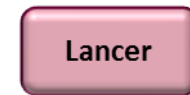
L'utilisateur sélectionne les critères de restriction du périmètre des outils grâce aux listes déroulantes

2 Sélection des critères du logigramme

Critères du logigramme	
Fonctionnalités :	A choisir
Identification des synergies	Automatique
Evaluation environnementale	-
Evaluation économique	-
Mode de fonctionnement :	
Modélisation	-
Méthode d'identification	Optimisation
Méthode d'évaluation	-
	Aucun
	Matching simple
	Matching + Pré-évaluation
	Optimisation

L'utilisateur sélectionne les critères qui seront appliqués par le logigramme grâce aux listes déroulantes

3 Lancement du logigramme



L'utilisateur actionne le logigramme en cliquant sur le bouton « Lancer »

4 Lecture des résultats du logigramme

Sia Partners		Critères de positionnement									Critères commerciaux				
Nom de l'outil	Outil dédié (Oui / Non)	Initiateur	Nature d'initiateur	Développeur	Pays du développeur	1ère année d'utilisation	Entreprise / Usine (Oui / Non)	Parc industriel (Oui / Non)	Territoire (Oui / Non)	Pays (Oui / Non)	Disponibilité (Oui / Non)	Statut (Abandonné / En développement / En opération)	Implantation commerciale en France (Oui / Non)	Licence (Propriétaire / Opensource / Freeware)	Offre packagée (Oui / Non)
Eco-Flow	Oui	Ohio State University	Université	Ohio State University	Etats-Unis	2009	Non	Oui	Oui	Non	Non	En opération	Non	Propriétaire	Oui

L'ensemble des caractéristiques des outils répondant aux critères de sélection de l'utilisateur est présenté sous forme de tableau afin de faciliter leur comparaison

Méthodologie Sia Partners

Le logigramme permet de **sélectionner** les outils répondant aux critères de l'utilisateur et de les **comparer** facilement sur l'ensemble de leurs caractéristiques



Démarche méthodologique de l'étude

D Une synthèse des axes « méthodologies » et « outils » fournit la vision globale du marché vue par Sia Partners

Combiner les analyses des méthodologies déployées sur le terrain avec la gamme d'outils proposés aux acteurs

Le rapprochement des axes méthodologiques et outils permet d'évaluer l'adéquation des outils existants ou en développement avec les besoins exprimés par les acteurs du terrain afin d'en dégager des recommandations

Bonnes pratiques méthodologiques



Méthodologie Sia Partners

Synthèse bonnes pratiques



- **État des lieux** des bonnes pratiques déployées sur le terrain
- **Tendances** sur les projets

Synthèse et recommandations



- **Analyse de l'adéquation** des outils aux attentes du terrain
- **Tendances sur l'utilisation** des outils sur le terrain
- **Recommandations** de Sia Partners

Fiches outils



Analyse comparée



Logigramme



Méthodologie Sia Partners

Synthèse outils



- **État des lieux** des outils utilisés en écologie industrielle
- **Tendances** sur les outils

Méthodologie Sia Partners

À partir des **états des lieux** et des **tendances** dégagés pour les méthodologies d'une part et les outils d'autre part, Sia Partners fournit ses **recommandations** sur les fonctionnalités à intégrer à l'outil développé par le GP8 ANCRE



Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Des publications sur les méthodologies en écologie industrielle décrivent les grands principes à mettre en œuvre

Des grands principes méthodologiques largement partagés

Des centres de recherche, associations et sociétés de conseil spécialisées ont publié des documents à propos des **méthodologies d'écologie industrielle**

Il apparaît que les **grands principes** de leurs méthodologies sont toujours les mêmes :

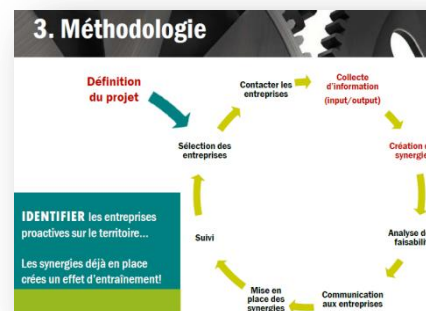
- Définition du projet et pré-diagnostic
- Collecte des flux
- Identification des synergies
- Évaluation des synergies
- Mise en place des synergies
- Suivi

Des guides et/ou boîtes à outils à disposition des projets

Plutôt que des méthodologies spécifiques à suivre, les publications sur les méthodologies prennent plus la forme de **guides d'implémentation**, de **recommandations** et/ou de **boîtes à outils méthodologiques**

Chaque projet étant spécifique, les coordonnateurs de projets définissent eux-mêmes leur approche en utilisant tout ou partie des **bonnes pratiques** et des **outils méthodologiques** proposés dans ces guides et boîtes à outils

Parfois, ces documents explicitent directement la méthodologie d'un centre de recherche ou d'un cabinet de conseil qui la déploie sur le terrain



Une méthodologie classique des projets d'écologie industrielle

Les grands principes sont toujours les mêmes

Exemple de la méthodologie du CCTEI au Québec au Canada



Boîte à outils méthodologiques
COMETHE en France



Guide méthodologique
d'Écologie Industrielle au Québec, Canada

Méthodologie
SYTERRE



PROVADEMSE
Procédés Propres Valorisation Dépollution
Matières Premières Secondaires Effluents et Énergie



By Product Synergy
Manual de l'US
BCSD au États-Unis



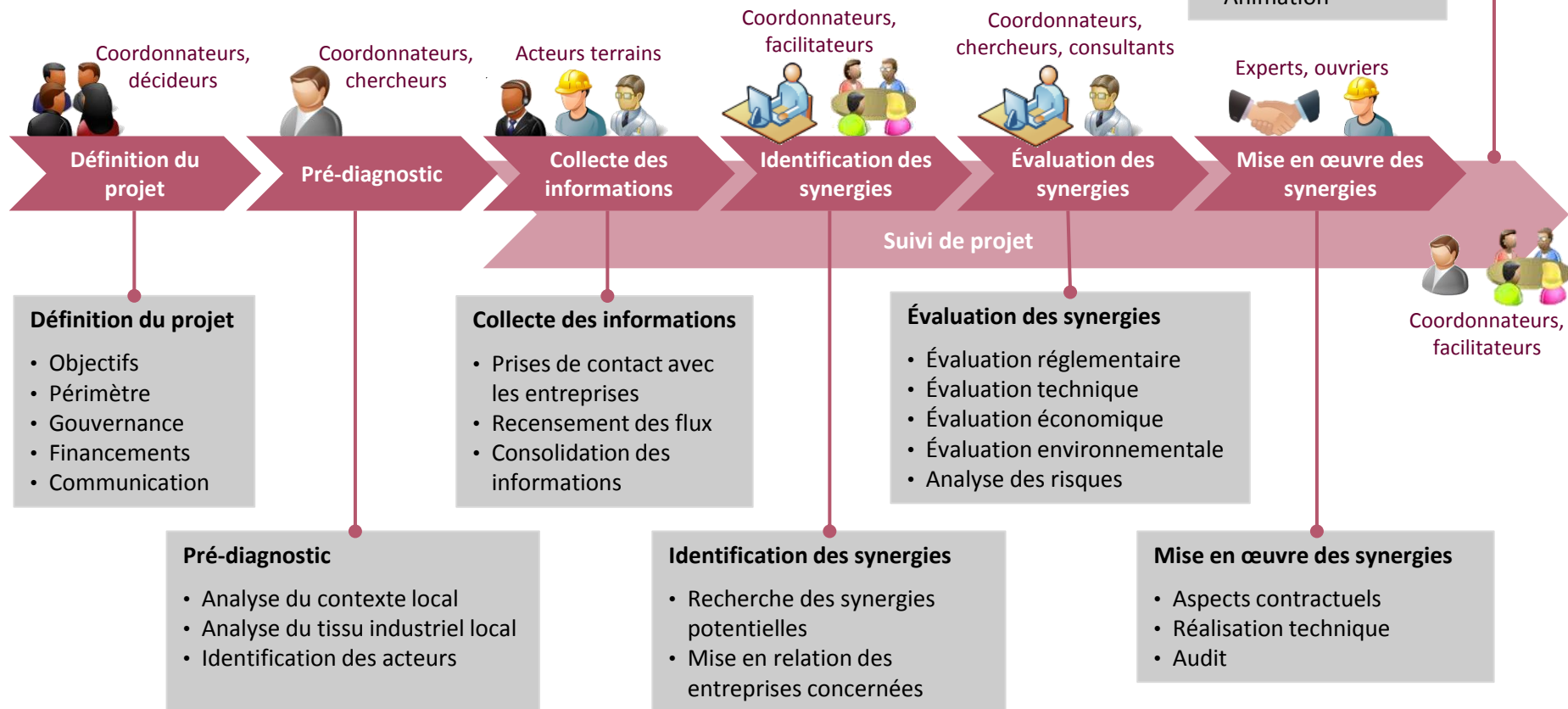
Accompagnement méthodologique,
International Synergies Ltd

Les méthodologies publiées dans la littérature prennent plus la forme de **guides de recommandations** et/ou de **boîtes à outils méthodologiques** que de méthodologies formalisées à appliquer sur le terrain

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Les projets d'écologie industrielle suivent tous les mêmes grands principes

Quels que soient les pays, les projets d'écologie industrielle passent toujours par une phase de **définition du projet** et de **pré-diagnostic** avant d'entrer en **mode projet**. La méthodologie classique consiste ensuite à **collecter** l'information sur le terrain, **identifier** puis **évaluer** et enfin **mettre en œuvre** les synergies



Source : Consolidation Sia Partners

Un projet d'écologie industrielle peut s'analyser au travers de sept phases
Chacune d'entre elles est mise en œuvre d'une manière spécifique par les acteurs du terrain

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Les projets définissent et expérimentent leur propre méthodologie

Des méthodologies spécifiques à chaque projet...

La réussite d'un projet d'écologie industrielle est intimement liée à la prise en compte des **spécificités locales** du *tissu industriel*, des *ressources* et des *acteurs*

Les grands principes structurant un projet doivent donc être précisés et déclinés au cas par cas en **adaptant des méthodologies**

Par exemple, l'importance accordée à la confidentialité des données de flux n'est pas la même selon les types d'industries, la taille des entreprises ou la culture des personnes, ce qui a un impact sur l'organisation de la collecte des données

« On ne peut pas parler d'une méthodologie, à moins que la flexibilité et l'adaptabilité puissent être considérées comme une méthodologie »

« Mais je peux vous parler des **bonnes pratiques** ! »



... et en constante évolution

La grande majorité des initiatives d'écologie industrielle peuvent être considérées comme des **expérimentations**. Les projets **testent** et **adaptent** leur méthodologie au cours du temps

Les méthodologies des projets ne sont **pas stabilisées** et sont donc difficilement caractérisables précisément

Par exemple, beaucoup de projets ont expérimenté à la fois l'exploitation des bases de données publiques, la visite sur site, l'envoi de questionnaires pour collecter des flux. De plus, des variantes de ces trois méthodes existent également : questionnaire plus ou moins précis/long/libre, etc...

« La méthodologie actuelle est de *tester* plein de méthodologies différentes en parallèle pour les *expérimenter* et ne garder que les meilleures »

« Mais je peux vous parler des **bonnes pratiques** ! »



Les **méthodologies** des projets étant **spécifiques** et non **stabilisées**, il est difficile de parler de « méthodologies »
En revanche, les acteurs du terrain parlent volontiers des « **bonnes pratiques** »

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Phase de définition du projet et de pré-diagnostic



Bonnes pratiques		Outils utilisés	€	✌️
Impliquer les acteurs locaux	<ul style="list-style-type: none"> Intégrer des responsables locaux à la gouvernance du projet afin de créer une dynamique locale dès le début du projet 	-	😊	😊
S'appuyer sur un financement public	<ul style="list-style-type: none"> Initier le projet via un financement public – les entreprises ne souhaitant pas « payer pour voir » – avant de pouvoir éventuellement autonomiser l'initiative 	-	😊	😞
Cibler un périmètre restreint d'entreprises	<ul style="list-style-type: none"> Présélectionner les acteurs en fonction des activités économiques les plus propices à réaliser des synergies 	Base de données des entreprises (INSEE / NAF) et synergies passées	😊	😊
	<ul style="list-style-type: none"> Présélectionner les acteurs ayant déjà des liens entre eux (fournisseurs-clients, réseaux d'entreprises, associations, ...) 	Outils d'analyse de réseaux	😐	😞
Cibler un nombre restreint de flux à recenser	<ul style="list-style-type: none"> Présélectionner une liste réduite de flux en fonction des objectifs poursuivis sur le territoire 	-	😊	😊
	<ul style="list-style-type: none"> Concentrer le recensement sur les flux ayant la plus grande probabilité d'engendrer des synergies 	Base de données des synergies passées	😊	😊

Légende

Indicateurs :
 € Coût de mise en œuvre de la pratique
 ✌️ Facilité de mise en œuvre de la pratique

Échelle de notation :
 😊 Faible 😐 Modéré 😞 Important
 😊 Facile 😐 Normal 😞 Difficile

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Phase de la collecte des données



Bonnes pratiques	Outils utilisés	€	✌️
S'appuyer sur les acteurs locaux <ul style="list-style-type: none"> Capitaliser sur les relations existantes entre les entreprises et les chambres de commerce, associations d'entreprises, collectivités locales, etc. 	-	😊	😊
Adapter la collecte aux attentes des entreprises <ul style="list-style-type: none"> Concentrer les efforts de recensement des flux seulement auprès des entreprises volontaires Collecter uniquement les flux pour lesquels les entreprises ont exprimé un besoin Ne pas limiter les types de flux aux seuls flux de matières (exemples : main d'œuvre, espace de stockage, capacité inutilisée d'un équipement, etc.) 	-	😊	😊
	-	😊	😊
	Base de données des synergies passées	😊	😊
Préférer la visite sur site d'un expert <ul style="list-style-type: none"> Garantir la pertinence des informations à la source par des personnels formés aux audits de déchets et process industriels Mutualiser la visite de collecte avec une visite de service aux entreprises (audit d'efficacité énergétique, environnemental) 	-	😞	😐
	-	😊	😐
Forcer la cohérence des données de flux <ul style="list-style-type: none"> Si les acteurs renseignent eux-mêmes les flux, il est préférable d'imposer le nommage au travers d'une taxonomie figée Si des experts vont sur site, il est recommandé d'utiliser des questionnaires-types forçant un nommage uniformisé 	Plateforme web avec liste déroulante / Arborescence	😐	😐
	Questionnaire	😊	😐

Légende

Indicateurs :
 € Coût de mise en œuvre de la pratique
 ✌️ Facilité de mise en œuvre de la pratique

Échelle de notation :
 😊 Faible 😐 Modéré 😞 Important
 😊 Facile 😐 Normal 😞 Difficile

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Phase d'identification des synergies



Bonnes pratiques	Outils utilisés	€	✌️
Favoriser l'échange direct entre les entreprises	• Offrir un lieu d'échange physique multilatéral pour identifier les synergies et renforcer les liens entre les entreprises (Workshop / Groupe de travail / Speed meeting)	-	😊 😊
	• Restreindre le nombre de participants afin de faciliter le partage d'informations parfois confidentielles	-	😊 😊
	• Présélectionner les entreprises participantes en fonction de leur probabilité estimée de trouver des synergies entre elles	Base de données des synergies passées	😊 😊
Structurer l'information géographiquement	• Représenter géographiquement l'offre et la demande de flux pour faire réagir les participants au projet	Système d'Information Géographique (SIG)	😊 😊
	• Offrir la possibilité d'agréger/désagréger la représentation et de filtrer les entreprises/flux par types	Outil de représentation des flux	😊 😊
Automatiser la recherche de synergies	• Prendre en compte l'identification des synergies indirectes nécessitant l'ajout d'un nouveau process de transformation	Outils d'identification des synergies	😊 😊
	• Utiliser les retours d'expérience des synergies réalisées pour éviter un nombre trop important de « faux positifs »*	Outils d'identification des synergies	😊 😊
Coupler l'identification avec une pré-évaluation	• Trier automatiquement les synergies potentielles par ordre de probabilité de réalisation	Outils d'identification avancés	😊 😊
	• Utiliser des critères de distance géographique et de fréquence de réalisation de telles synergies	Outils d'identification avancés	😊 😊

* Le terme de « faux positifs » désigne les synergies non pertinentes identifiées par un outil

Légende

Indicateurs :

- € Coût de mise en œuvre de la pratique
- ✌️ Facilité de mise en œuvre de la pratique

Échelle de notation :

- 😊 Faible
- 😊 Facile
- 😊 Modéré
- 😊 Normal
- 😊 Important
- 😊 Difficile

Analyse des bonnes pratiques méthodologiques

Phase d'évaluation des synergies



Bonnes pratiques	Outils utilisés	€	
Favoriser les échanges directs entre les entreprises <ul style="list-style-type: none"> Impliquer les parties prenantes d'une synergie le plus tôt possible dans la phase d'évaluation Prendre en compte les attentes des deux parties prenantes d'une synergie avant de commencer les évaluations 	-		
	-		
Prioriser les évaluations <ul style="list-style-type: none"> Ne mener l'évaluation que sur les critères valorisés par les entreprises Commencer par l'évaluation ayant le plus de chance d'être le facteur limitant (souvent technique ou réglementaire) 	Outils d'évaluation		
	Outils d'évaluation		
Déceler en amont les barrières techniques <ul style="list-style-type: none"> Utiliser les fonctionnalités de cartes de relief, de zones inondables, etc. des Systèmes d'Information Géographique 	Système d'Information Géographique (SIG)		
Fournir une veille réglementaire <ul style="list-style-type: none"> Proposer des supports réglementaires synthétiques à jour aux entreprises 	Fiches en ligne		
Réaliser une évaluation environnementale « agréée » <ul style="list-style-type: none"> Réaliser l'évaluation environnementale en vue d'une éventuelle réutilisation dans un dossier de subventions Utiliser les méthodes ACV usuelles 	Outils d'évaluation		
	Outils d'ACV		

Légende
















Indicateurs :
 € Coût de mise en œuvre de la pratique
 Facilité de mise en œuvre de la pratique

Échelle de notation :
 Faible Modéré Important
 Facile Normal Difficile


Analyse des bonnes pratiques méthodologiques







Phase de mise en œuvre des synergies et de suivi de projet



Bonnes pratiques		Outils utilisés	€ 
Animer et dynamiser la communauté d'entreprises	<ul style="list-style-type: none"> Organiser régulièrement des rencontres physiques entre les acteurs (Conférences / Séminaires / Workshops) 	-	 
	<ul style="list-style-type: none"> Fournir aux entreprises une plateforme collaborative d'échange et s'appuyer sur des réseaux sociaux 	Forum de discussion / LinkedIn / Facebook	 
	<ul style="list-style-type: none"> Entretenir le lien entre le projet et les entreprises via une communication régulière 	Newsletters	 
Établir au plus tôt un modèle économique autonome	<ul style="list-style-type: none"> Faire payer les entreprises pour qu'elles se sentent plus concernées 	-	 
	<ul style="list-style-type: none"> Proposer aux entreprises des packages incluant des services annexes (audits, veille réglementaire, dossiers de financements) 	-	 
S'appuyer sur un tiers de confiance	<ul style="list-style-type: none"> Proposer une assistance juridique pour l'établissement de contrats de synergies 	-	 
	<ul style="list-style-type: none"> Transférer une partie des risques financiers sur un tiers au travers d'une assurance 	-	 

Légende

Indicateurs :
 € Coût de mise en œuvre de la pratique
 Facilité de mise en œuvre de la pratique

Échelle de notation :
 Faible  Modéré  Important
 Facile  Normal  Difficile

1 Impliquer les acteurs locaux

La **confiance** et la **motivation** des entreprises sont le facteur de réussite le plus important dans les projets d'écologie industrielle. Grâce à leurs relations préexistantes avec les entreprises de leur territoire, les **collectivités**, les **associations inter-entreprises** et les **chambres de commerce** apparaissent comme les pilotes légitimes des projets d'écologie industrielle

2 Éviter l'approche systématique de recensement des flux

De nombreux projets ont **abandonné l'approche systématique** après l'avoir expérimentée. Le recensement de tous les types de flux auprès de toutes les entreprises s'est en effet révélé peu efficace et très coûteux. Des études en amont de **pré-diagnostic** pour présélectionner une **liste réduite de flux et d'entreprises** sont maintenant privilégiées

3 Ne pas surestimer l'importance des outils d'identification

Beaucoup de projets ont été **décus des outils d'identification des synergies** qui leur ont été proposés car le nombre de synergies identifiées par ces outils n'a que rarement justifié le temps consacré à l'utilisation de ces outils. **L'intervention d'un expert** est toujours **indispensable**, ne serait-ce que pour repérer rapidement les synergies irréalisables parmi les synergies potentielles trouvées par les outils

4
section

Benchmark et analyse comparée des outils

4.1	Fiches des outils dédiés	40
4.2	Fiches des outils non-dédiés	57
4.3	Benchmark et analyse comparée	70

Benchmark et analyse comparée des outils

Sia Partners a orienté son étude vers les outils les plus pertinents pour le GP8 ANCRE

L'étude porte sur des outils informatiques aux fonctionnalités avancées...

Parmi les différents outils que les coordonnateurs et participants aux projets d'écologie industrielle utilisent sur le terrain, cette étude se concentre sur les **outils informatiques** présentant des **fonctionnalités avancées**



Questionnaires



Logiciels de bureautique



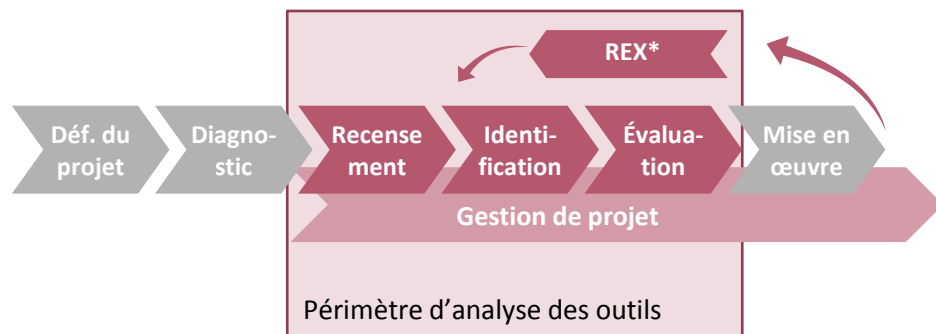
Logiciels professionnels



Plateformes Internet dédiées

... utilisés comme supports d'aide à la décision avant la mise en œuvre éventuelle des synergies

Utilisation des outils au sein d'un projet d'écologie industrielle



* Retours d'expérience

Les outils d'aide à la décision interviennent après les phases de définition de projet / pré-diagnostic et avant la mise en œuvre éventuelle des synergies

- Parmi les 7 phases classiques d'un projet d'écologie industrielle, 4 d'entre elles s'appuient généralement sur des outils :
 - **Recensement des flux**
 - **Identification des synergies**
 - **Évaluation des synergies**
 - **Gestion de projet**
- La force de certains outils réside dans l'utilisation des **retours d'expériences (REX)** des projets passés, une phase supplémentaire a été ajoutée pour structurer l'analyse des outils

Parmi les différents outils pouvant être utilisés sur les projets d'écologie industrielle, Sia Partners a centré son étude sur les **outils informatiques d'aide à la décision aux fonctionnalités avancées**

Benchmark et analyse comparée des outils

L'analyse s'articule autour de la distinction entre outils « dédiés » et « non-dédiés »

Les entretiens réalisés auprès des acteurs de l'écologie industrielle montrent qu'à côté des outils conçus et développés pour accompagner les projets, de nombreux outils « non-dédiés » sont également utilisés pour réaliser certaines tâches spécifiques

Des outils « dédiés » accompagnent la réalisation des projets

Les outils ayant été développés pour soutenir les projets d'écologie industrielle ont potentiellement pour vocation d'accompagner ces projets sur l'**ensemble des phases** de ceux-ci et d'offrir les **fonctionnalités génériques** nécessaires à leur bonne réalisation

Ces outils « dédiés » sont donc comparés dans la suite de cette étude sur l'**ensemble des axes d'analyses**

Des outils « non-dédiés » sont utilisés sur des phases spécifiques des projets

À côté de ces outils « dédiés », des outils existants mais non-développés pour ce type d'usage sont souvent utilisés sur les projets afin de répondre à des **besoins spécifiques** sur une **phase déterminée**

Ces outils viennent compléter le paysage des outils utilisés en écologie industrielle. Ils sont comparés aux outils dédiés sur les **axes d'analyse spécifiques** pertinents

La distinction entre outil « dédiés » et « non-dédiés » permet de structurer l'analyse comparée

N'intervenant pas sur l'ensemble des phases et ne proposant pas la totalité des fonctionnalités attendues par les projets, **les outils « non-dédiés » ne peuvent pas être comparés sur l'ensemble des axes d'analyse** aux outils « dédiés »

Une distinction entre les outils « dédiés » et « non-dédiés » est donc **nécessaire pour structurer l'analyse comparée**

Lorsque les axes d'analyse étudiés le permettent, les outils « non-dédiés » sont intégrés aux analyses comparées afin d'offrir au GP8 ANCRE une **vision globale des outils** effectivement utilisés sur les projets d'écologie industrielle

Les outils sont également distingués en fonction de leur stade d'utilisation ou de développement :

- Abandonné : outil n'étant plus ni utilisé, ni commercialisé
- En développement : outil en cours de définition ou d'industrialisation
- Opérationnel : outil utilisé et/ou commercialisé

L'inclusion des outils « non-dédiés » permet d'offrir une **vision globale du marché**, mais une distinction entre outils « dédiés » et « non-dédiés » est nécessaire pour **structurer les analyses comparées**

Benchmark et analyse comparée des outils

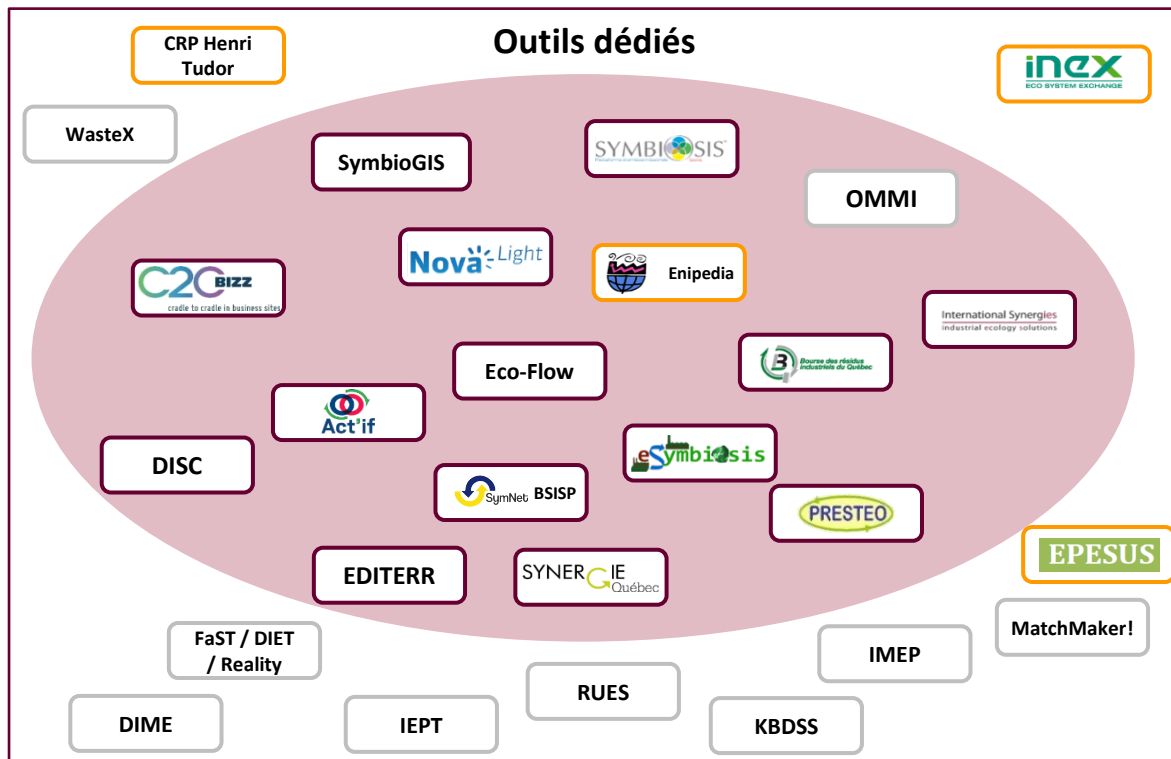
La majorité des outils étudiés font l'objet d'une fiche détaillée



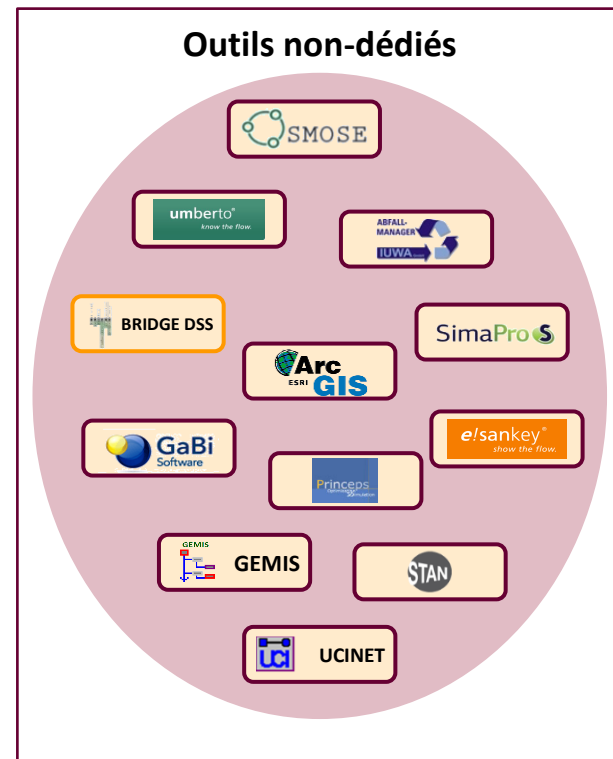
Sur les 39 outils étudiés, **les 14 outils dédiés opérationnels font tous l'objet d'une fiche détaillée**. En complément, 2 autres outils dédiés et 12 outils non dédiés ont également été détaillés dans une fiche

Ces fiches synthétisent les informations contenues dans la base de données et apportent des éléments complémentaires sur **les fonctionnalités et le cadre d'utilisation** des différents outils

Seuls les outils pour lesquels des **informations suffisantes et non-contradictoires** ont été collectées font l'objet d'une fiche*



Source : Sia Partners, 2014



Source : Sia Partners, 2014

28 fiches détaillées apportent des informations complémentaires sur les **fonctionnalités et le cadre d'utilisation** des outils

Benchmark et analyse comparée des outils

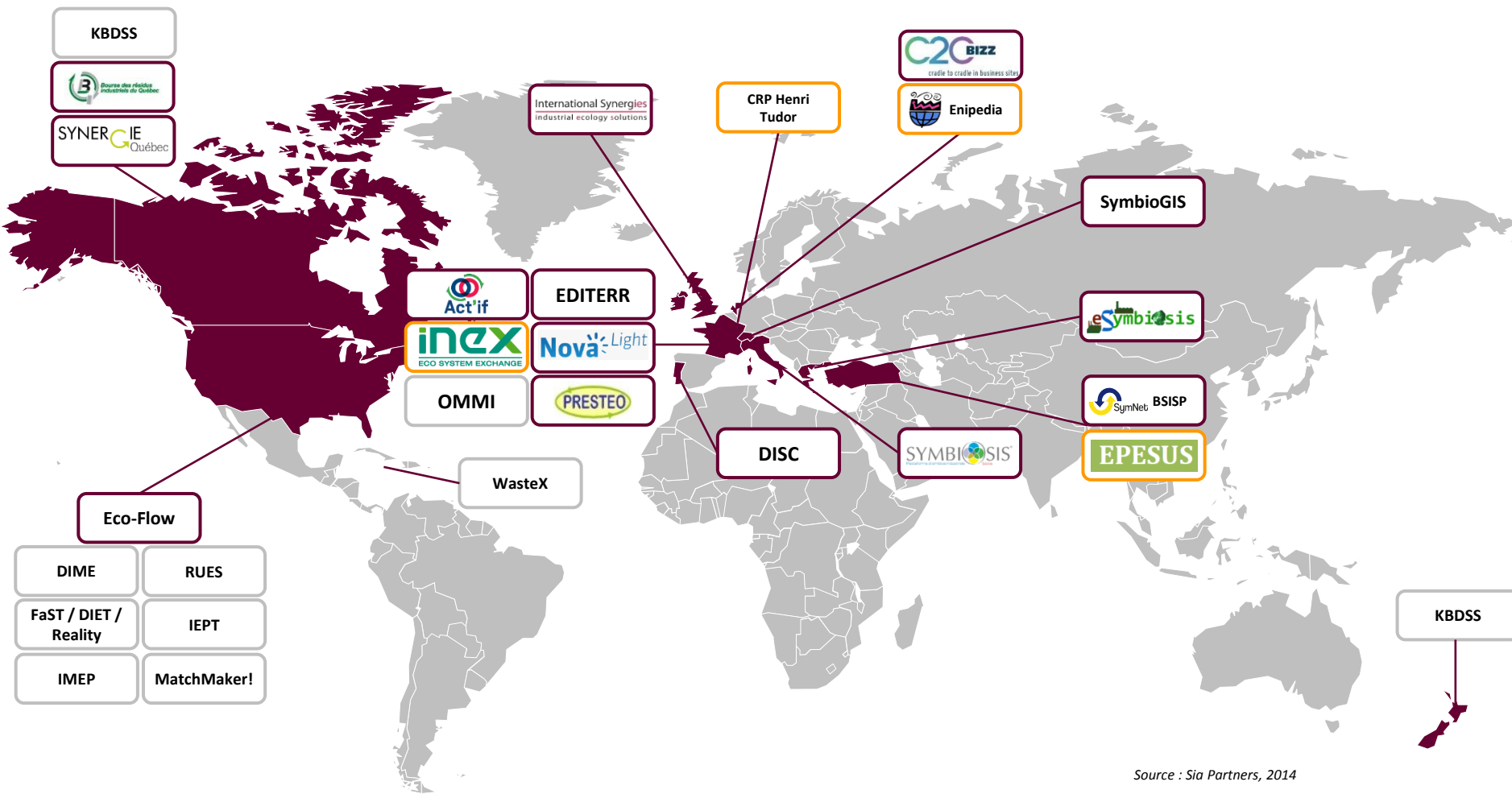
Des **outils dédiés** à l'écologie industrielle ont été identifiés dans 13 pays

Légende

Abandonné

En développement

Opérationnel



Source : Sia Partners, 2014

Alors que les outils développés aux États-Unis ont presque tous disparu, l'Europe concentre l'essentiel des outils existants et en développement

Benchmark et analyse comparée des outils

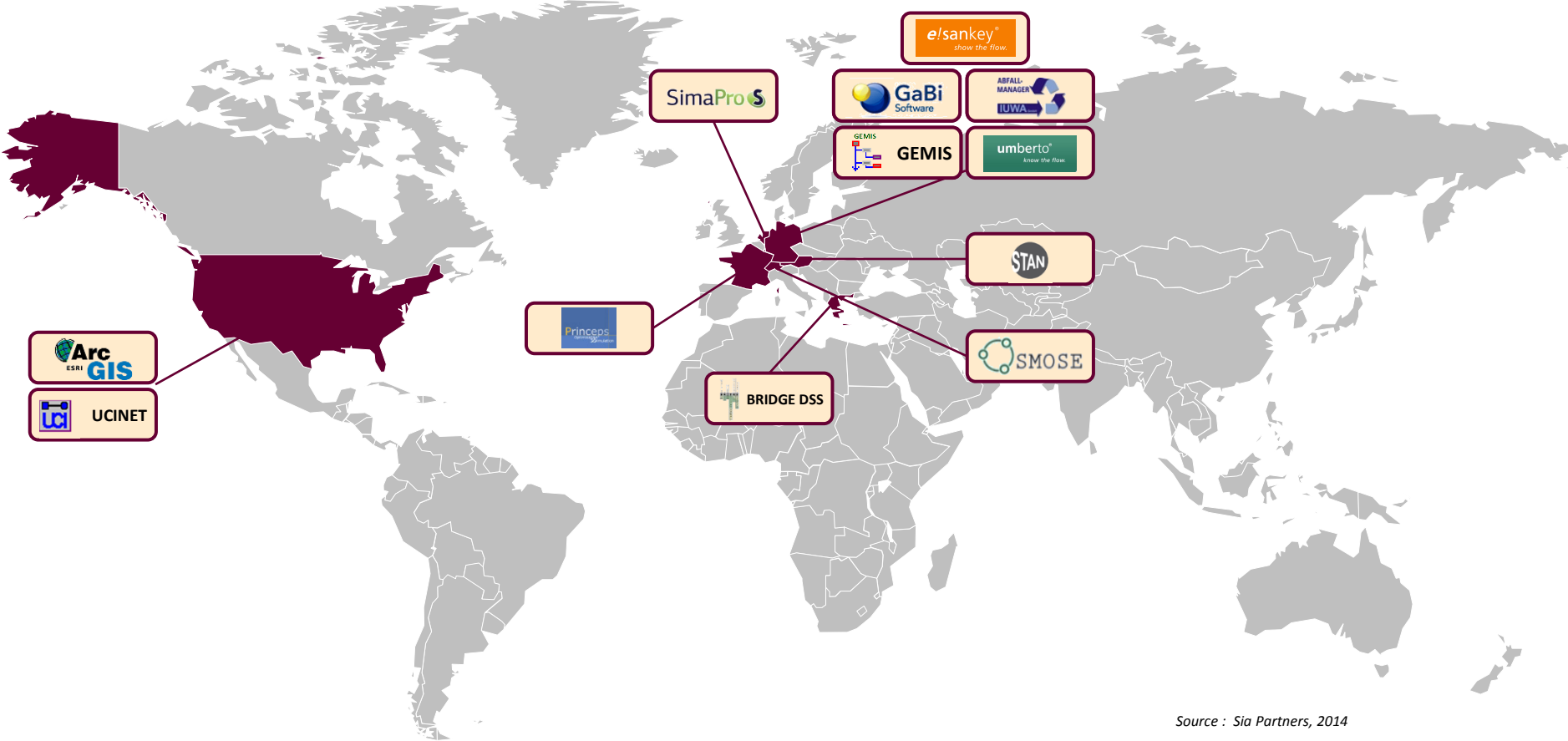
Des **outils non-dédiés** aux fonctionnalités intéressantes ont été identifiés dans 7 pays

Légende

Abandonné

En développement

Opérationnel



Source : Sia Partners, 2014

Sia Partners a identifié 12 outils non-dédiés à l'écologie industrielle, mais dont **les fonctionnalités présentent un intérêt pour les projets d'écologie industrielle** et le développement de l'outil souhaité par le GP8 ANCRE

4.1
section

Fiches des outils dédiés

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	CCI Montauban et Tarn-et-Garonne		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

La plateforme Act'if est un support de recensement des besoins des entreprises collectés sur le terrain afin de construire une vision d'ensemble du métabolisme d'un territoire. Cet outil, en opération depuis fin 2013, permet à la CCI du Tarn-et-Garonne d'accompagner les entreprises dans les démarches d'économie circulaire. Des discussions sont en cours pour partager la plateforme avec d'autres CCI

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- Act'if n'intègre pas d'outil d'accompagnement au recensement des flux
- La plateforme ne permet pas le renseignement et l'actualisation des flux par les entreprises elles-mêmes (modèle centralisé)
- + Act'if permet de structurer, représenter et pérenniser les données collectées sur le terrain
- + La taxonomie de Act'if intègre plus de 200 noms de flux appelés par leur appellation courante et leur forme physique
- + Les flux sont géolocalisés par une adresse postale et représentés graphiquement avec le SIG OpenStreetMap

2 Identification des synergies

- Act'if ne permet pas d'identifier automatiquement les synergies. Cette identification est uniquement réalisée via une expertise humaine

3 Évaluation des synergies

- Act'if n'intègre pas d'outil d'évaluation des synergies

4 Gestion de projets

- Act'if n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- Act'if ne propose pas d'intégration des REX

Facilité d'utilisation

- + Utilisable facilement par des collectivités
- + Très ergonomique

1 2 3 4 5
complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	En opération depuis fin 2013	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	CCI Montauban et Tarn-et-Garonne			
Services complémentaires	Bilan de flux gratuit, rapport individualisé avec pistes de synergies, mise en relation, aide à la constitution des dossiers d'investissement			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Act'if est actuellement utilisée sur un seul territoire	0 5 10 >20 Nombre de projets
Exemples de projets	Projet d'économie circulaire à l'échelle du Tarn-et-Garonne	

Critères financiers

Coût de la solution	Le business model qui sera utilisé lors de son déploiement aux autres territoires n'est pas encore défini	Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / entreprise
Coûts associés	1 jour de formation	

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Java		
Connectivité	Outil open source et modulaire connecté au SIG OpenStreetMap		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	🇨🇦 CTTEI		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

La BRIQ (Bourse des Résidus Industriels du Québec) est une bourse des déchets utilisée exclusivement dans la province de Québec. Le principe de la BRIQ est de mettre en relation les entreprises produisant des déchets avec celles pouvant potentiellement les valoriser. Grâce à une taxonomie établie, la BRIQ identifie automatiquement les synergies potentielles de substitution et met en relation les entreprises

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- + Les entreprises peuvent directement indiquer leurs flux sur le site Internet
- + Le CTTEI propose, dans le cadre de l'abonnement à la plateforme, l'organisation de visites sur site afin d'identifier les principaux flux
- = La BRIQ propose une taxonomie préétablie

2 Identification des synergies

- + La BRIQ identifie automatiquement les synergies de substitution possibles entre deux organisations et les met en relation via l'envoi d'un courriel
- La BRIQ n'identifie pas les synergies de mutualisation
- + Un coordonnateur interne à la BRIQ sélectionne manuellement les identifications automatiques afin de ne pas envoyer de courriels aux entreprises ayant déjà refusé plusieurs d'entres-elles

3 Évaluation des synergies

- La BRIQ ne permet pas d'évaluer les synergies

4 Gestion de projets

- La BRIQ n'intègre pas d'outil de gestion de projet
- + Le CTTEI peut intervenir sur demande des entreprises pour jouer le rôle d'entremetteur lors des négociations contractuelles

5 REX des synergies

- + Les REX des précédentes synergies – réalisées ou non - sont intégrés à une base de données afin de faciliter le travail du coordonnateur filtrant l'envoi des courriels

Facilité d'utilisation

- + Plateforme tournée vers une utilisation par des utilisateurs novices

1 2 3 4 5
complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 2005	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	Le CTTEI propose des visites sur site gratuites, et la réalisation d'études technico-économiques payantes de valorisation des déchets			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme

La BRIQ est utilisée dans 16 régions de la province du Québec (une seule réellement active avec 32 membres)

0 5 10 >20
Nombre de projets

Exemples de projets

NC

Critères financiers

Coût de la solution

L'adhésion à la plateforme BRIQ coûte 250 C\$/an et intègre des services complémentaires comme le recensement sur site

Gratuit 100 C\$ **250 C\$** 1 000 C\$ 5 000 C\$
/ entreprise

Coûts associés

L'ensemble des coûts est compris dans le package

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	NC		
Connectivité	NC		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Ozyegin University		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

La plateforme BSIPS (*Black Sea Industrial Symbiosis Platform*) est le fruit du programme de recherche SymNet financé par l'Union européenne. Opérationnelle depuis 2013, la plateforme a pour vocation d'améliorer les flux de transport dans le bassin de la Mer Noire. Grâce à la BSISP, les entreprises peuvent évaluer et comparer les différentes options disponibles pour échanger au sein de la zone

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Plateforme opérationnelle depuis 2013	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France		Non		
Services complémentaires		Non		

1 Recensement des flux

- + La BSISP permet aux entreprises de renseigner directement leurs flux
- La BSISP n'a été conçue que pour prendre en compte les transports et les flux logistiques qui y sont associés
- + Le programme SymNet a interviewé et recensé les flux de plus de 350 entreprises de la région grâce à l'utilisation de questionnaires dédiés
- + Le développement de la BSISP a été accompagné par la création d'une base de données dédiée au projet

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	La plateforme BSISP n'est utilisée que sur un seul projet	0 5 10 >20
Exemples de projets	La plateforme est utilisée dans le bassin de la Mer Noire et regroupe des entreprises de 4 pays différents	

2 Identification des synergies

- La BSISP ne permet pas l'identification automatique des synergies
- La BSISP ne prend en compte que les synergies de mutualisation associées aux activités de transports
- + Le SymNet envisage d'intégrer un outil d'identification automatique des synergies dans le cadre de futurs programmes de recherche

3 Évaluation des synergies

- La BSISP ne permet d'évaluer que les synergies de mutualisation des infrastructures
- + La BSISP intègre deux outils permettant d'évaluer le coût et l'empreinte carbone des activités de transports. Ces deux outils permettent de comparer les différentes options disponibles grâce à un système de notation

Critères financiers

Coût de la solution	L'utilisation de la plateforme est gratuite pour les entreprises grâce au financement européen du programme de recherche	Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / entreprise
Coûts associés	NC	

4 Gestion de projets

- La BSISP ne propose pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- La BSISP n'intègre pas les REX des synergies réalisées

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	NC		
Connectivité	NC		

Facilité d'utilisation

- + Plateforme tournée vers une utilisation par des utilisateurs novices

1 2 3 4 5
complexe facile

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	The Cityregion Eindhoven		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

La plateforme C2C Bizz Continuous Loop Tool est l'outil dédié à la écologie industrielle du programme C2C Bizz lancé en 2010 et qui regroupe 10 partenaires européens. Cette plateforme permet aux entreprises participantes de renseigner les déchets qu'elles génèrent et matériaux dont elles ont besoin afin d'identifier les potentielles synergies et initier une démarche « cradle-to-cradle »

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- + La plateforme permet aux entreprises d'indiquer directement leurs flux de sous-produits et de déchets et de les actualiser
- = Le nommage des flux est libre
- La plateforme ne permet pas d'importer de base de données depuis un tableur

2 Identification des synergies

- La plateforme n'intègre pas d'outil dédié à l'identification automatique des synergies, celle-ci étant réalisée manuellement par les coordonnateurs

3 Évaluation des synergies

- La plateforme ne permet pas d'évaluer les synergies

4 Gestion de projets

- + La plateforme intègre un outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- La plateforme ne permet pas l'intégration des REX

Facilité d'utilisation

+ Plateforme tournée vers une utilisation par des utilisateurs novices

1 2 3 4 5
complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis fin 2013	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Lille Métropole est associé au projet C2C Bizz			
Services complémentaires	Non			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme

La plateforme est encore en phase de test

0 5 10 >20
Nombre de projets

Exemples de projets

Seul le site pilote - le C2C Bizz Park à Eindhoven - utilise la plateforme depuis décembre 2013

Critères financiers

Coût de la solution

Financée par un programme de recherche européen, la plateforme est gratuite pour les entreprises participant au site-pilote

Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 €
/ entreprise

Coûts associés

Aucun

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Drupal open source CMS		
Connectivité	La plateforme n'est pas conçue pour se connecter à d'autres outils		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	IN+ Research Center & IST University of Lisbon		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

L'outil DISC (*Database Industrial Symbiosis Case Studies*) est un outil d'identification de synergies utilisant une base de données de plus de 1 000 synergies déjà réalisées dans le monde. Le recensement des entreprises de chaque secteur d'activité – travail plus simple que le recensement des flux – peut suffire à une identification basique. Le recensement des flux permet d'améliorer la pertinence des résultats

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- DISC ne propose pas d'outil d'accompagnement au recensement des flux = Les flux sont nommés d'après les codes EWL (European Waste List) pour les déchets et les codes utilisant la nomenclature MatCat pour les autres flux = Les entreprises sont catégorisées par leur code NACE
- + DISC peut fonctionner sans recensement exhaustif des flux

2 Identification des synergies

- + DISC est capable d'identifier des synergies potentielles de substitution et de mutualisation par analogie avec des synergies déjà réalisées présentes dans une base de données de REX
- L'identification est semi-automatique : l'utilisateur peut effectuer des requêtes sur la base des codes NACE ou EWL
- DISC n'utilise pas les données géographiques pour l'identification

3 Évaluation des synergies

- DISC ne fait pas d'évaluation des synergies

4 Gestion de projets

- DISC ne fait pas de gestion de projet

5 REX des synergies

- + Le fonctionnement de DISC est basé sur les REX des synergies déjà réalisées dans le monde entier (base de données de plus de 1 000 synergies collectées dans les publications de la littérature scientifique)
- = Chaque entrée de la base de données contient le code NACE des deux entreprises et le code EWL/MatCat du flux de la synergie

Facilité d'utilisation

- + Nécessite 0,5 jour de formation

1 2 3 4 5
 complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Non disponible (ouverture de la BDD actuellement à l'étude)	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	L'entreprise 3 Drivers, dans laquelle travaille maintenant la développeuse de DISC, peut fournir des prestations de conseil			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	3 projets au Portugal	0 5 10 >20 Nombre de projets
Exemples de projets	Projet d'écologie industrielle dans la région de Tagus Leziria au Portugal	






Critères financiers

Coût de la solution	L'outil n'est pas commercialisé / diffusé en dehors du IN+ Research Center et de la IST University of Lisbon	Gratuit	100 €	1 000 €	5 000 €
Coûts associés	Formation de 0,5 jour / entreprise				

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Excel, Visual Basic		
Connectivité	Base de données directement sous Excel		

Eco-Flow

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	 Ohio State University		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

Eco-Flow est un outil MFA d'optimisation linéaire mixte permettant d'identifier les synergies correspondant à un optimum économique et/ou environnemental. Une base de données des processus permet de prendre en compte les synergies indirectes pour lesquelles un processus de transformation est nécessaire. La modélisation des flux et des processus ne nécessite aucune connaissance en programmation

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Non disponible commercialement	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Aucune			
Services complémentaires	Appui aux projets pour la formalisation de questionnaires de collecte de données			

1 Recensement des flux	<ul style="list-style-type: none"> - Eco-Flow n'intègre pas d'outil d'accompagnement au recensement des flux = Le nommage des flux est libre et est réalisé par l'unique utilisateur de l'outil sur chaque projet afin de garantir la cohérence des flux - Le logiciel ne permet pas le renseignement et l'actualisation des flux par les entreprises elles-mêmes (modèle centralisé) + La modélisation de chaque entreprise se fait par des inputs et outputs liés par une fonction de transfert sans besoin de connaissance en programmation + Les flux sont géolocalisés par une position GPS et représentés géographiquement par un SIG couplé
2 Identification des synergies	<ul style="list-style-type: none"> + Eco-Flow identifie les synergies optimales de substitution et de mutualisation en fonction d'un objectif choisi par l'utilisateur : <ul style="list-style-type: none"> • Objectif économique (maximisation du profit) • Objectif environnemental (minimisation de l'utilisation des ressources naturelles, minimisation des émissions) • Objectif mixte économique/environnemental avec des poids relatifs + Eco-Flow est également utilisé pour l'étude de synergies prospectives
3 Évaluation des synergies	<ul style="list-style-type: none"> + Eco-Flow permet d'évaluer les impacts économiques et environnementaux de chaque synergie modélisée grâce à des données de coûts OPEX et CAPEX (transport, matière, etc.) et un outil d'ACV - Eco-LCA - du même développeur
4 Gestion de projets	<ul style="list-style-type: none"> - Eco-Flow n'intègre pas d'outil de gestion de projet
5 REX des synergies	<ul style="list-style-type: none"> - Eco-Flow ne propose pas d'intégration des REX
Facilité d'utilisation	<ul style="list-style-type: none"> - Outil d'expert nécessitant un « analyste » + Modélisation via interface graphique <p>1 2 3 4 5 complexe facile</p>

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Eco-Flow est utilisé par 3 projets	0 5 10 >20 Nombre de projets
Exemples de projets	<ul style="list-style-type: none"> • By-Product Synergy (BPS) project of Ohio avec 35 parties prenantes • BPS project of Houston • BPS project of Kansas 	

Critères financiers

Coût de la solution	Gratuit	100 €	NA	1 000 €	5 000 €	/ entreprise
Coûts associés	<ul style="list-style-type: none"> • 0,5 jour de formation • Besoin d'un analyste dédié à l'utilisation de l'outil sur chaque projet 					

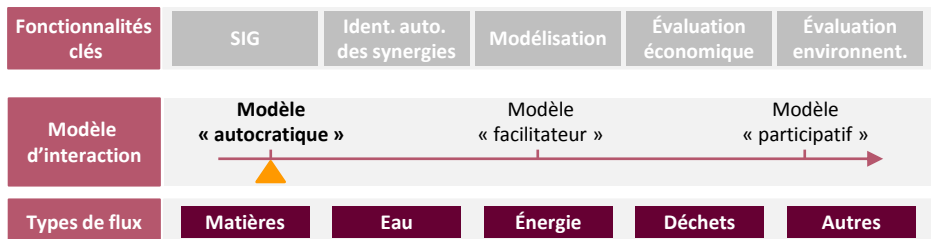
Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	NC		
Connectivité	Eco-Flow est couplé à Eco-LCA pour l'analyse environnementale et à un SIG pour la représentation géographique (<i>Industrial Ecosystem Toolkit</i>)		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	EDF		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

Développé par EDF au début des années 2000, EDITERR est un logiciel facilitant l'identification des synergies potentielles. EDITERR peut être associé à la base de données ASTRE qui recense les flux de nombreuses entreprises en fonction de leur code NAF. L'ancêtre d'EDITERR, la base de données ISIS, a servi de base à la création du logiciel Presteo avec lequel il partage des caractéristiques communes

Fonctionnalités



Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Opérationnel depuis 2006	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Oui			
Services complémentaires	NC			

1 Recensement des flux

- EDITERR n'intègre pas d'outil d'accompagnement au recensement des flux
- Le logiciel ne permet pas le renseignement et l'actualisation des flux par les utilisateurs qui doivent passer par le coordonnateur du projet
- EDITERR ne peut pas importer de bases de données existantes
- + Dans le cadre du projet Pôle des Éco-industries en Poitou-Charentes, les enquêteurs de terrain peuvent s'appuyer sur un questionnaire-type pour améliorer le recensement et le nommage des flux qui est imposé

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Peu de projets ont utilisé ce logiciel	0	5	10	>20
Exemples de projets	EDITERR est utilisé sur le Pôle des Eco-industries de Poitou-Charentes qui comprend une centaine d'entreprises participantes				

2 Identification des synergies

- EDITERR n'intègre pas d'outil d'identification automatique des synergies, celles-ci sont identifiées grâce à l'utilisation de requêtes
- + EDITERR est associé à une base de données propriétaire qui recense des entreprises sur le territoire français sur la base de leur code NAF
- De l'avis du seul utilisateur du logiciel, les résultats obtenus via l'utilisation de cette base de données ne sont « pas très fiables »

Critères financiers

Coût de la solution	Le logiciel EDITERR n'est pas commercialisé, mais mis gratuitement à disposition du Pôle des Eco-industries de Poitou-Charentes	Gratuit	100 €	1 000 €	5 000 €
Coûts associés	L'utilisation de la base de données ASTRE est payante				

3 Évaluation des synergies

- EDITERR n'intègre pas d'outil d'évaluation des synergies, celles-ci étant évaluées grâce à des études d'impact spécifiques

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	NC		
Connectivité	Le logiciel n'est pas conçu pour être associé à d'autres outils		

4 Gestion de projets

- EDITERR n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- EDITERR n'intègre pas les REX des synergies réalisées, mais EDF et le Pôle des Éco-industries réfléchissent à l'ajout de cette fonctionnalité

Facilité d'utilisation

- Logiciel peu facile d'utilisation
- + Une évolution de l'interface est étudiée

1 2 3 4 5
complexe facile



Enipedia

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Delf University of Technology			Entreprise	Instit. public
Périmètre Géographique :					

Parmi les différentes recherches menées autour de l'initiative Enipedia de l'université de Delft, l'*Industrial Symbiosis Data Sources* a pour but de collecter et de structurer – sous forme de wiki – des informations pouvant servir à la réalisation de synergies. Simple base de données open source pour l'instant, l'objectif est de créer un ensemble d'applications web dans le domaine de l'écologie industrielle

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- + La plateforme devrait permettre aux entreprises d'indiquer directement leurs flux de sous-produits et de déchets et de les actualiser
- + La plateforme devrait intégrer des fonctionnalités permettant de structurer le nommage flexible des flux en catégories et un outil de recherche

2 Identification des synergies

- + La plateforme devrait intégrer un outil d'identification automatique des synergies potentielles, mais une expertise humaine sera toujours nécessaire
- + La plateforme devrait intégrer des éléments liés aux processus afin de déterminer des synergies directes et indirectes de substitution

3 Évaluation des synergies

- + La plateforme sera connectée à des bases de données de types ACV afin de permettre l'évaluation environnementale des synergies
- + La plateforme a pour vocation de pouvoir se connecter à toutes les bases de données open source afin d'agrèger les informations disponibles

4 Gestion de projets

- La plateforme ne devrait pas intégrer d'outils de gestion de projet

5 REX des synergies

- + Afin de faciliter la catégorisation des flux, la plateforme devrait intégrer des fonctions d'apprentissage automatique
- + Le principal objectif de cette plateforme est de rendre le système plus intelligent à mesure que la base d'utilisateurs et que les REX des nommages, synergies et évaluations seront intégrés

Facilité d'utilisation

- + La Plateforme a pour vocation d'être accessible au plus grand nombre

1 2 3 4 5
complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Les différents outils seront disponible dans quelques années	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Aucune implantation commerciale n'est prévue			
Services complémentaires	A déterminer			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Programme de recherche en cours Enipedia n'est pas encore utilisé	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	NA		

Critères financiers

Coût de la solution	Plateforme open source	Gratuit	100 €	1 000 €	5 000 €	/ entreprise
Coûts associés	Aucun					

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	NC		
Connectivité	La plateforme est conçue pour être associée à toutes les bases de données (E-PRTR, EWC, LCI, etc.)		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	National Technical University of Athens		Entreprise	Inst. public	
Périmètre Géographique :					

La plateforme eSymbiosis est le fruit d'un programme de recherche financé par le fonds européen Life+. En phase de test depuis fin 2013, la plateforme permet aux entreprises participantes de renseigner directement leurs flux intrants et sortants. Les synergies sont automatiquement identifiées et évaluées sur les aspects économiques, environnementaux et sociaux

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- + La plateforme eSymbiosis permet aux entreprises participantes de renseigner directement leurs flux
- + La plateforme propose des listes déroulantes afin de déterminer le nommage des flux et les caractéristiques de ceux-ci (transport, coûts, etc.)

2 Identification des synergies

- + eSymbiosis identifie automatiquement les synergies de substitution en intégrant les différentes technologies disponibles pour les réaliser
- + eSymbiosis s'appuie sur un outil d'ingénierie ontologique afin de détecter les synergies potentielles entre des flux nommés de manière différente
- + eSymbiosis prend en compte les technologies et processus afin de déterminer les synergies qui pourraient être réalisées après investissement

3 Évaluation des synergies

- + eSymbiosis permet d'évaluer tous les types de synergies potentielles sur les aspects économiques et environnementaux
- + eSymbiosis permet l'évaluation sociale des synergies
- eSymbiosis ne permet pas de modéliser l'ensemble d'un système et ne prend donc en compte que les effets directs des synergies

4 Gestion de projets

- + eSymbiosis intègre un outil de gestion de projet où les entreprises peuvent indiquer les étapes dans la réalisation des synergies

5 REX des synergies

- + eSymbiosis s'appuie sur la base de données du NISP qui comprend 15 000 entreprises participantes
- + eSymbiosis intègre les nouveaux REX pour améliorer l'efficacité de ces outils d'identification et d'évaluation des synergies

Facilité d'utilisation

- + Plateforme tournée vers une utilisation par des utilisateurs novices

1 2 3 4 5
complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Opérationnel sur le pilote, mais en phase de test donc non disponible	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France		Non		
Services complémentaires		NC		

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	eSymbiosis n'est réellement utilisée que dans la région de Sterea Ellada (Grèce)	0 5 10 >20 Nombre de projets
Exemples de projets		NC

Critères financiers

Coût de la solution	<ul style="list-style-type: none"> L'utilisation de la plateforme eSymbiosis est gratuite sur le projet test Le modèle économique futur est en cours de définition <p>Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / entreprise</p>
Coûts associés	NC

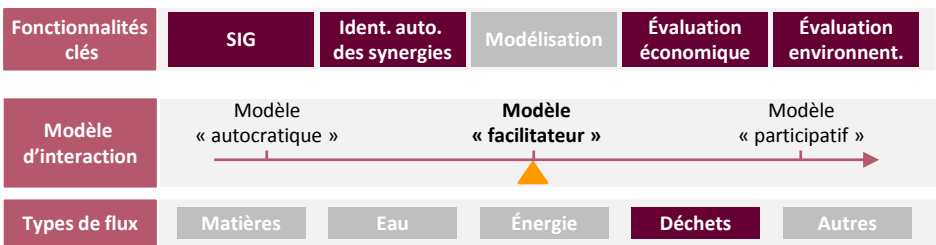
Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Java / Visual Basic		
Connectivité	En cours de définition		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Trinov		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

Dédié à la gestion et à la valorisation des déchets, Nova Light est l'outil d'écologie industrielle de la *start-up* française Trinov. Grâce à une taxonomie dédiée et des outils facilitant le recensement des flux de déchets, Nova Light identifie automatiquement les synergies possibles pour valoriser les déchets et les évalue sur les plans économiques et environnementaux

Fonctionnalités



- Recensement des flux**
 - + La plateforme permet le renseignement des flux par les entreprises
 - + Sur le terrain, Nova Light accompagne le recensement des flux via des questionnaires sur tablette conçus pour être utilisés par des non-spécialistes
 - + Les flux sont renseignés à partir d'une taxonomie dédiée aux déchets ou par le renseignement des codes NAF, et complétés par des informations à cocher
 - Nova Light ne permet de prendre en compte que les flux de déchets
 - Identification des synergies**
 - + Nova Light identifie automatiquement les synergies potentielles – substitution, mutualisation et prospectives – sur le parc industriel/territoire
 - Évaluation des synergies**
 - + Nova Light intègre une base de données ACV dédiée à l'évaluation économique et environnementale des solutions de valorisation énergétique, matière et agricole des déchets
 - + Couplé au logiciel REP, Nova Light permet de modéliser le cycle de fin de vie
 - Nova Light peut difficilement être couplée à une base de données ACV existante pour intégrer d'autres éléments que la valorisation des déchets
 - Gestion de projets**
 - Nova Light n'intègre pas d'outil de suivi des synergies
 - + L'outil de suivi proposé par Trinov permet l'édition de rapports d'activité (ICPE) et de documents administratifs, la production d'indicateurs, etc. utiles à la gestion des déchets par une entreprise ou sur un territoire
 - REX des synergies**
 - + Nova Light intègre une base de données de 25 000 entreprises de 20 secteurs d'activité afin d'améliorer l'identification et l'évaluation des synergies
 - + L'intégration des REX se fait de manière automatique
- Facilité d'utilisation : + La Plateforme est conçue pour faciliter les différentes phases d'un projet
- 1 2 3 4 5
 complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 2010	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Oui			
Services complémentaires	NC			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	3 projets utilisent l'outil en France	0 5 10 >20 Nombre de projets
Exemples de projets	Projet Biovallée dans la Drôme (utilisation de l'outil Nova Light dans le cadre de la méthodologie SYTERRE de Provademse)	

Critères financiers

Coût de la solution	La plateforme Nova Light est accessible à partir de 5 000€ par projet	Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / projet
Coûts associés	<ul style="list-style-type: none"> • 2 heures de formation • 50€ / mois pour l'outil de pilotage de la gestion des déchets 	

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Java		
Connectivité	La plateforme peut être couplée aux autres outils de Trinov, mais elle n'est pas conçue pour être associée à d'autres outils		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Systèmes Durables		Entreprise	Inst. public	
Périmètre Géographique :					

OMMI (Outil de Modélisation du Métabolisme Industriel) est un logiciel de modélisation et de représentation graphique des systèmes utilisant la formalisation SADT (Analyse fonctionnelle descendante). Développé par Systèmes Durables, le logiciel OMMI a été utilisé sur un unique projet et son développement a été arrêté dès 2008 en raison des choix de priorisation effectués par Systèmes Durables

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux - OMMI n'est pas conçu pour accompagner le recensement des flux = OMMI nécessite un nommage des flux imposé

2 Identification des synergies - OMMI ne permet pas l'identification automatique des synergies
+ Grâce aux représentations graphiques d'OMMI, il est possible d'identifier manuellement les « éléments remarquables » d'un système (par exemple un flux de déchets très important)

3 Évaluation des synergies - OMMI ne permet pas l'évaluation des synergies
+ OMMI permet de modéliser un système en fonction de ses processus et de ses flux, et ce sur plusieurs périodes

4 Gestion de projets - OMMI n'intègre pas d'outils de gestion de projet

5 REX des synergies - OMMI n'intègre pas les REX des synergies

Facilité d'utilisation	NC	1	2	3	4	5
		complexe				facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Le développement de OMMI a été arrêté en 2008	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France		Oui		
Services complémentaires		NC		

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Le logiciel OMMI n'a été utilisé que sur un unique projet	0	5	10	>20
		Nombre de projets			

Exemples de projets Vallée de la Chimie au sud de Lyon entre 2007 et 2009

Critères financiers

Coût de la solution	Gratuit	100 €	1 000 €	5 000 €
	/ entreprise			
Coûts associés	NA			

Critères techniques

OS	NC
Langage	C++ / Java
Connectivité	NC

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Systèmes Durables / LGCD		Entreprise	Inst. public	
Périmètre Géographique :					

Dédié à l'identification des synergies, le logiciel Presteo – et la plateforme qui y est associée – est le principal outil utilisé sur les projets d'écologie industrielle en France. Grâce à l'utilisation d'une taxonomie spécifique des flux, Presteo facilite l'identification des synergies potentielles et l'intégration des REX à la base de données, tout en facilitant le recensement des flux via la plateforme web

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- + Les participants peuvent renseigner et actualiser leurs flux via la plateforme
- + Presteo intègre une base de données centralisée et cohérente de types de flux (taxonomie de 1 400 composants et flux), de synergies possibles et d'informations géographiques
- + La qualité des données est assurée par un administrateur qui peut corriger les saisies pour en assurer la cohérence globale ou rajouter de nouveaux flux

2 Identification des synergies

- L'identification des synergies requiert l'utilisation de requêtes manuelles
- + Les requêtes les plus fréquentes sont automatisées dans un module dédié
- + En « bidouillant » le logiciel, il est possible de réaliser des analyses prospectives de synergies
- + Presteo peut-être associé à un SIG (projet CEIA)
- De l'avis de plusieurs utilisateurs, les synergies sont rarement pertinentes

3 Évaluation des synergies

- La plateforme Presteo ne permet pas l'évaluation des synergies
- Le couplage de Presteo à une base de données technico-économique ou ACV est rendu difficile par la taxonomie unique de la plateforme

4 Gestion de projets

- Presteo n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- + Intégration des REX dans le logiciel pour affiner et améliorer les techniques d'identification des synergies
- + Possibilité de voir l'évolution des flux et synergies dans le temps

Facilité d'utilisation

- + Plateforme utilisable par les entreprises
- + La taxonomie facilite le recensement

1 2 3 4 5
complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Utilisé depuis 2005 sur différents projets	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Conflit sur la propriété intellectuelle du logiciel en cours d'instruction			
Services complémentaires	Systèmes Durables proposait des services d'animation et de conseil			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Presteo est utilisé sur plusieurs projets d'écologie industrielle, principalement en France (nombre exact inconnu)	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	<ul style="list-style-type: none"> • Projet ECOPAL à Dunkerque • Recherche de synergies éco-industrielles - Canton de Genève 		

Critères financiers

Coût de la solution	Le conflit de propriété intellectuelle en cours d'instruction empêche la divulgation de cette information	Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / entreprise
Coûts associés	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite un recensement des flux via des visites sur site • Formation recommandée pour la collecte et la saisie des données, ainsi que pour l'utilisation du logiciel/plateforme 	

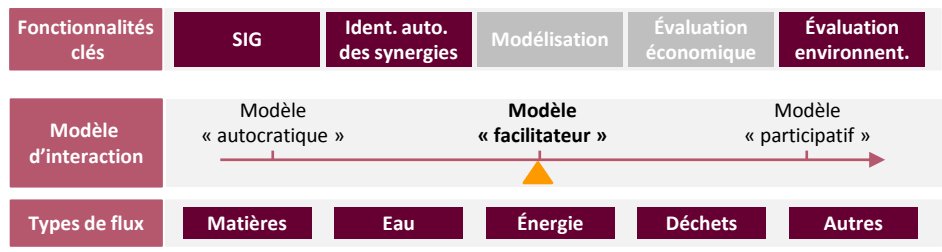
Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	.Net (pour la plateforme)		
Connectivité	Couplage possible avec un SIG, difficile avec des bases de données		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	ENEA		Entreprise	Insttit. public	
Périmètre Géographique :					

La « Piattaforma di Simbiosi Industriale SYMBIOSIS » développée par le centre de recherche italien ENEA permet de centraliser tous les besoins exprimés par les entreprises – aussi bien en termes de flux physiques que de capacités disponibles ou de surface de stockage – et d'identifier automatiquement des synergies directes ou indirectes. Cette plateforme est couplée à un outil simplifié d'ACV en ligne destiné aux PME

Fonctionnalités



- Recensement des flux**
 - + SIMBIOSIS accepte tout type de flux dont des flux de « capacité inexploitée » ou de « surface de stockage »
 - + La plateforme permet aux entreprises de renseigner et actualiser directement leurs flux (cette fonctionnalité sera activée courant 2014)
 - + Toutes les entreprises sont géolocalisées avec un SIG open source
 - Identification des synergies**
 - + SIMBIOSIS identifie automatiquement les synergies potentielles de substitution et de mutualisation à partir de règles de correspondances
 - + Les synergies indirectes sont également trouvées grâce à des règles de correspondance associant un flux avec ses différentes valorisations possibles
 - Évaluation des synergies**
 - SIMBIOSIS ne fait pas directement de l'évaluation
 - + SIMBIOSIS est connectée à une autre plateforme d'ENEA qui permet de faire des analyses ACV en ligne de manière très simplifiée. Cet outil utilise la base de données eVerdee
 - + SIMBIOSIS met à disposition des entreprises des fiches réglementaires sur la législation italienne sur les déchets
 - Gestion de projets**
 - SIMBIOSIS n'intègre pas d'outil de gestion de projet
 - REX des synergies**
 - SIMBIOSIS ne prend pas en compte les REX de synergies
- Facilité d'utilisation** : L'outil en ligne d'ACV est destiné à des utilisateurs non experts de PME
- 1 2 3 4 5
 complexe ————— facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Opérationnel, mais en tests métier depuis 2013 donc non disponible	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	ENEA fournit également des services de conseil, de formation, des brochures et des questionnaires			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Un seul projet en phase de test	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	Projet d'écologie industrielle en Sicile		

Critères financiers

Coût de la solution	Gratuit	100 €	NA	1 000 €	5 000 €	/ entreprise
Coûts associés	NC					

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Basé sur le CMS Plone		
Connectivité	Plateforme connectée à un outil d'ACV en ligne également développé par ENEA		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	International Synergies Ltd		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

La plateforme SYNERGie est l'outil d'écologie industrielle le plus utilisé au monde avec plus de 15 000 entreprises participantes, la plupart au Royaume-Uni. La principale force de SYNERGie est d'exploiter les retours d'expériences des nombreux projets utilisant la plateforme. SYNERGie est principalement employée dans le cadre de programmes nationaux avec une offre « clé en main » pour les entreprises

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- + Les entreprises peuvent directement renseigner leurs flux sur la plateforme ou passer par les coordonnateurs nationaux
- + Le recensement sur site des flux est compris dans le package
- + En passant par des coordonnateurs, SYNERGie uniformise le nommage libre des flux afin de trouver automatiquement les synergies

2 Identification des synergies

- + SYNERGie identifie automatiquement tous les types de synergies
- + Les synergies peuvent être identifiées via l'utilisation de requêtes créées par les utilisateurs ou proposées par les coordonnateurs nationaux
- + SYNERGie est couplée à un Système d'Information Géographique

3 Évaluation des synergies

- + SYNERGie intègre une base de données permettant l'évaluation des synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- SYNERGie n'intègre pas de fonction de modélisation du système

4 Gestion de projets

- + Outils de suivi et de reporting
- + Suivi de l'évolution des synergies, résultats, barrières rencontrées, etc.
- + Management d'équipes facilité par la possibilité d'affecter des actions

5 REX des synergies

- + SYNERGie intègre les REX des projets (flux, synergies, barrières rencontrées, etc.) pour améliorer l'efficacité de la plateforme
- + SYNERGie intègre une base de données centralisée de sites, de flux entrants et sortants, de stocks de matières, de synergies, de barrières, d'actions, de documents et d'informations de géolocalisation

Facilité d'utilisation

+ Plateforme directement utilisable par les entreprises

1 2 3 4 5
complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	La plateforme est opérationnelle depuis 2005	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	International Synergies propose des packages intégrant des prestations de conseil, de formation, et des supports de communication			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme

15 000 entreprises ont adhéré à la plateforme SYNERGie dans 9 pays

0 5 10 >20
Nombre de projets

Exemples de projets

Les projets menés par le NISP avec SYNERGie ont permis d'obtenir :

- 2,5 Mds € de bénéfices/réduction de coûts
- 60 millions de tonnes de ressources naturelles préservées

Critères financiers

Coût de la solution	International Synergies commercialise des package intégrant des prestations de conseils et de formation	Gratuit	100 €	300 €	1 000 €	2500 €	5 000 €
Coûts associés	L'ensemble des coûts est compris dans le package						

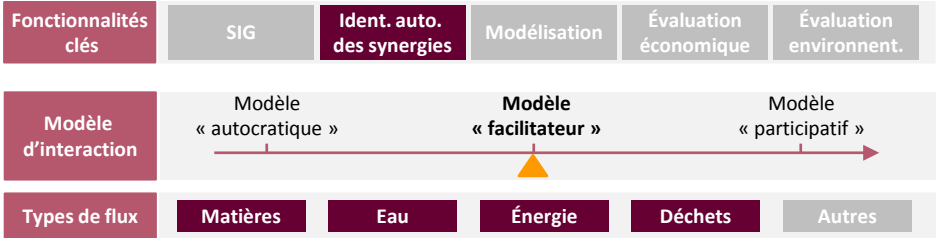
Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	.NET		
Connectivité	Il est possible de connecter la plateforme à des bases de données ACV		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	CCTEI		Entreprise	Inst. public	
Périmètre Géographique :					

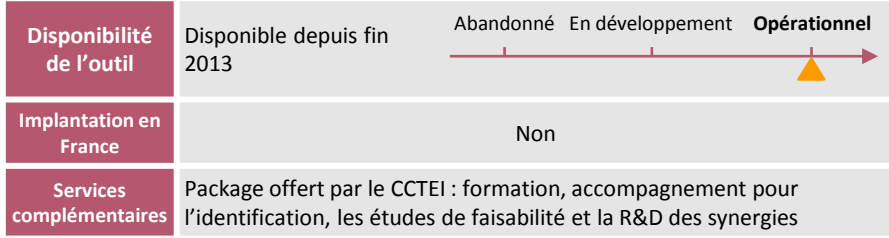
Développée par le CCTEI au Canada, la plateforme SYNERGIE Québec est utilisée par 4 projets depuis fin 2013 comme un outil d'aide à la collecte des flux – par les coordonnateurs ou les entreprises elles-mêmes – et à l'identification des synergies. Son système de matching des flux permet d'adresser également les synergies indirectes qui nécessiteraient la mise en place d'un nouveau processus de transformation

Fonctionnalités

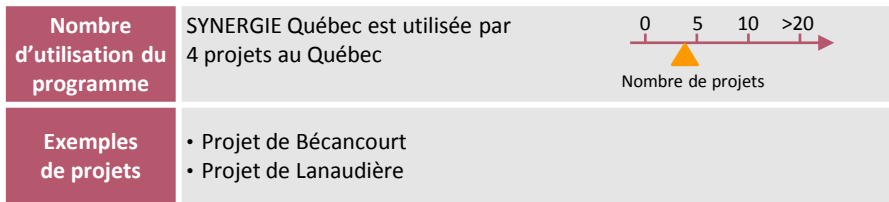


- Recensement des flux**
 - + SYNERGIE Québec intègre une base de données centralisée et cohérente de types de flux (taxonomie d'environ 100 flux)
 - + Les flux sont classés par catégories et sous catégories, et sont nommés par leur appellation courante
 - + Les entreprises peuvent renseigner et actualiser leurs flux via la plateforme (mais cette fonctionnalité n'est jamais utilisée en pratique)
 - Identification des synergies**
 - + SYNERGIE Québec identifie automatiquement les synergies potentielles à partir de 260 « règles de maillage », aussi bien en termes de correspondances directes qu'indirectes (ex: lier le « bois » à des valorisations énergétiques)
 - Les synergies proposées ne tiennent pas compte des distances (pas de SIG)
 - + Après validation d'une synergie par un expert, un email est automatiquement envoyé aux deux entreprises concernées afin qu'elles puissent rentrer en contact
 - Évaluation des synergies**
 - SYNERGIE Québec ne permet pas l'évaluation des synergies
 - Gestion de projets**
 - SYNERGIE Québec n'intègre pas d'outil de gestion de projet
 - REX des synergies**
 - + SYNERGIE Québec intègre les REX de synergies réalisées pour assister le coordonnateur dans la sélection des synergies identifiées automatiquement
- Facilité d'utilisation : Plateforme utilisable par les entreprises

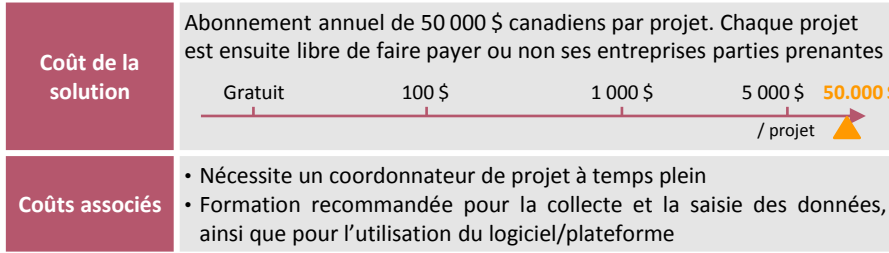
Critères commerciaux



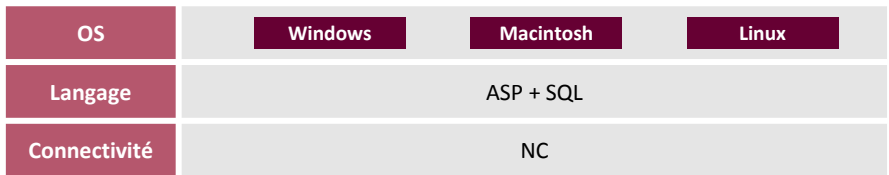
Références et retours d'expérience



Critères financiers



Critères techniques



Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	+ SOFIES		Entreprise		Instit. public
Périmètre Géographique :					

Plateforme dédiée aux projets d'écologie industrielle, SymbioGIS associe des fonctions d'identification automatique des synergies à un outil de représentation graphique basé sur un SIG. N'intégrant pas de fonction d'évaluation économique ou environnementale, la plateforme est avant tout utilisée en appui de projets structurés menés par le cabinet de conseil ayant développé l'outil ou des centres de recherche

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	Modèle « autocratique »		Modèle « facilitateur »	Modèle « participatif »	
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Indisponible jusqu'en 2015 pour cause de redéveloppement	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Oui, via SOFIES France			
Services complémentaires	SOFIES accompagne les projets d'écologie industrielle sur l'ensemble des phases et propose des services de conseil et de formation			

1 Recensement des flux

- + La plateforme permet aux entreprises ou aux coordonnateurs de renseigner directement les flux
- + La base de données contient des informations sur les types de flux possibles (35 références) et les composants de ces flux (25 références) et il est possible d'en ajouter

2 Identification des synergies

- + SymbioGIS identifie automatiquement tous les types de synergies
- + SymbioGIS propose une représentation graphique des flux ce qui permet aux participants de réagir aux synergies potentielles identifiées
- Les synergies proposées sont rarement pertinentes car la plateforme n'intègre pas de pré-évaluation

3 Évaluation des synergies

- La plateforme n'intègre pas d'outil permettant de réaliser des évaluations économiques ou environnementales
- + SymbioGIS permet de réaliser des pré-évaluations techniques en se basant notamment sur la distance entre deux entreprises
- + Dans le cadre du redéveloppement de l'outil, la future version de SymbioGIS intégrera des fonctions d'évaluation économique et environnementale

4 Gestion de projets

- SymbioGIS n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- SymbioGIS n'intègre pas les REX des synergies
- + Les REX seront intégrés sur la nouvelle version de la plateforme
- + La base de données pourra être utilisée par d'autres outils via des API

Facilité d'utilisation

- Outil réservé à des « experts ingénieurs », le plus souvent des coordonnateurs

1 2 3 4 5
complexe facile

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	La plateforme a été utilisée sur moins de 10 projets depuis son lancement en 2011	0 5 10 >20 Nombre de projets
Exemples de projets	La plateforme SymbioGIS a été utilisée pour identifier des synergies potentielles sur le canton de Genève	

Critères financiers

Coût de la solution	La plateforme SymbioGIS est un freeware disponible gratuitement sur demande auprès de SOFIES	Gratuit 100 \$ 1 000 \$ 5 000 \$ / projet
Coûts associés	NC	

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	PHP		
Connectivité	NC		

4.2
section

Fiches des outils non dédiés

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	ESRI		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

La vocation d'ArcGIS est de permettre la gestion, l'analyse et le traitement des données géographiques et spatiales. ArcGIS est le principal logiciel SIG utilisé au niveau mondial avec environ 300 000 utilisateurs. Dans le cadre des projets d'écologie industrielle, ArcGIS se révèle particulièrement utile lors de la phase d'évaluation des synergies. Il permet notamment d'optimiser les activités de transports

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction			NA		
Types de flux			NA		

- Recensement des flux** – ArcGIS ne propose pas d'accompagnement au recensement des flux
 - Identification des synergies** – ArcGIS ne permet pas d'identifier automatiquement les synergies
+ ArcGIS permet de représenter fidèlement les caractéristiques physiques du territoire (routes, canalisations, etc.) ce qui peut contribuer aux échanges entre participants à un projet
 - Évaluation des synergies** – ArcGIS n'est pas un outil dédié à l'évaluation des synergies, mais il intègre des fonctionnalités qui peuvent faciliter celles-ci
+ ArcGIS permet d'établir des calculs de distances – orthodromiques ou trajets routiers – et des données légales – données cadastrales, plans d'occupation des sols, zones inondables – ce qui permet notamment d'évaluer la faisabilité technique des synergies
+ En couplant ArcGIS aux bases de données existantes, il est possible d'évaluer le potentiel économique et environnemental des synergies (ensoleillement, accès aux ressources en eau, etc.)
+ ArcGIS intègre un outil d'optimisation des tournées des camions
 - Gestion de projets** – ArcGIS n'intègre pas d'outil de gestion de projet
 - REX des synergies** – ArcGIS ne propose pas d'intégration des REX
- Facilité d'utilisation** – Logiciel professionnel
– 2 à 3 jours de formation nécessaires
- 1 2 3 4 5
▲ complexe → facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 1999	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	ESRI France est présent dans plusieurs villes françaises			
Services complémentaires	Modules de formation en ligne gratuit et en français			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	ArcGIS est utilisé sur 300 000 postes à travers le monde	0 5 10 >20	▲	Nombre de projets
Exemples de projets	NA			

Critères financiers

Coût de la solution	700€ par poste pour une version logiciel à développer, 10-40k pour une version serveur à développer	Gratuit	100 €	700 €	1 000 €	5 000 €	/ entreprise
Coûts associés	<ul style="list-style-type: none"> Plusieurs jours de formation, même si celle-ci est gratuite Coûts de développement 						

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Visual Basic		
Connectivité	70 types de bases de données supportés, interfaçage automatisé		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	FORTH		Entreprise	Inst. public	
Périmètre Géographique :					

Le logiciel BRIDGE DSS est un logiciel de modélisation et d'optimisation utilisé dans le domaine de la planification urbaine. Il repose sur une approche alternative de *Material Flow Analysis* basée sur une logique *bottom-up*. Ce logiciel a été utilisé pour évaluer sur les plans économiques, sociaux et environnementaux les différentes options d'urbanisme identifiées sur les 4 projets du programme BRIDGE

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

- Recensement des flux**
 - BRIDGE DSS ne propose pas d'accompagnement au recensement des flux = BRIDGE DSS repose sur une taxonomie préétablie mais permet d'incorporer de nouveaux types de flux
 - + BRIDGE DSS utilise aussi bien des données explicites et mesurées comme les concentrations en CO₂ ou la densité urbaine d'une zone que des éléments de jugement tels que la qualité de vie
 - Identification des synergies**
 - BRIDGE DSS ne permet pas d'identifier des synergies
 - Évaluation des synergies**
 - + BRIDGE DSS permet d'évaluer l'impact d'une technologie/mesure sur les aspects économiques et environnementaux, mais aussi sur l'aspect social
 - + Il est possible de pondérer les critères d'évaluation afin de faire ressortir les meilleures options possibles en fonction des préférences de l'utilisateur
 - + BRIDGE DSS permet d'optimiser l'ensemble du système étudié
 - Le logiciel n'est pas associé à une base de données ACV
 - Gestion de projets**
 - BRIDGE DSS ne propose pas d'outil de gestion de projet
 - REX des synergies**
 - BRIDGE DSS n'est pas conçu pour intégrer les REX des projets
- Facilité d'utilisation**
- + Le logiciel est facile à utiliser
- L'interprétation des résultats est complexe
- 1 2 3 4 5
 complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Une version prototype est disponible depuis 2012	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	Supports de communication et questionnaires			

Références et retours d'expérience






Nombre d'utilisation du programme	4 projets ont utilisé le logiciel BRIDGE DSS	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	Aide à la décision dans le cadre du plan d'urbanisme des 4 villes participant au projet (Londres, Athènes, Gliwice et Helsinki)		

Critères financiers

Coût de la solution	Le logiciel BRIDGE DSS est gratuit et peut être mis à disposition sur demande auprès du responsable du projet	Gratuit	100 €	1 000 €	5 000 €	/ entreprise
Coûts associés	NC					

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Visual Basic		
Connectivité	NC		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	 Institut für Umweltinformatik Hamburg		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

Outil de représentation graphique des flux, le logiciel e!sankey est un des leaders mondiaux dans la production de diagramme de Sankey. L'utilisation d'e!sankey dans le domaine de l'écologie industrielle se concentre sur l'intérêt d'offrir une représentation graphique des flux aux participants et coordonnateurs, même si quelques fonctionnalités permettent d'évaluer les quantités de matières substituables

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- e!sankey n'intègre pas d'outil pour accompagner le recensement des flux
- + e!sankey ne se limite pas à certains flux et peut intégrer tous les types de flux possibles car la dénomination de ceux-ci est libre
- + e!sankey propose plusieurs types de flux, d'unités de mesure et d'échelles ce qui facilite l'uniformisation des données

2 Identification des synergies

- e!sankey n'intègre pas d'outil dédié permettant l'identification des synergies, que ce soit de manière automatique ou via des requêtes
- + La représentation graphique proposée par e!sankey peut aider à la prise de conscience par les participants à un projet des opportunités de synergies

3 Évaluation des synergies

- e!sankey ne permet pas l'évaluation économique ou environnementale, sauf à l'associer au logiciel Umberto et à une base de données ACV
- + e!sankey permet d'évaluer les synergies au travers de l'intégration de nouveaux processus et de l'impact de ceux-ci sur l'ensemble des flux du système. Ce moyen détourné est notamment utilisé par les équipes du NIES au Japon. Cette évaluation ne concerne que les aspects quantitatifs

4 Gestion de projets


- e!sankey n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- e!sankey ne propose pas d'intégration des REX

Facilité d'utilisation

+ Possibilité de se former seul

1 2 3 4 5
complexe  facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 2006	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Pas d'équipe commerciale, mais le logiciel est disponible en français			
Services complémentaires	Aucun			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	e!sankey est utilisé par plusieurs milliers d'entreprises à travers le monde	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse des flux de matières d'entreprises au Japon • Aide à la décision sur le projet de parc industriel de Tonsley (Australie) 		

Critères financiers

Coût de la solution	Entre 150 et 300€ pour la version 3.2	Gratuit	100 €	150-300 €	1 000 €	5 000 €	/ entreprise
Coûts associés	<ul style="list-style-type: none"> • Il n'est pas nécessaire d'être formé à l'utilisation d'e!sankey • Une formation d'une journée est néanmoins recommandée pour utiliser pleinement le logiciel 						

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	C++		
Connectivité	Umberto (fichier .sankey) et Excel sur la version Pro		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	PE INTERNATIONAL		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

GaBi est un outil d'évaluation environnementale d'un système productif à partir d'une base de données ACV. Il est utilisé en écologie industrielle pour évaluer a priori l'impact environnemental de synergies potentielles en modélisant simultanément les flux et processus de toutes les parties prenantes concernées par la synergie. Sa base de données ACV contient plus de 7 000 entrées de données agrégées issues des industriels

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
----------------------	-----	----------------------------	--------------	-----------------------	----------------------

Modèle d'interaction	NA				
----------------------	----	--	--	--	--

Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres
---------------	----------	-----	---------	---------	--------

1 Recensement des flux
- GaBi n'accompagne pas le recensement des flux

2 Identification des synergies
- GaBi n'est pas dédié à l'identification des synergies

3 Évaluation des synergies
 + GaBi est souvent utilisé en écologie industrielle pour l'évaluation environnementale de synergies potentielles. Les processus non présents dans la base de données peuvent être modélisés par des fonctions de transfert
 + L'évaluation environnementale passe par l'utilisation de scénarios et la comparaison par rapport à l'existant
 + Avec plus de 7 000 entrées, la base de données ACV de GaBi est la plus importante du marché
 - GaBi ne permet pas d'effectuer automatiquement des évaluations économiques ou sociales
 + GaBi dispose d'un module de création et de mise à jour automatique de rapports environnementaux

4 Gestion de projets
- GaBi n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies
- GaBi n'intègre pas les REX des projets et synergies

Facilité d'utilisation
- Nécessite une formation spécifique

1 2 3 4 5
▲ complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil
Disponible depuis 1989

Abandonné En développement Opérationnel

Implantation en France
Commercialisé par PE INTERNATIONAL ayant une antenne en France

Services complémentaires
PE INTERNATIONAL propose des prestations de conseil

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme
GaBi est utilisé par plus de 10 000 utilisateurs

0 5 10 >20
▲
Nombre d'utilisateurs

Exemples de projets
Évaluation environnementale de nombreux projets de synergies

Critères financiers

Coût de la solution
Gratuit 100 € NC 1 000 € 5 000 € / entreprise

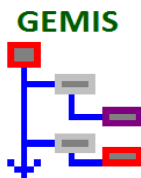
Coûts associés
NC

Critères techniques

OS
Windows Macintosh Linux

Langage
NC

Connectivité
Base de données ACV propriétaire avec plus de 7 000 entrées, possibilité d'utiliser les bases de données Ecoinvent ou U.S. LCI



Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	IINAS		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

Le logiciel GEMIS (*Global Emissions Model for Integrated Systems*) est un logiciel d'ACV principalement tourné vers le domaine de l'énergie et des transports. GEMIS associe plusieurs bases de données ACV regroupant des informations économiques et environnementales à un outil de *Material Flow Analysis*. GEMIS intègre également des données sociales, permettant de chiffrer l'impact sur l'emploi

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- GEMIS n'accompagne pas les projets dans le recensement des flux = Le nommage des flux et processus est imposé, mais il est possible de rajouter de nouveaux types de flux à la taxonomie existante
- + Les participants à un projet peuvent directement renseigner ou actualiser leurs flux dans le logiciel

2 Identification des synergies

- GEMIS ne permet pas d'identifier automatiquement les synergies

3 Évaluation des synergies

- + Au travers de l'implémentation d'un nouveau processus et la création de différents scénarios, GEMIS permet d'évaluer les synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- + GEMIS permet également d'évaluer les synergies sur l'aspect de la création d'emplois au niveau global
- + GEMIS intègre directement une base de données de type ACV
- + Le logiciel permet également de réaliser des analyses de cycle de vie, par exemple en comparant l'utilisation d'un type d'énergie plutôt qu'un autre

4 Gestion de projets

- GEMIS ne propose pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- GEMIS n'est pas conçu pour intégrer les REX des projets passés

Facilité d'utilisation

- Logiciel « expert »

1 2 3 4 5
 complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 1989	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	L'IINAS propose des activités de conseil			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Plus de 50 projets de recherche ont utilisé le logiciel GEMIS	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	Étude d'impact sur la valorisation énergétique des boues d'épuration et huiles usagées à Shanghai (Chine)		

Critères financiers

Coût de la solution	Le logiciel et la base de données GEMIS sont gratuits	Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / entreprise
Coûts associés	NA	

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Delphi		
Connectivité	Le logiciel n'offre pas une bonne connectivité avec d'autres outils		



Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	IUWA GmbH		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

Le logiciel IUWA WasteManager (Abfall-Manager) est un logiciel dédié à la gestion des déchets au sein des entreprises. Développé pour aider les entreprises allemandes à répondre aux réglementations sur les déchets, IUWAWM peut être associé au logiciel IUWA Abfall-Analyser pour pouvoir développer des projets d'écologie industrielle. Le projet d'Urumqi en Chine utilise une version adaptée d'IUWAWM dans ce sens

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- IUWA WM n'intègre pas d'outil d'accompagnement au recensement
- + Grâce à l'utilisation de la codification EWC, IUWAWM propose une taxonomie réglementaire utile à la classification des flux
- + Il est possible d'importer les flux depuis une base de données Excel
- + IUWA WM permet de renommer les flux pour en faciliter l'utilisation
- + Les déchets peuvent être décrits et localisés pour faciliter les échanges
- D'après l'éditeur du logiciel, il n'est « pas très facile » de nommer les flux car ils doivent initialement être décrits avec les codes EWC

2 Identification des synergies

- IUWA WM n'intègre pas d'outil d'identification automatique ou assistée (requêtes) des synergies

3 Évaluation des synergies

- IUWA WM n'intègre pas d'outil permettant l'évaluation des synergies
- + Il est possible d'ajouter des informations économiques à IUWAWM pour évaluer les synergies, ainsi que de coupler l'outil à un logiciel de MFA

4 Gestion de projets

- IUWAWM n'intègre pas d'outil de gestion de projet
- + IUWAWM a été conçu pour faciliter la gestion des déchets au sein des entreprises et propose des fonctionnalités telles que : édition assistée de documents administratifs, système de comptabilité propre aux déchets, rapports d'incidents centralisés, etc.

5 REX des synergies

- IUWAWM n'intègre pas les REX des projets et synergies

Facilité d'utilisation

- Le nommage des flux est compliqué
- + Une fois initialisé, simple à utiliser

1 2 3 4 5
 complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 1998	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Pas d'équipe commerciale, mais le logiciel est disponible en français			
Services complémentaires	Aucun			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	<ul style="list-style-type: none"> • Entre 50 et 100 entreprises • 2 projets d'écologie industrielle 	<p>0 5 10 >20 Nombre de projets</p>
Exemples de projets	<ul style="list-style-type: none"> • IUWAWM est utilisé sur le projet d'écologie RECAST d'Urumqi (Chine) • Inter-industrial Materials Flow Management Rhine-Neckar Experience 	

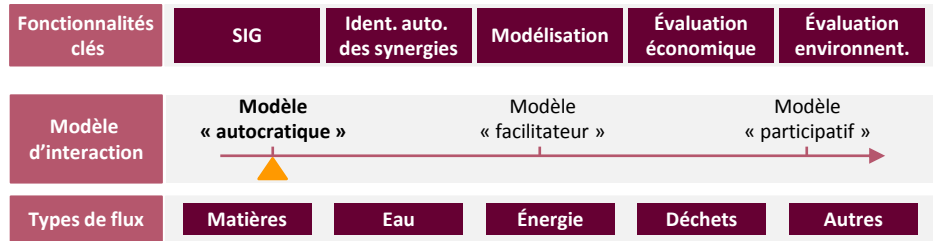
Critères financiers

Coût de la solution	Le logiciel IUWAWM coûte 1 000€ (réduction possible) et l'IUWA est ouvert pour une commercialisation renforcée en France	<p>Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / entreprise</p>
Coûts associés	NA	

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	SQL (base de données sous Access)		
Connectivité	Le logiciel IUWAWM est conçu pour s'intégrer aux autres logiciels des sociétés (SAP par exemple) et est compatible avec Umberto		

Fonctionnalités



- Recensement des flux**
 - Osmose n'intègre pas d'outil pour accompagner le recensement des flux = Osmose est centré sur les flux énergétiques, d'eau et de matières, mais il peut intégrer tous les types de flux grâce à un nommage flexible
 - + Il est possible de modéliser les flux via des bases de données existantes ainsi que des composants-types (données cadastrales, bâtiments-types, etc.)
 - + En complément des flux, Osmose permet d'étudier les process utilisés
 - Identification des synergies**
 - + Osmose identifie automatiquement tous les types de synergies
 - + Osmose permet d'identifier les synergies associées à une nouvelle activité en positionnant automatiquement le composant à sa position optimale
 - + En identifiant les synergies optimales pour le système, Osmose permet de prioriser les futures études de faisabilité et l'évaluation des synergies
 - + L'identification des synergies potentielles est facilitée par le SIG intégré
 - Évaluation des synergies**
 - + Les synergies potentielles sont évaluées sur les aspects économiques et environnementaux grâce à la base de données ACV Ecoinvent
 - + Afin de sélectionner les meilleures options, les critères d'évaluation peuvent être pondérés afin de refléter les préférences des participants
 - + Le SIG facilite l'évaluation technique des synergies
 - Gestion de projets**
 - Osmose n'intègre pas d'outil de gestion de projet
 - + L'identification des synergies optimales permet de prioriser les actions
 - REX des synergies**
 - + Les REX des projets sont incorporés aux bases de données
 - Pas de REX spécifiques aux synergies
- Facilité d'utilisation: - Logiciel « expert » - Nécessite une formation spécifique
- 1 2 3 4 5
▲ complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible pour les partenaires et sur demande	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non : Pas d'équipe commerciale en France ou à l'étranger			
Services complémentaires	Aucun			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Osmose a été utilisé dans le cadre de 15 à 20 projets de recherche	0 5 10 >20	▲	Nombre de projets
Exemples de projets	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation et optimisation d'un système énergétique urbain • Etude d'impact thermo-économique de l'installation d'une pile à combustible à oxydes solides dans un réseau de chaleur 			

Critères financiers

Coût de la solution	Le logiciel Osmose n'est pas commercialisé, mais l'éditeur est ouvert à un développement commercial de l'outil	Gratuit	100 €	1 000 €	5 000 €	/ entreprise
Coûts associés	Osmose nécessite une formation spécifique					

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	Matlab		
Connectivité	Osmose peut se connecter à la plupart des types de bases de données		



Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Princeps		Entreprise	Inst. public	
Périmètre Géographique :					

Princeps est une entreprise française réalisant des outils d'optimisation et de simulation principalement à l'échelle d'usines complexes comme des raffineries. Bien que n'ayant pas d'outils dédiés à l'écologie industrielle, Princeps conçoit des outils sur mesure à la demande. Leur réalisation la plus proche de l'écologie industrielle est un modèle d'optimisation énergétique du système énergétique de l'Arabie Saoudite

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- Les outils de Princeps n'intègrent pas d'outil d'accompagnement au recensement des flux
- + Le nommage des flux est libre et est réalisé soit directement par Princeps, soit par un utilisateur averti
- + L'ajout et la modification des flux se réalisent directement dans les tableaux Excel ou bases de données sans affecter les modèles d'optimisation et/ou de simulation
- + Dans le cas du projet en Arabie Saoudite, les points du réseau étaient géolocalisés par les coordonnées GPS et le nombre de flux était d'une dizaine

2 Identification des synergies

- + Princeps a une référence en identification des investissements énergétiques optimaux sur le long terme à l'échelle d'un territoire (projet avec le ministère de l'Énergie de l'Arabie Saoudite)
- Princeps n'a pas de référence en matière de recherche de synergies à l'échelle d'un parc industriel, mais cela est facilement réalisable sur mesure

3 Évaluation des synergies

- Princeps ne fait pas d'évaluation économique ni d'évaluation environnementale de type ACV

4 Gestion de projets

- Princeps n'intervient pas sur ce segment

5 REX des synergies

- Princeps n'intervient pas sur ce segment

Facilité d'utilisation

- Outil d'expert complexe
- + Possibilité d'avoir une interface graphique

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Développements sur mesure en quelques mois	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Bureaux à Paris			
Services complémentaires	<ul style="list-style-type: none"> • Prestation de conseil (étude de faisabilité, analyse coûts/bénéfices) • Formation 			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Les outils de Princeps sont utilisés par de nombreux pétroliers (BP, Total, Saudi Aramco, Sonatrach, etc)	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	Modélisation du système énergétique de l'Arabie Saoudite pour effectuer de la planification long terme (prise en compte de tous les flux énergétiques, ainsi que les flux d'eau)		

Critères financiers

Coût de la solution	Coûts pour des outils complexes de planification ou d'ordonnement dans l'industrie pétrolière :	Gratuit 100 € // 50 000 € 200 000 €	/ logiciel spécifique
Coûts associés	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de plusieurs jours au minimum • Prestation de conseil associée pour l'utilisation de l'outil 		

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	NC		
Connectivité	Possible car outils développés sur mesure		

Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Pré consultants		Entreprise	Inst. public	
Périmètre Géographique :					

Premier logiciel d'Analyse de Cycle de Vie utilisé au niveau mondial, le logiciel SimaPro permet d'évaluer l'impact environnemental d'un produit ou d'un procédé. Bien que n'étant pas dédié à des projets d'écologie industrielle, le logiciel SimaPro est considéré comme un outil important dans le domaine des évaluations environnementales, notamment en complément d'outils de modélisation

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
----------------------	-----	----------------------------	---------------------	-----------------------	----------------------

Modèle d'interaction	NA				
----------------------	----	--	--	--	--

Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres
---------------	-----------------	------------	----------------	----------------	---------------

1 Recensement des flux – SimaPro n'accompagne pas le recensement des flux

2 Identification des synergies – SimaPro ne permet pas d'identifier des synergies potentielles

3 Évaluation des synergies

- + SimaPro est un logiciel dédié à l'évaluation – notamment des synergies – sur les aspects environnementaux
- + L'évaluation environnementale passe par l'utilisation de scénarios et la comparaison par rapport à l'existant
- Le logiciel SimaPro ne permet pas d'effectuer automatiquement des évaluations économiques ou sociales, mais il est possible de rentrer des données pour pouvoir réaliser ces évaluations
- Le logiciel SimaPro ne permet pas de modéliser les systèmes

4 Gestion de projets

- SimaPro n'intègre pas d'outil de gestion de projet
- + Il est possible d'utiliser SimaPro de manière collaborative et de renseigner l'état d'avancement des simulations

5 REX des synergies – SimaPro n'intègre pas les REX des précédents projets

Facilité d'utilisation

- Logiciel « expert »
- Nécessite 2 jours de formation

1 2 3 4 5
▲ complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil Disponible depuis 1990

Abandonné En développement **Opérationnel**

Implantation en France Commercialisé par Evea-conseil

Services complémentaires Evea-conseil propose des prestations de formations, de conseil et de développement informatique

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme NC

0 5 10 >20
Nombre de projets

Exemples de projets NC

Critères financiers

Coût de la solution De 8 800€ pour une version « single user » à 12 000€ pour une version permettant de réaliser des développements

Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € **8 800 €**
/ entreprise

Coûts associés 1 250€ pour les deux jours de formation proposés par Evea Conseil

Critères techniques

OS **Windows** Macintosh Linux

Langage Delphi / langage propriétaire pour la base de données

Connectivité Couplage possible à un ERP, un SIG, etc. mais avec des coûts de développement importants



Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Technische Universität Wien		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

STAN (subSTance flow ANalysis) est un logiciel de *Material Flow Analysis* gratuit utilisant les chaînes de Markov (NUTS, HMC). STAN est principalement utilisé pour modéliser les processus d'une entreprise mais on peut étendre son application à des systèmes plus complexes. Sa principale utilité réside dans sa capacité à identifier des problèmes de cohérence des flux dans un système afin de l'optimiser

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- STAN ne propose pas d'accompagnement au recensement des flux
- + Il est possible d'importer des bases de données depuis Excel (uniquement)
- + STAN propose de nommer les flux en fonctions de deux catégories (caractéristiques chimiques ou noms communs), mais aussi d'indiquer les stocks de matières, les caractéristiques des flux, etc.
- + Il est possible de renseigner les processus et leurs fonctions de transformation associées afin de modéliser le système étudié

2 Identification des synergies

- STAN ne permet pas d'identifier automatiquement les synergies
- + Il est potentiellement possible d'identifier certaines synergies en utilisant la fonction de « *data reconciliation* » (qui permet d'identifier les incohérences dans le système et de l'optimiser) et en jouant sur la taille du système étudié

3 Évaluation des synergies

- + STAN permet de modéliser les éléments quantitatifs des synergies « imposées manuellement » au système et de l'optimiser dans son ensemble
- STAN ne permet pas d'effectuer des analyses économiques ou environnementales des synergies
- Il n'est pas possible de coupler le logiciel STAN avec des bases de données de type ACV ou avec d'autres outils

4 Gestion de projets

- STAN n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- STAN n'est pas conçu pour intégrer les REX des précédents projets

Facilité d'utilisation

- Logiciel « expert »

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 2006	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	Non			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	NC	0 5 10 >20	Nombre de projets
Exemples de projets	NC		

Critères financiers

Coût de la solution	Logiciel open source et donc gratuit	Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € / entreprise
Coûts associés	NA	

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	C++		
Connectivité	STAN est compatible avec Excel		



Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	Analytic Technologies		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

UCINET est un outil d'analyse de réseaux qui peut être utilisé dans des démarches d'écologie industrielle afin d'identifier les formes de coopérations préexistantes entre les entreprises. Il peut s'agir aussi bien de flux physiques que de liens sociaux dont l'analyse permet de centrer la recherche de synergies sur un groupe d'acteurs potentiellement plus enclins à concrétiser d'éventuelles synergies

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environnement.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- + En plus des flux physiques classiques, UCINET peut s'utiliser pour des flux sociaux, juridiques, administratifs pour analyser le jeu d'acteurs
- + Prise en compte aussi bien des liens de coopération que des liens antagonistes entre acteurs (via des entretiens, des CR de groupes de travail, de l'intrication des conseils d'administration, etc.)
- UCINET ne peut être utilisé que pour un type de flux à la fois

2 Identification des synergies

- UCINET ne fait pas d'identification des synergies

3 Évaluation des synergies

- + UCINET permet d'évaluer la probabilité de réalisation de synergies sur le plan social et humain à partir de la connaissance des liens préexistants afin de maximiser le taux de conversion
- Les résultats obtenus avec UCINET sont difficilement communicables aux parties prenantes du projet, principalement en raison de l'incompréhension de cette approche complexe

4 Gestion de projets

- UCINET ne fait pas de gestion de projet

5 REX des synergies

- UCINET ne prend pas en compte des REX de synergies

Facilité d'utilisation

- Nécessite des connaissances préalables sur la théorie des réseaux

1 2 3 4 5
 complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 2002 sous Windows	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Non			
Services complémentaires	Non			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	< 5	<p>0 5 10 >20 Nombre de projets</p>
Exemples de projets	Puerto Rico en Amérique, ports du Havre et de Marseille en France	

Critères financiers

Coût de la solution	<ul style="list-style-type: none"> • 150 \$ pour les universités et organismes gouvernementaux • 250 \$ pour les autres <p>Gratuit 100 \$ 150 - 250 \$ 1 000 \$ 5 000 \$ / entreprise</p>
Coûts associés	Formation nécessaire d'environ 1 jour pour une personne ayant déjà des connaissances scientifiques

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	NC		
Connectivité	NC		



Type d'outil	Logiciel	Plateforme	Propriétaire	Open source	Freeware
Initiateur	IFU Hamburg Gmbh		Entreprise	Instit. public	
Périmètre Géographique :					

Outil de modélisation des systèmes basé sur les réseaux de Pétri, Umberto est le logiciel de *Material Flow Analysis* le plus utilisé dans le monde. Umberto permet l'évaluation des bénéfices technico-économique des synergies en prenant en compte l'impact de celles-ci sur l'ensemble du système. Couplé à une base de données AVC, il permet également de réaliser des évaluations environnementales

Fonctionnalités

Fonctionnalités clés	SIG	Ident. auto. des synergies	Modélisation	Évaluation économique	Évaluation environn.
Modèle d'interaction	NA				
Types de flux	Matières	Eau	Énergie	Déchets	Autres

1 Recensement des flux

- Umberto ne propose pas d'accompagnement au recensement des flux
- = Le nommage des flux est flexible et peut intégrer tous les types de flux
- + Possibilité d'importer des bases de données depuis Excel
- + Evea-conseil met gratuitement à disposition des projets de symbiose industrielle une plateforme permettant le renseignement et l'actualisation des flux par les entreprises participantes

2 Identification des synergies

- Umberto n'est pas dédié à l'identification des synergies

3 Évaluation des synergies

- + Umberto permet de réaliser des évaluations économiques et environnementales (via la base de données Ecoinvent) d'un système
- + Umberto permet d'évaluer les synergies au niveau des coûts directs (matières et déchets) et indirects (amortissement des investissements, besoin en main-d'œuvre)
- + Via l'imposition de contraintes, il est possible d'intégrer des dimensions techniques ou réglementaires au système
- Umberto ne permet pas d'optimiser un système en fonction de critères

4 Gestion de projets

- Umberto n'intègre pas d'outil de gestion de projet

5 REX des synergies

- Umberto n'intègre pas les REX des projets et synergies
- + Evea-conseil a constitué une base de données des REX des synergies

Facilité d'utilisation

- Nécessite une formation spécifique
- Logiciel « expert »

1 2 3 4 5
▲ complexe facile

Critères commerciaux

Disponibilité de l'outil	Disponible depuis 1994	Abandonné	En développement	Opérationnel
Implantation en France	Commercialisé par Evea-conseil en France			
Services complémentaires	IFU Hamburg et Evea-conseil proposent des prestations de conseil			

Références et retours d'expérience

Nombre d'utilisation du programme	Umberto est utilisé par plus de 5 000 laboratoires de recherche et entreprises dans le monde	0 5 10 >20	▲	Nombre de projets
Exemples de projets	<ul style="list-style-type: none"> • Modélisation de smart grid • Modélisation et optimisation de processus productifs 			

Critères financiers

Coût de la solution	Le logiciel Umberto est commercialisé seul (9 900€) ou associé à la base de données Ecoinvent (11 900€). Des réductions sont possibles	Gratuit 100 € 1 000 € 5 000 € 9 900 €	▲	/ entreprise
Coûts associés	<ul style="list-style-type: none"> • Umberto nécessite une formation spécifique (1 250€ pour 2 jours) • L'acquisition de bases de données AVC est nécessaire pour l'évaluation environnementale des synergies potentielles 			

Critères techniques

OS	Windows	Macintosh	Linux
Langage	C/C++, Delphi		
Connectivité	La base de données GaBi est intégrée sur certaines versions		

4.3
section

Benchmark et analyse comparée

Benchmark et analyse comparée

Structure de l'analyse

A Analyse des tendances

Échelle géographique

Périmètre fonctionnel

Nature de l'initiateur

Modèle d'interaction

Type d'outil logiciel / plateforme

B Analyse comparée des fonctionnalités

Recensement des flux

Identification des synergies

Évaluation des synergies

Gestion de projet

Intégration des REX

C Focus « analyse radar »

BRIQ vs Synergie Québec

Presteo vs SYNERGie

SYNERGie vs eSymbiosis

Eco-Flow vs Osmose

SYNERGie vs Osmose

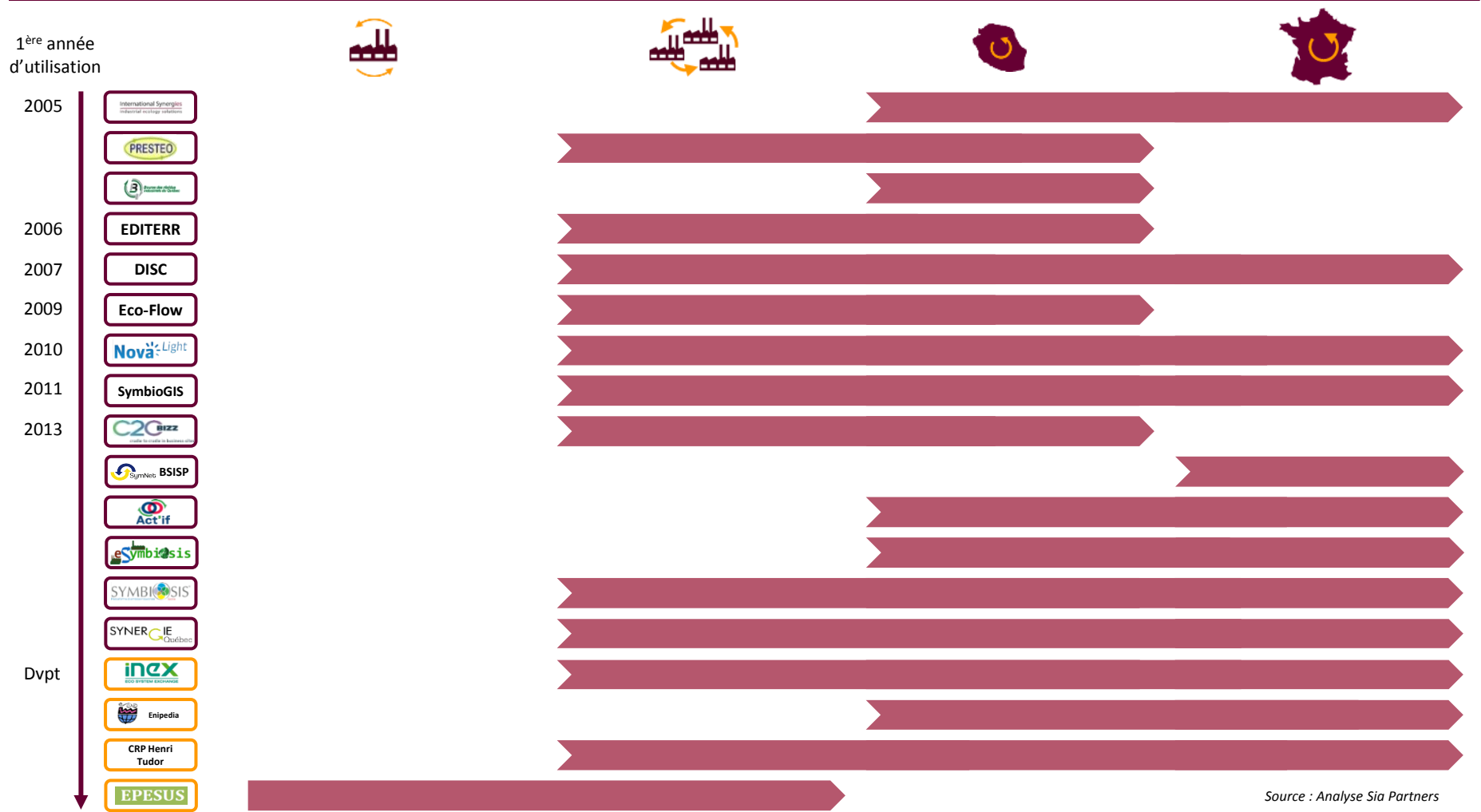
Benchmark et analyse comparée

A L'échelle géographique couverte par les outils dédiés tend à s'accroître

Légende

Opérationnel

En développement

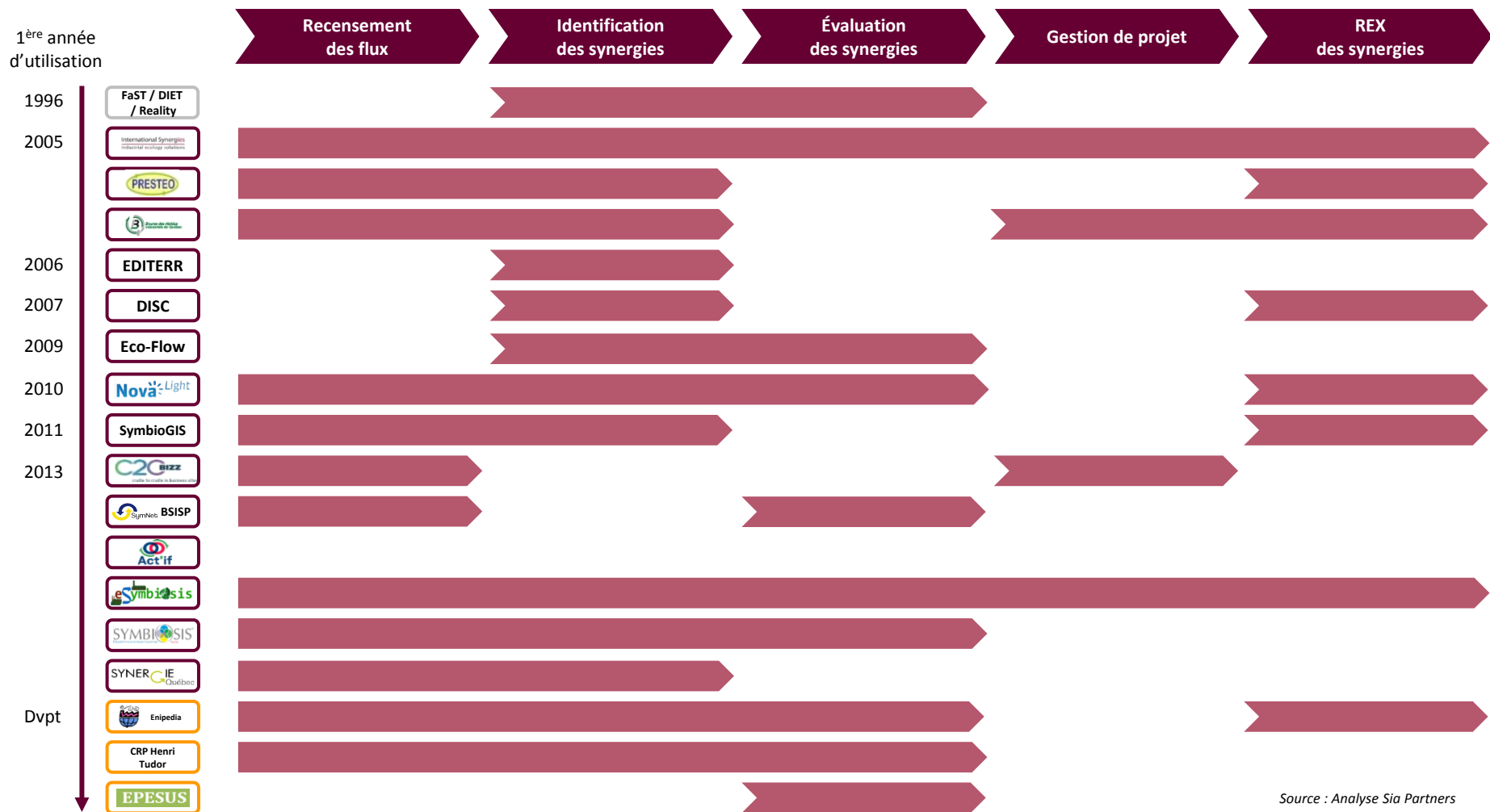


Source : Analyse Sia Partners

La majorité des outils dédiés à l'écologie industrielle se positionnent à l'échelle du parc industriel et du territoire ; la tendance étant à un élargissement des périmètres vers l'échelle nationale

Benchmark et analyse comparée

A Le périmètre fonctionnel des outils dédiés se concentre sur les phases amont



Source : Analyse Sia Partners

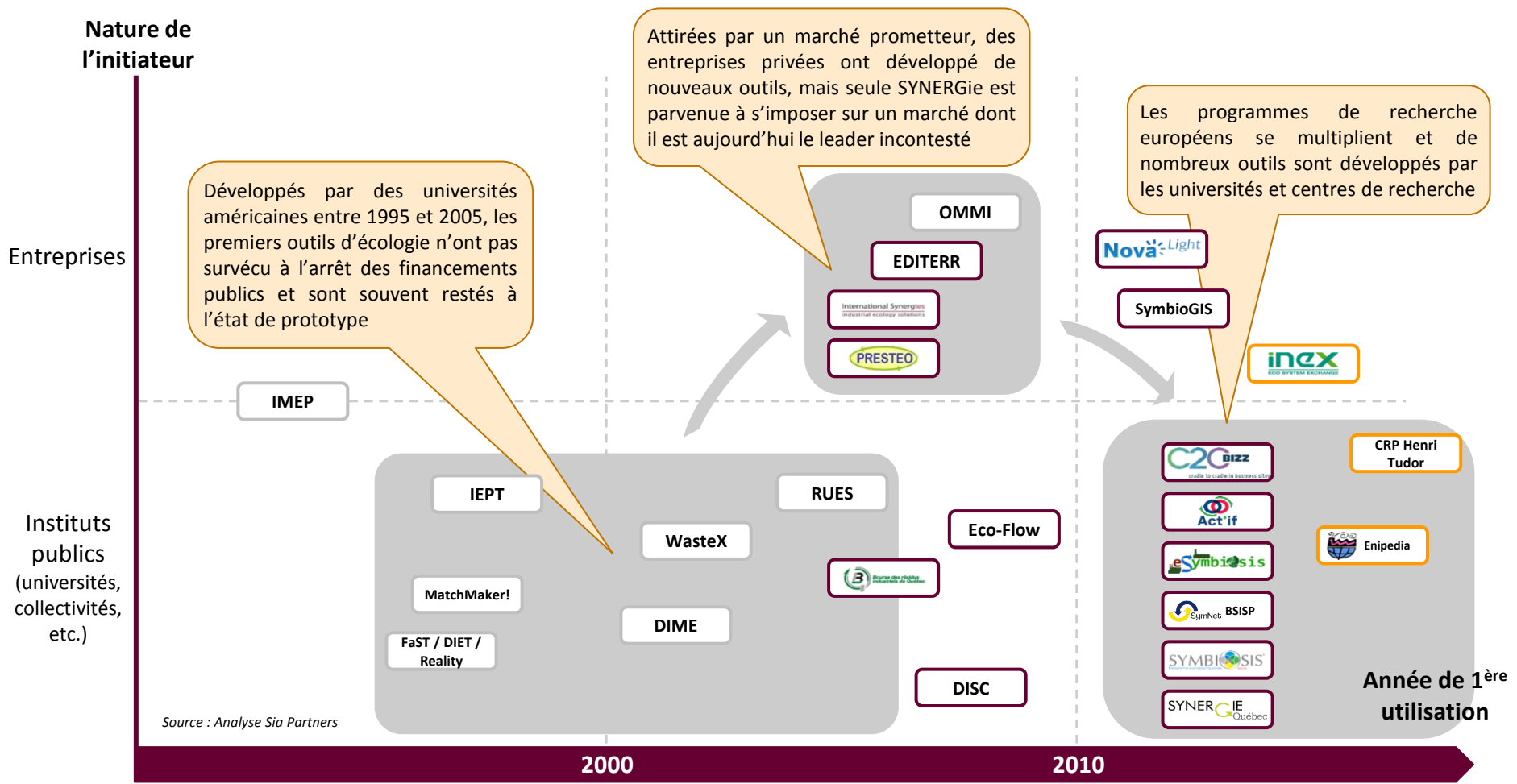
L'identification des synergies reste la principale fonctionnalité des outils dédiés à l'écologie industrielle, mais l'accroissement au recensement des flux et l'évaluation des synergies sont de plus en plus souvent proposés

Benchmark et analyse comparée

A La nature de l'initiateur a peu évolué depuis les années 1990

Légende

- Abandonné
- En développement
- Opérationnel



Malgré le développement d'offres portées par des entreprises privées au milieu des années 2000, le marché des outils d'aide à la décision en écologie industrielle reste **dominé par les solutions développées par les universités** dans le cadre de programmes de recherche

Benchmark et analyse comparée

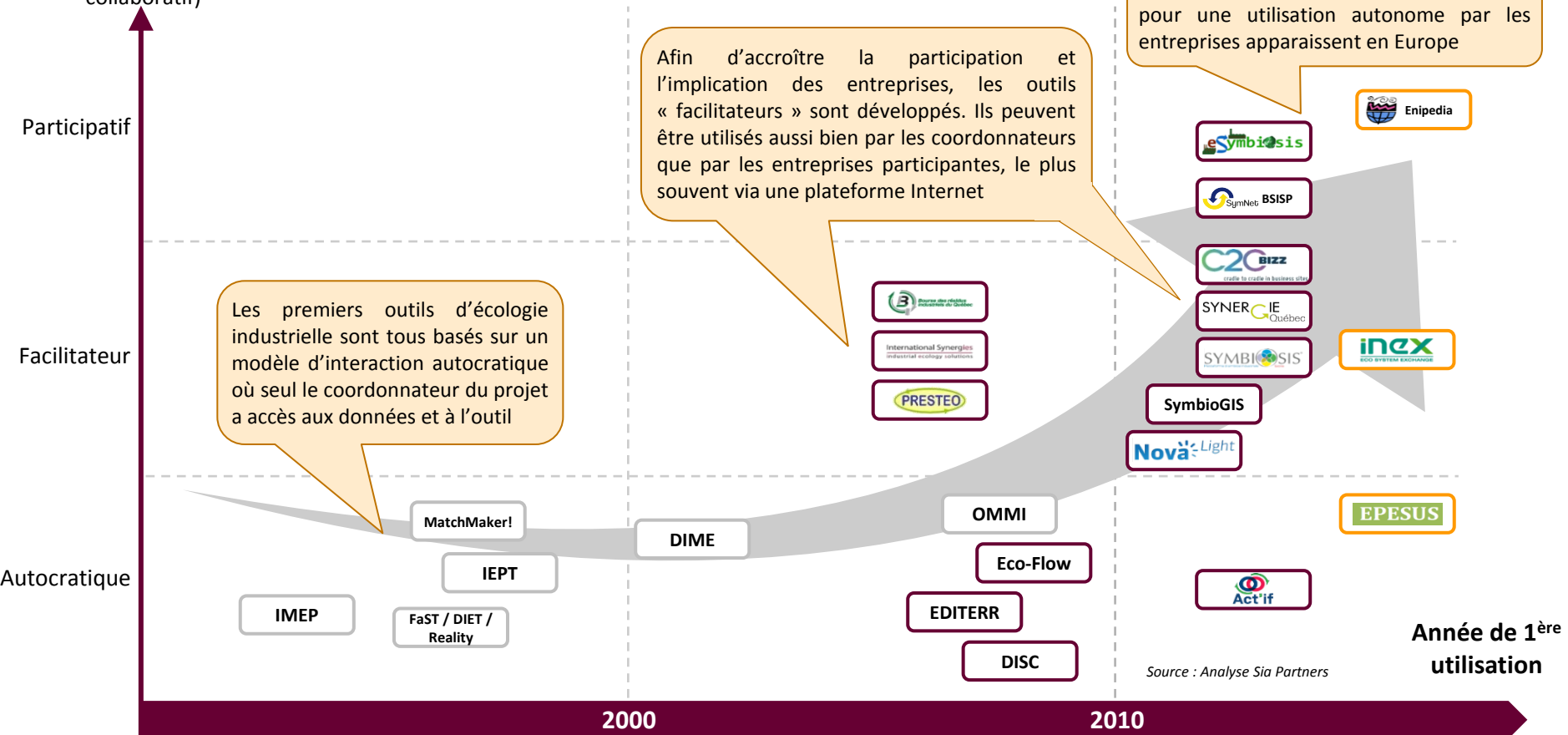
A Le **modèle d'interaction** des outils dédiés est de plus en plus collaboratif

Légende

- Abandonné
- En développement
- Opérationnel

Modèle d'interaction

(du moins au plus collaboratif)



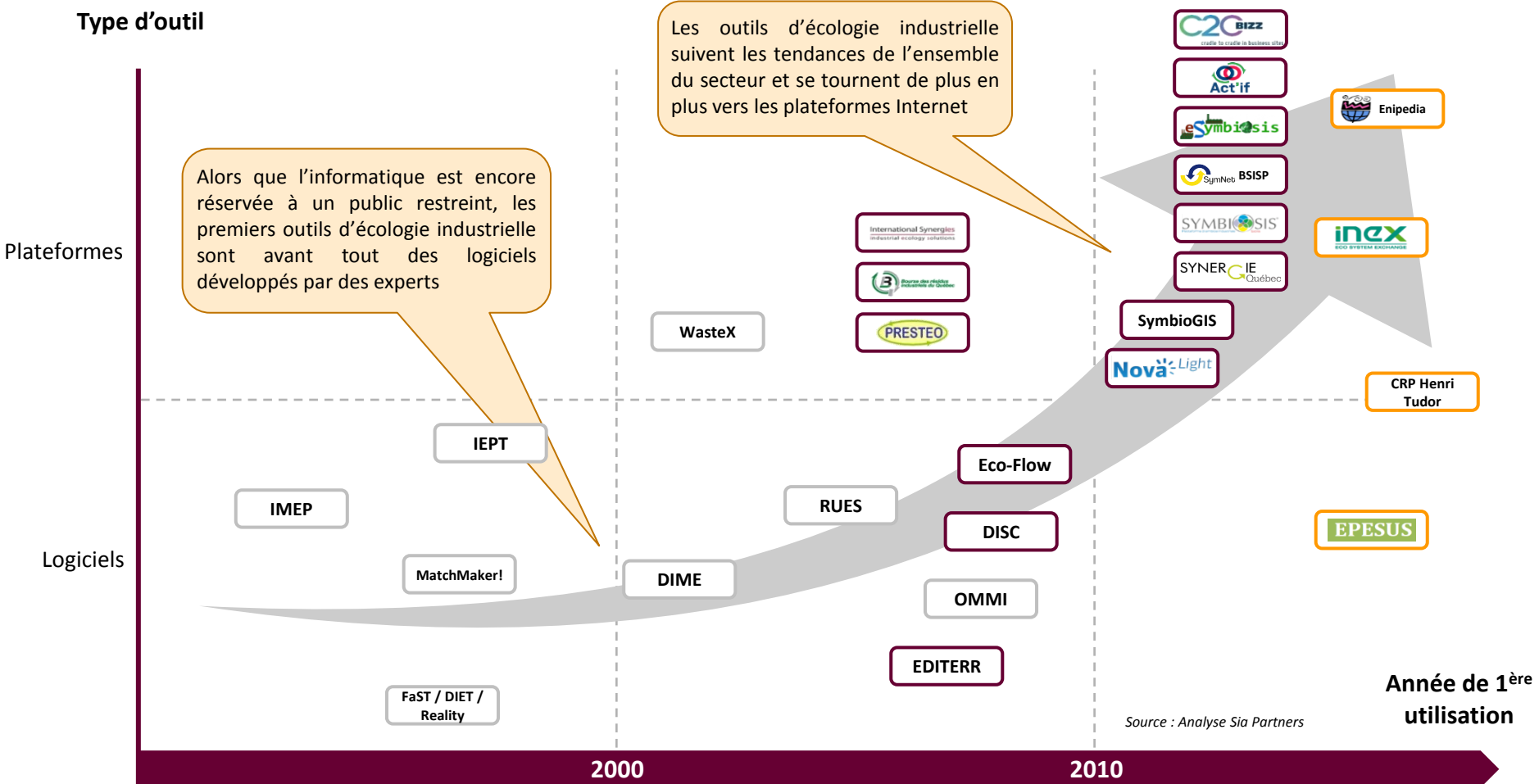
Même si des outils « autocratiques » continuent à être développés, la tendance du marché est à la prise en compte des **aspects sociaux et collaboratifs des projets** via le développement d'**outils « facilitateurs »**, et de plus en plus d'**outils « participatifs »**

Benchmark et analyse comparée

A Le type d'outil évolue vers les plateformes Internet

Légende

- Abandonné
- En développement
- Opérationnel



Alors que les logiciels dominaient jusqu'au milieu des années 2000, les outils dédiés à l'écologie industrielle suivent les avancées technologiques et se tournent désormais vers des plateformes en ligne

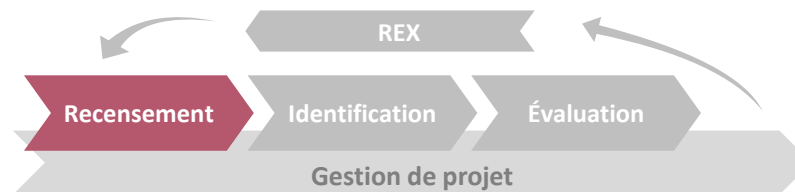
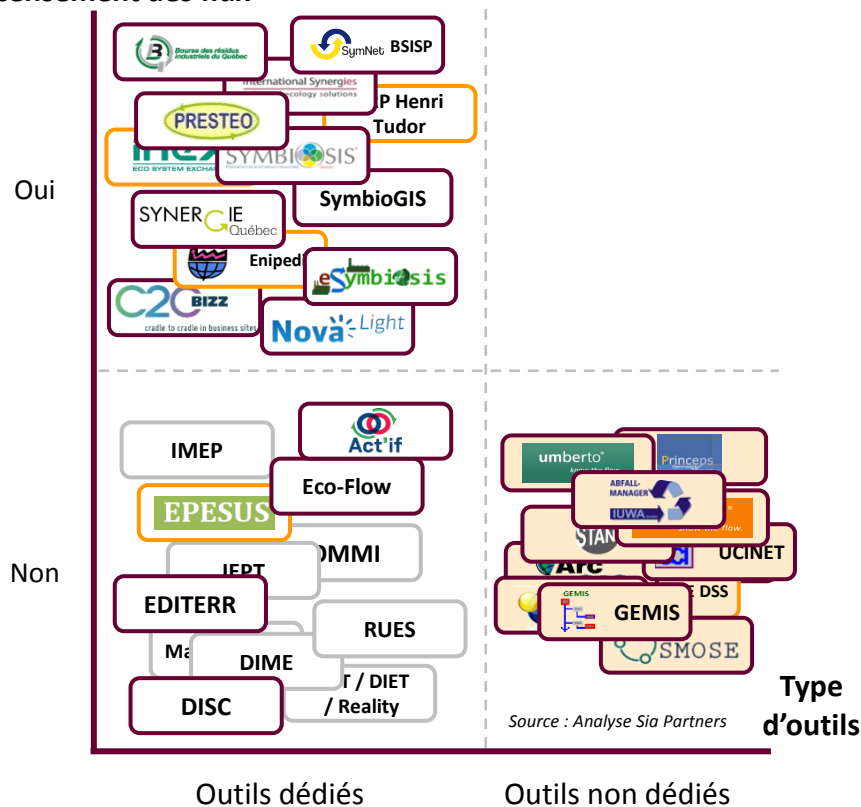
Benchmark et analyse comparée

B Le recensement des flux est de plus en plus accompagné par les outils



Cartographie des outils sur le recensement des flux

Fonctionnalités de recensement des flux



État des lieux

Étape préliminaire la **plus longue et la plus coûteuse**, le recensement des flux est la phase des projets où les **besoins sont les plus importants**. La majorité des outils dédiés proposent des fonctionnalités de recensement des flux, principalement au travers d'une taxonomie structurant les données et/ou d'un accès à distance via une plateforme en ligne

Appui apporté par les outils

- **Plateformes Internet** pour faciliter le renseignement et l'actualisation des flux par les participants et coordonnateurs
- **Taxonomies** légales ou spécialement conçues ; libres ou imposées
- **Arborescence structurée ou moteurs de recherches** pour sélectionner rapidement un flux
- **Outils d'ingénierie ontologique** pour permettre un nommage des flux libres tout en assurant une cohérence d'ensemble

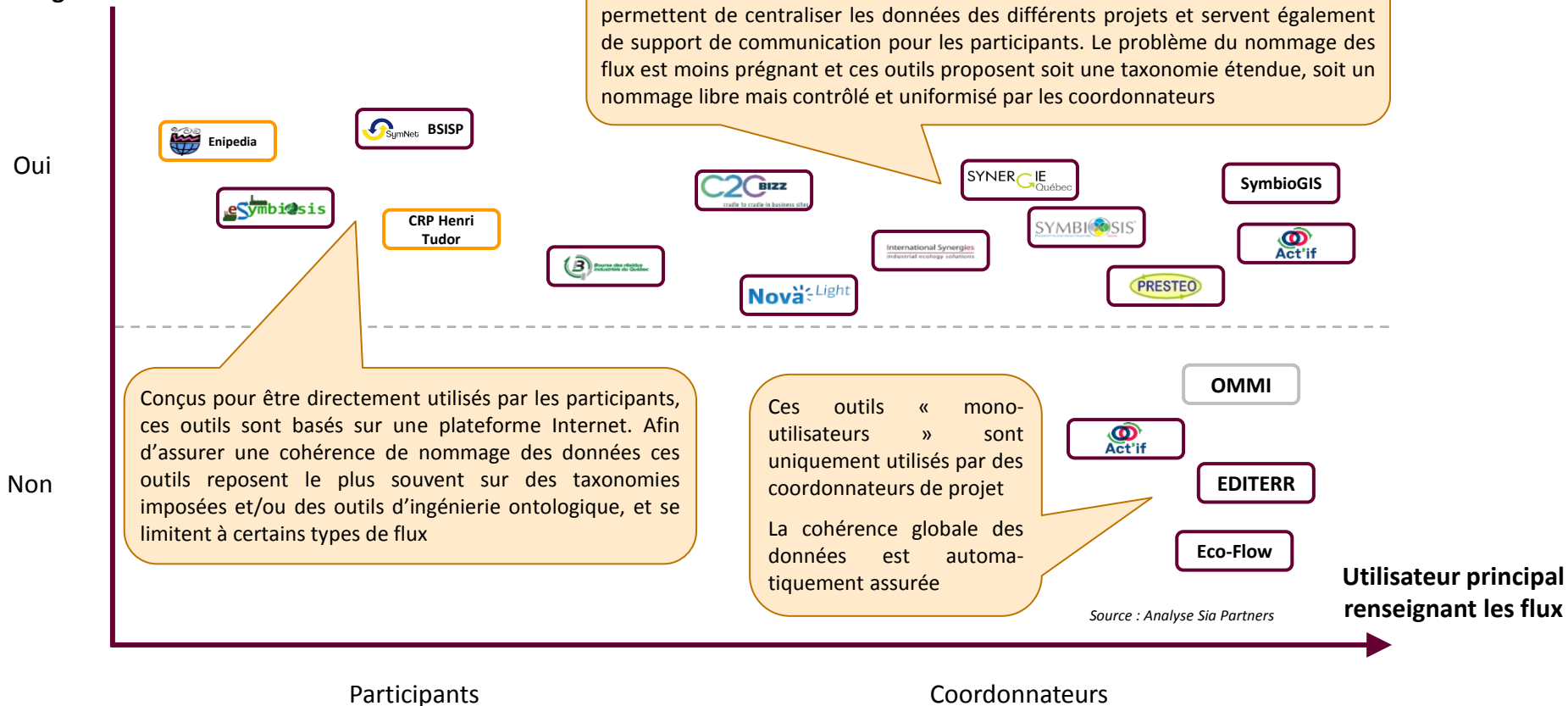
Benchmark et analyse comparée

B Le recensement des flux passe majoritairement par les coordonnateurs

Légende

- Abandonné
- En développement
- Opérationnel

Plateforme permettant le renseignement des flux



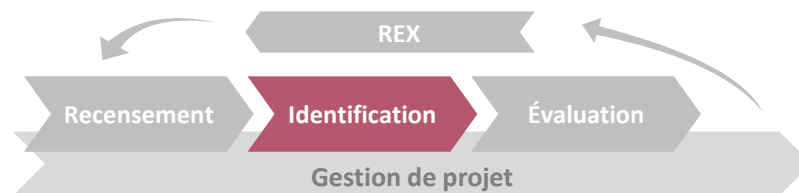
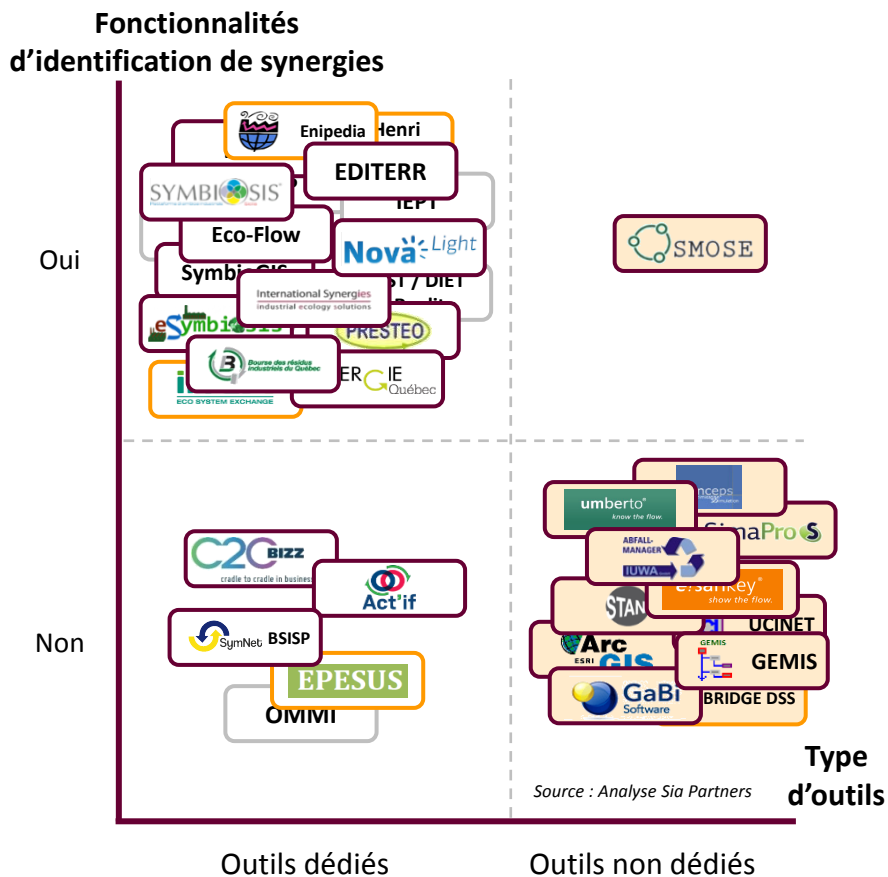
Malgré le développement des plateformes Internet, le renseignement des flux est majoritairement effectué par les coordonnateurs qui assurent la cohérence du nommage des flux

Benchmark et analyse comparée

B L'identification des synergies est la fonctionnalité centrale des outils dédiés



Cartographie des outils sur l'identification des synergies



État des lieux

L'identification des synergies entre entreprises est la **fonctionnalité centrale** des outils d'écologie industrielle et explique l'engouement initial des acteurs du terrain pour ces outils. Les outils d'identification couplés à de la **pré-évaluation** comblent les importantes lacunes des simples outils de « **matching** » qui se sont révélés décevants car les synergies identifiées étaient pour la plupart irréalisables

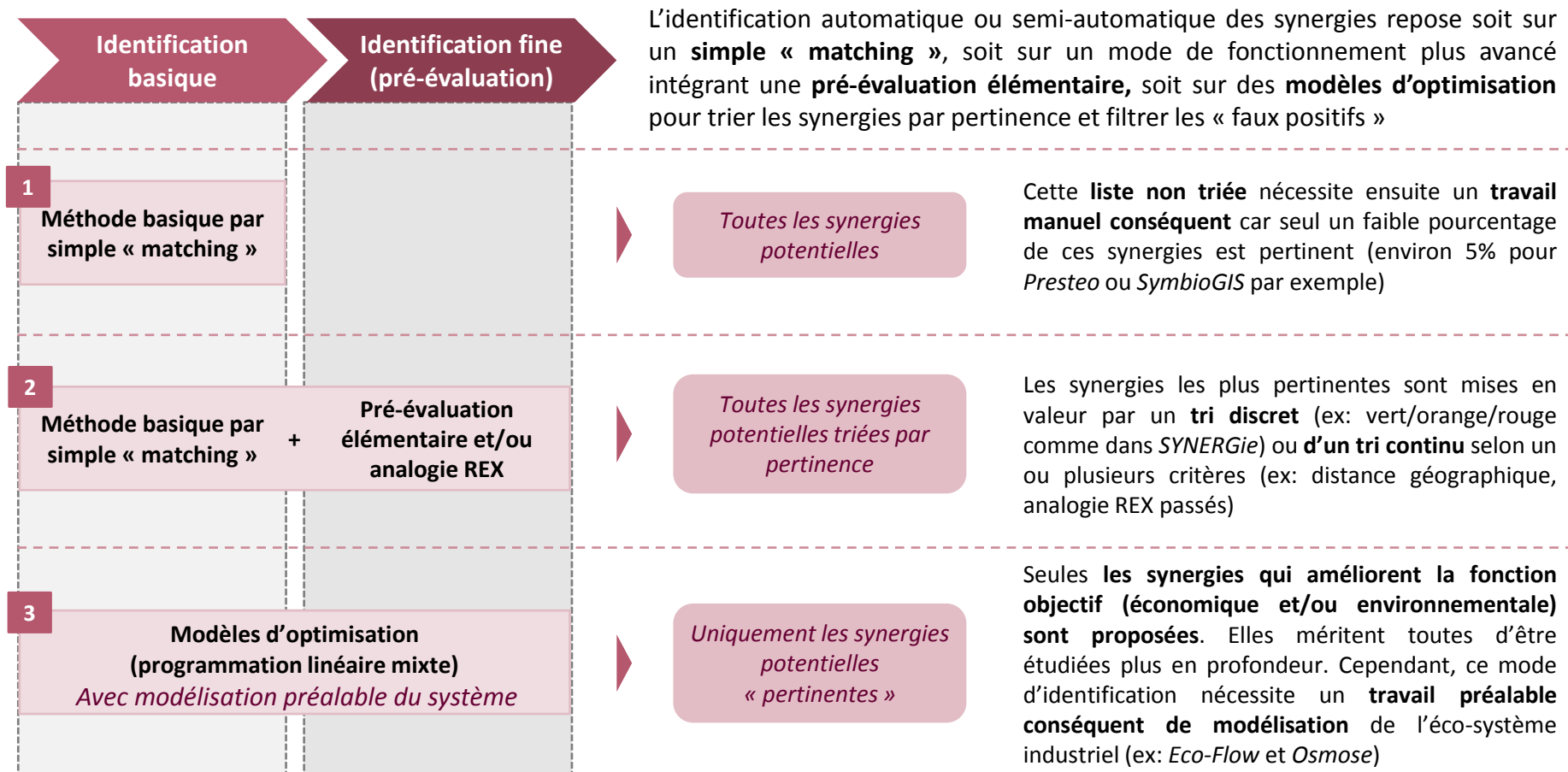
Appui apporté par les outils

- Identification de **synergies de substitution et de mutualisation**
- Identification des **correspondances directes** entre deux flux, mais également de **correspondances indirectes** entre deux flux différents mais transformables afin de créer une synergie
- Identification de synergies entre entreprises déjà implantées et de **synergies prospectives**
- **Pré-évaluation** des synergies potentielles afin de filtrer automatiquement les « faux positifs* » sur des critères techniques, économiques et environnementaux ; parfois appuyés par l'intégration des retours d'expérience

* Le terme de « faux positifs » désigne les synergies non pertinentes identifiées par un outil

Benchmark et analyse comparée

B Identification : la pertinence des synergies identifiées dépend du **mode de fonctionnement** des outils



Calculs réalisés sur l'intégralité des entreprises du projet

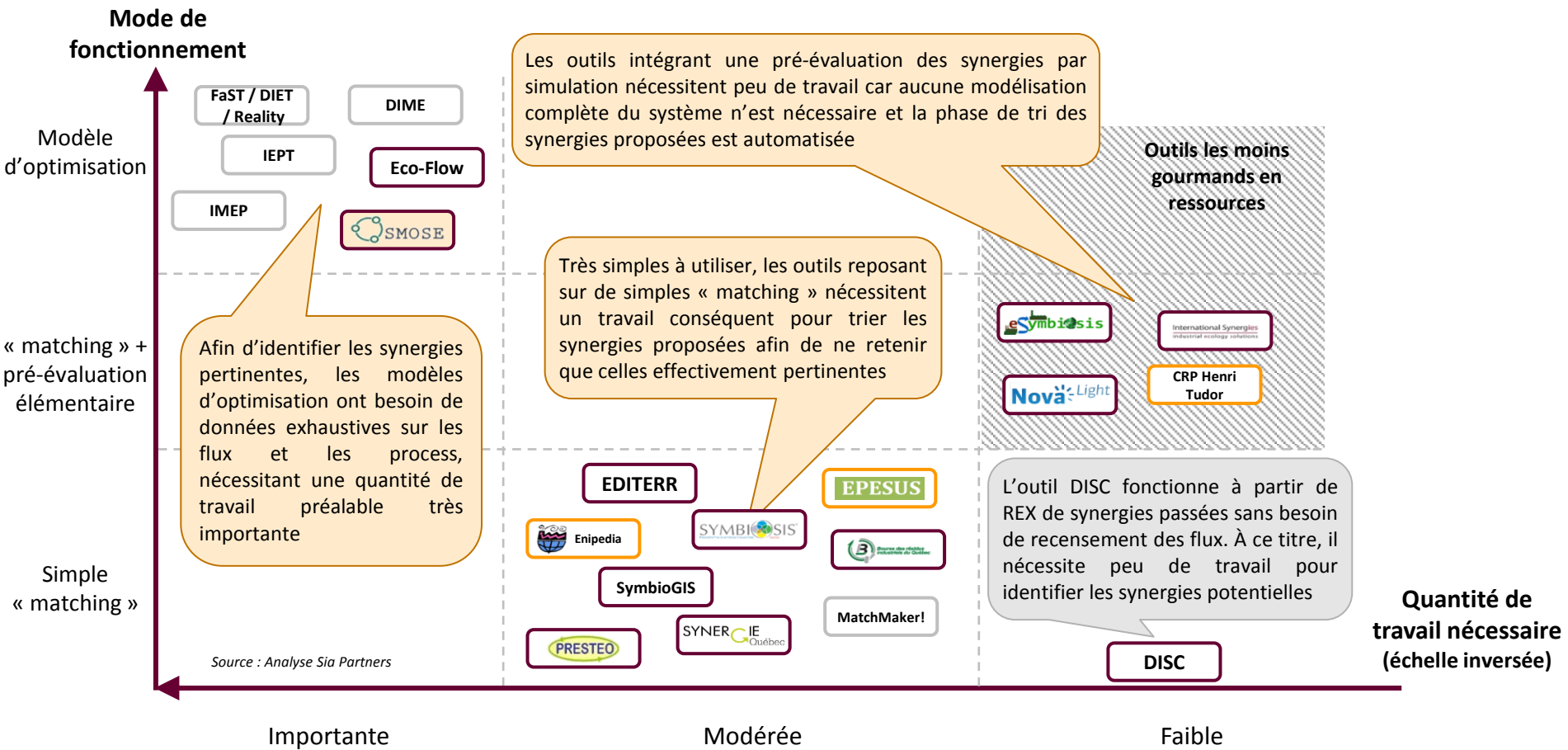
Seuls les modes de fonctionnement intégrant une **pré-évaluation par simulation ou optimisation** fournissent des résultats satisfaisants aux acteurs du terrain car ils permettent de **limiter les résultats aux synergies les plus pertinentes**

Benchmark et analyse comparée

B Identification : la pré-évaluation minimise les besoins en ressources humaines

Légende

- Abandonné
- En développement
- Opérationnel



Alors que les outils de modélisation nécessitent un pré-travail important afin de **modéliser l'ensemble du système**, les outils de simple « matching » nécessitent un post-travail conséquent pour **trier les résultats** proposés. Seuls les outils de « matching » couplés à une fonction de pré-évaluation présente un faible besoin en main-d'œuvre

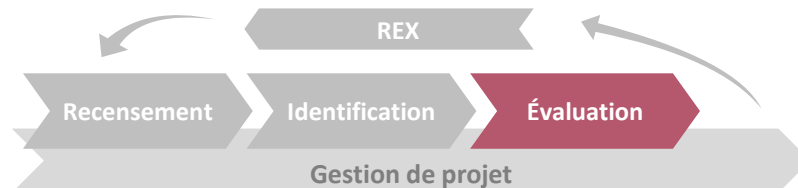
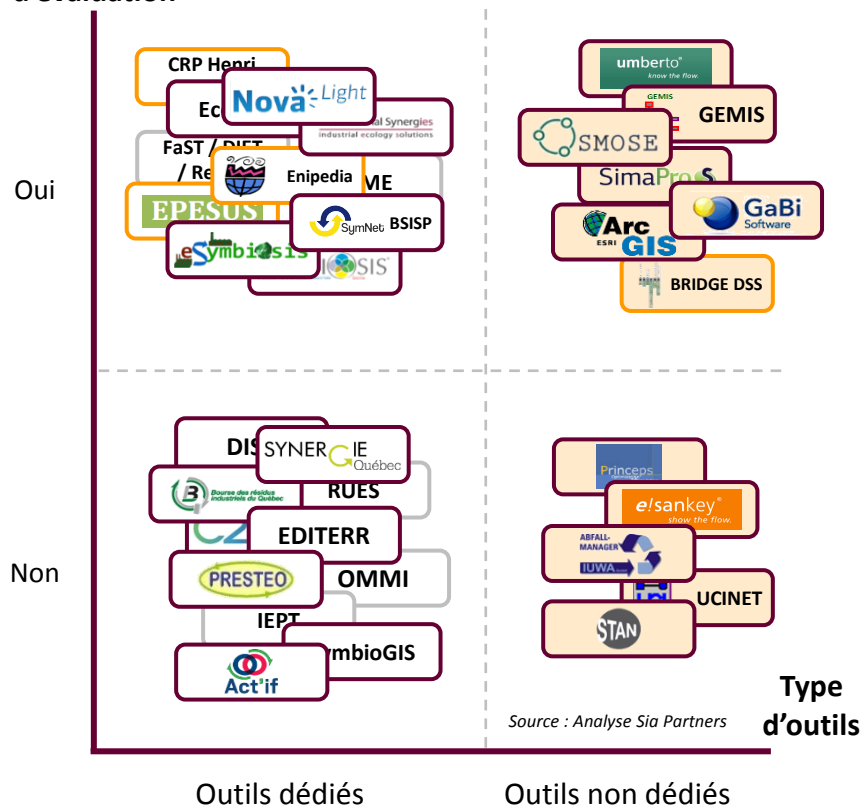
Benchmark et analyse comparée

B Les fonctions d'évaluation des outils dédiés sont assez limitées



Cartographie des outils sur l'évaluation des synergies

Fonctionnalités d'évaluation



État des lieux

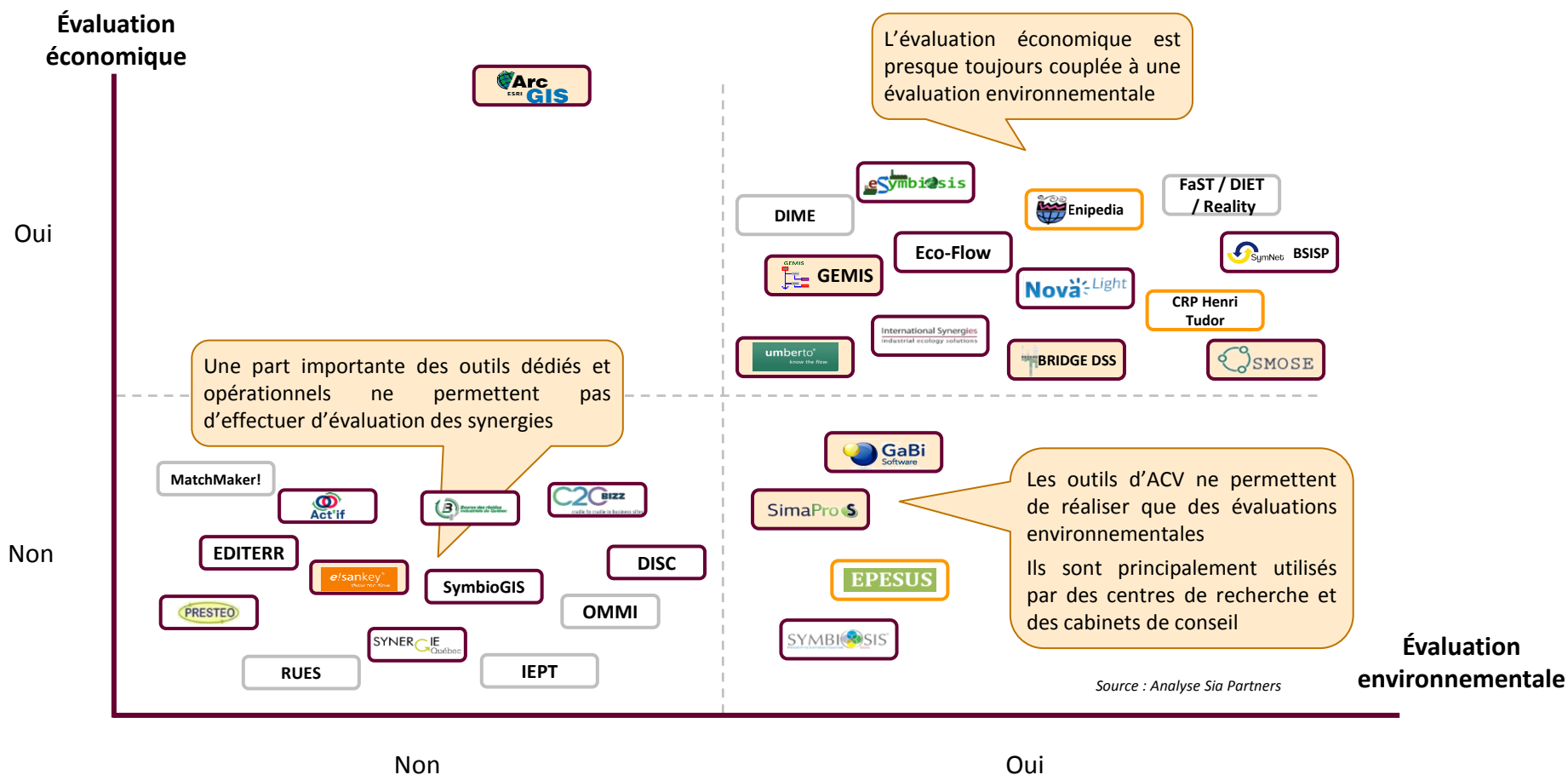
Bien qu'une part importante des outils d'écologie industrielle propose des fonctions d'évaluation des synergies, celles-ci sont la plupart du temps assez sommaires et reposent sur des **méthodes simplifiées** par rapport aux outils dédiés à cette fonction. Cela explique pourquoi les coordonnateurs utilisent parfois des **outils non-dédiés spécialisés** sur cette phase des projets

Appui apporté par les outils

- **Évaluation économique** des synergies, le plus souvent limitée à une simple valorisation des quantités échangées mais les outils non-dédiés offrent des fonctionnalités plus poussées
- **Évaluation environnementale** via une analyse du cycle de vie, les outils spécialisés dans ce domaine étant les plus puissants
- **Évaluations réglementaires et techniques**, rarement proposées et souvent limitées à un type de flux ou à de simples calculs de distance entre les entreprises

Benchmark et analyse comparée

B Evaluation : peu d'outils dédiés permettent de réaliser des évaluations des synergies



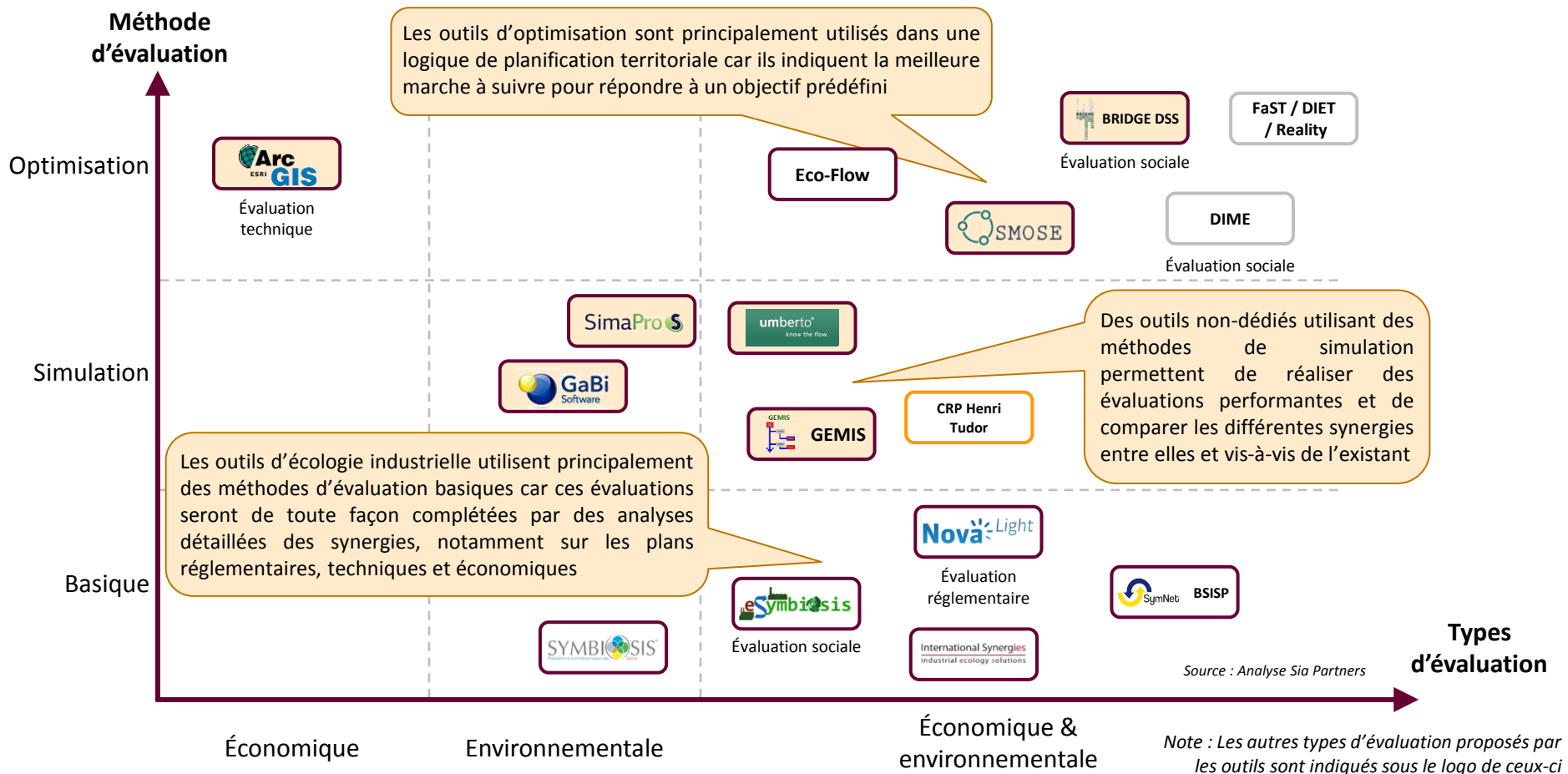
Alors que cette étape est un préalable indispensable à leur mise en œuvre, beaucoup d'outils dédiés à l'écologie industrielle et opérationnels ne proposent pas d'évaluation des synergies. Les outils proposant cette fonctionnalité permettent le plus souvent de réaliser des évaluations à la fois économiques et environnementales

Benchmark et analyse comparée

B Evaluation : des méthodes d'évaluation coexistent et répondent à des besoins différents

Légende

Abandonné	En développement	Outils non-dédiés
		Opérationnel



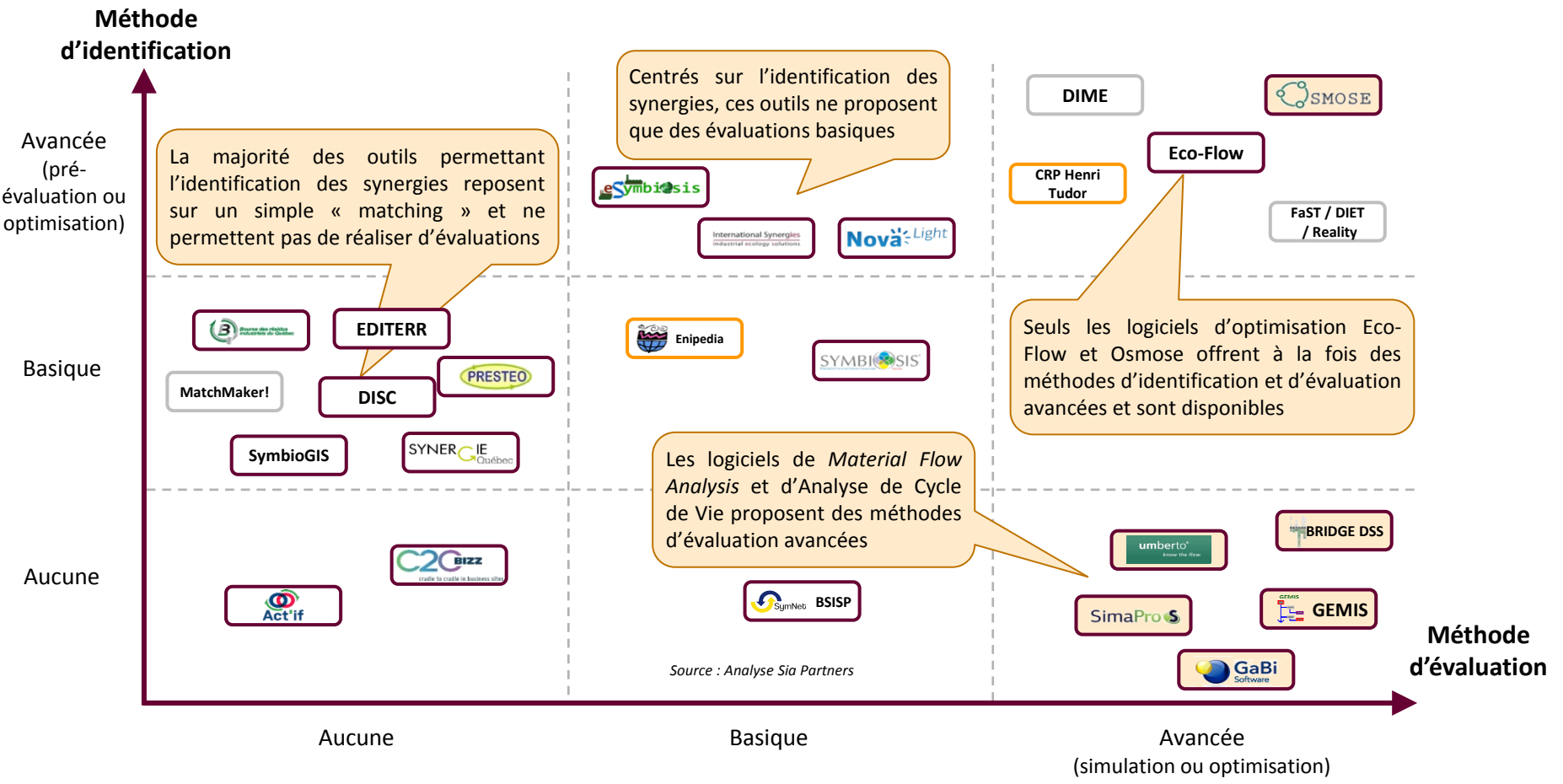
La majorité des outils dédiés à l'écologie industrielle proposant des fonctions d'évaluation utilisent des **méthodes basiques** car cette étape devra être **complétée par des analyses détaillées**, éventuellement en utilisant des **logiciels non-dédiés de simulation**
 Eco-Flow est le **seul outil d'optimisation dédié** à l'écologie industrielle disponible sur le marché

Benchmark et analyse comparée

B Evaluation : identification et évaluation avancées sont rarement combinées

Légende

Abandonné	En développement	Outils non-dédiés
		Opérationnel



Alors que la majorité des outils dédiés n'utilisent pas de méthodes d'évaluation avancées et que les outils de *Material Flow Analysis* et d'Analyse de Cycle de Vie ne permettent pas d'identifier les synergies, les **outils d'optimisation** sont les seuls à permettre à la fois **une identification et une évaluation avancées**

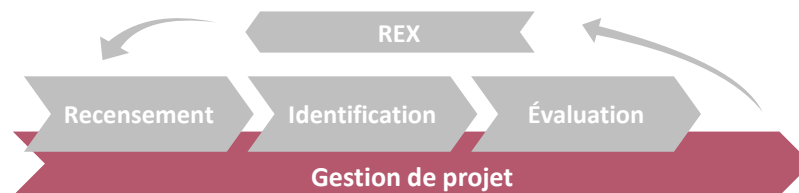
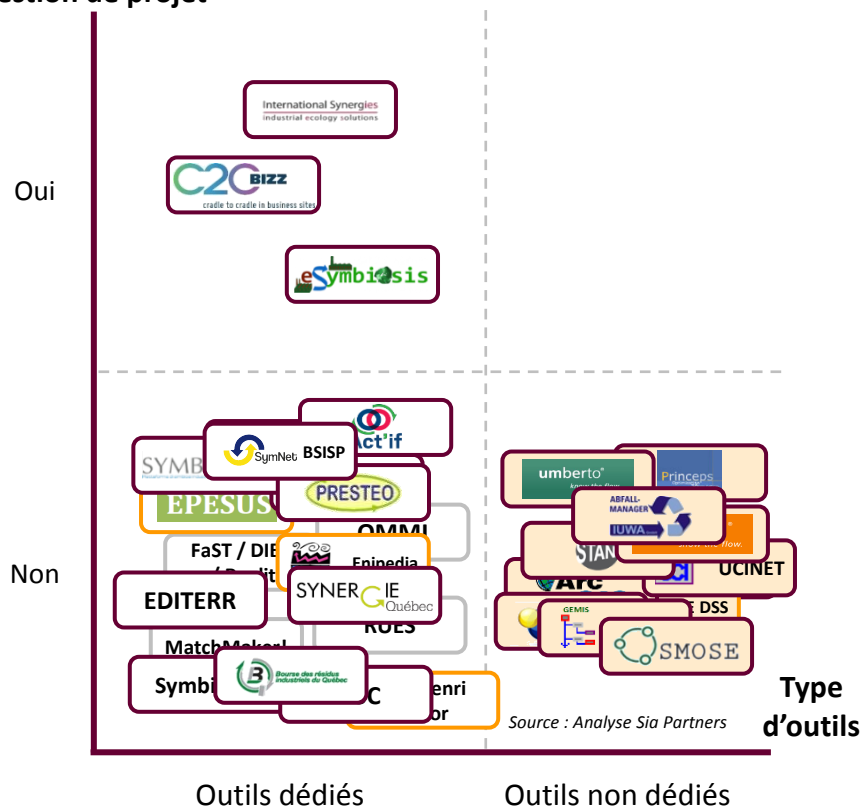
Benchmark et analyse comparée

B Les fonctionnalités de **gestion de projet** sont rarement proposées par les outils



Cartographie des outils sur la gestion de projet

Fonctionnalités de gestion de projet



État des lieux

Alors que l'un des principaux freins à la réalisation des synergies se situe dans **l'implication et la motivation des acteurs**, seuls quelques outils d'écologie industrielle proposent des fonctionnalités utiles à la gestion de projet. Celles-ci sont néanmoins **très limitées et rarement utilisées** par les participants aux projets

Appui apporté par les outils

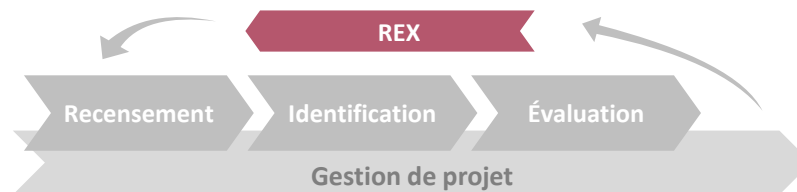
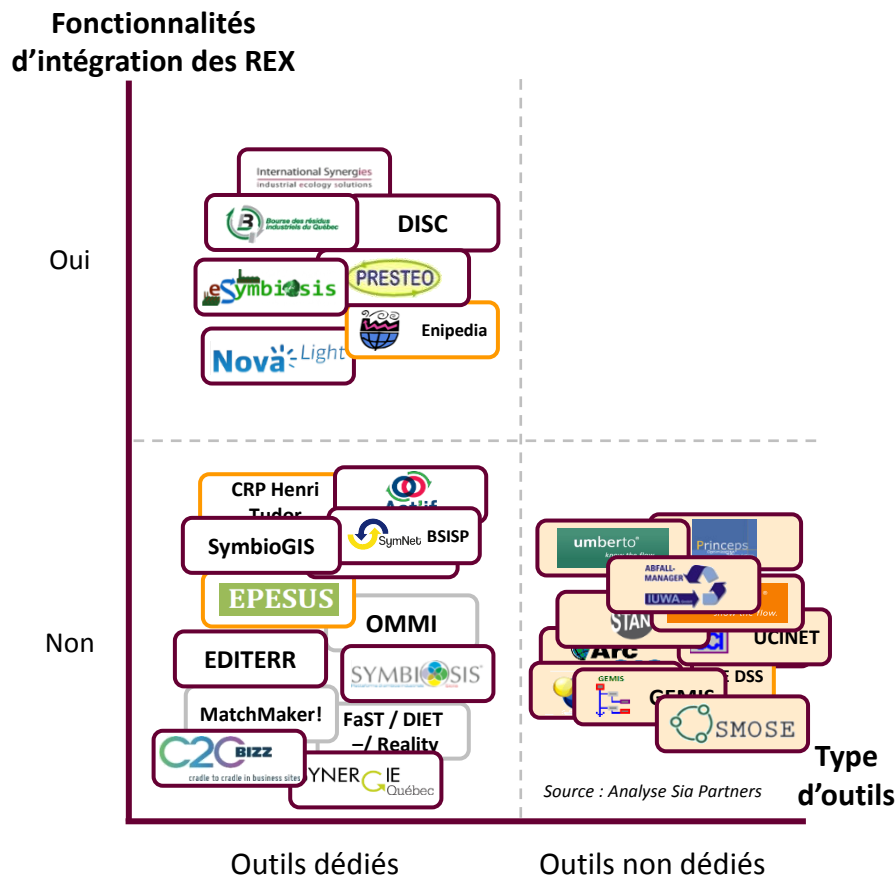
- Le **suivi des synergies** permet aux entreprises de suivre pas à pas les étapes de réalisation des synergies, certains outils proposant même d'analyser les barrières rencontrées
- Les **statistiques descriptives** proposées par certains outils permettent aux participants de suivre les réalisations des projets

Benchmark et analyse comparée

B L'intégration des retours d'expérience est une fonctionnalité clé peu répandue



Cartographie des outils sur l'intégration des REX



État des lieux

L'intégration des retours d'expérience des précédents projets est une **fonction rarement intégrée** aux outils d'écologie industrielle alors que celle-ci permet **d'améliorer et de faciliter** les étapes de recensement, d'identification et d'évaluation des synergies. SYNERGie et eSymbiosis se distinguent par l'utilisation de la base de données du NISP et de ses 15 000 entreprises recensées

Appui apporté par les outils

- L'intégration des REX pour l'identification permet de limiter la sélection des synergies à celles présentant les plus fortes probabilités de réalisation, notamment en sélectionnant les types de flux à fort potentiel et en rejetant les synergies ayant rencontrées de trop fortes barrières à leur réalisation
- L'intégration des REX pour l'évaluation permet d'affiner les évaluations des synergies, notamment sur les aspects réglementaires et techniques

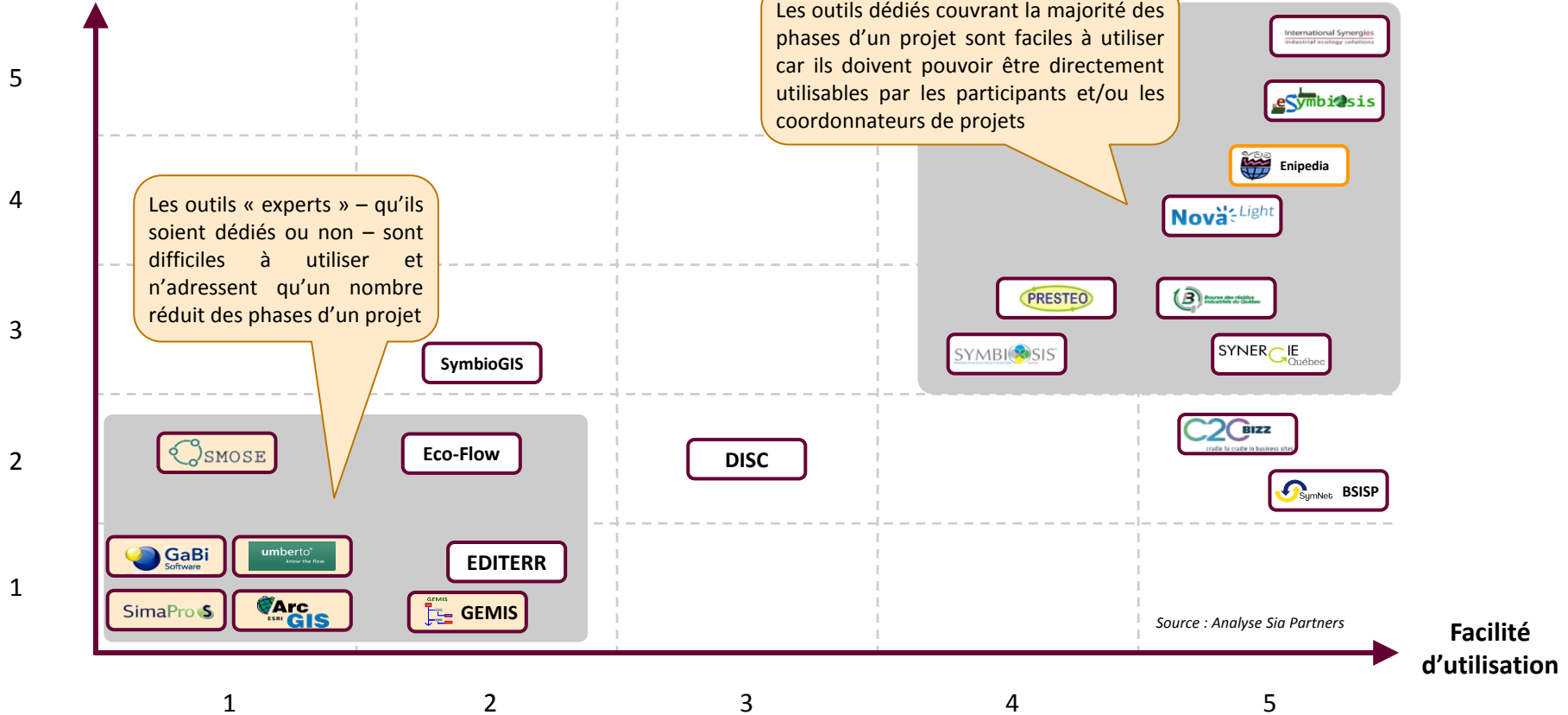
Benchmark et analyse comparée

B Le périmètre fonctionnel et la facilité d'utilisation sont étroitement liés

Légende

- Abandonné
- En développement
- Outils non-dédiés
- Opérationnel

Nombre de phases sur lesquelles l'outil est utilisé



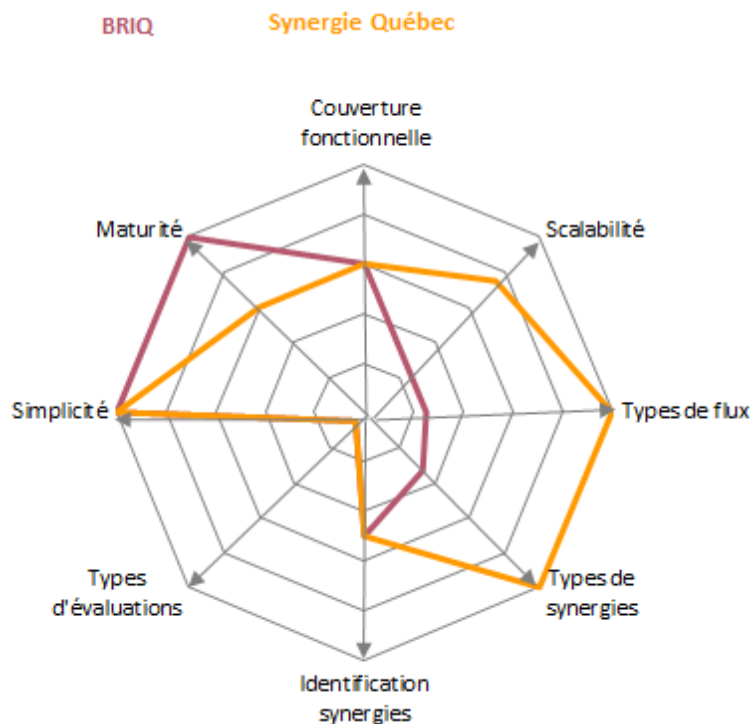
Les outils répondant à l'ensemble des besoins d'un projet sont plus faciles à utiliser car ils ont été développés pour être **directement utilisables par les participants** aux projets ; à l'inverse les outils spécifiques à une ou deux phases seulement s'adressent généralement **aux coordonnateurs et aux experts**

Benchmark et analyse comparée

C BRIQ vs Synergie Québec : des bourses de déchets aux outils d'écologie industrielle

Développées toutes deux par le CTTEI au Canada à 8 ans d'intervalle, les plateformes BRIQ (Bourse des Résidus Industriels du Québec, 2005) et Synergie Québec (2013) sont un bon exemple de l'évolution des outils d'écologie industrielle, historiquement limités à des bourses de déchets, ceux-ci ont progressivement intégré de nouvelles fonctionnalités afin d'accompagner les projets

Comparaison des outils BRIQ et Synergie Québec



Source : Analyse Sia Partners

Une généralisation vers des flux autres que les déchets

Alors que la plateforme BRIQ n'est dédiée qu'aux déchets et n'intègre donc que ce type de flux, Synergie Québec est conçue pour prendre en compte **les types de flux les plus courants** : matières, déchets, énergie et eau. Elle n'a cependant pas vocation à prendre en compte tous les types de flux et se limite à une taxonomie d'une centaine de flux

Des synergies de substitution à l'ensemble des types de synergies

En tant que bourse de déchets, la BRIQ a pour vocation de mettre en relation les entreprises afin que celles-ci puissent échanger leurs déchets. À ce titre, la BRIQ n'identifie que les synergies de substitution existantes. Synergie Québec prolonge les fonctionnalités de la BRIQ en permettant d'identifier à la fois les **synergies de substitution et de mutualisation**, qu'elles soient **existantes ou prospectives**

Des outils plus flexibles en termes de périmètre géographique

Pour accompagner la prise en compte de nouveaux types de flux qui ne peuvent être valorisés qu'au niveau local (en particulier les flux d'énergie et d'eau), Synergie Québec est conçue pour prendre en compte les synergies **aussi bien à l'échelle du parc industriel qu'au niveau national**

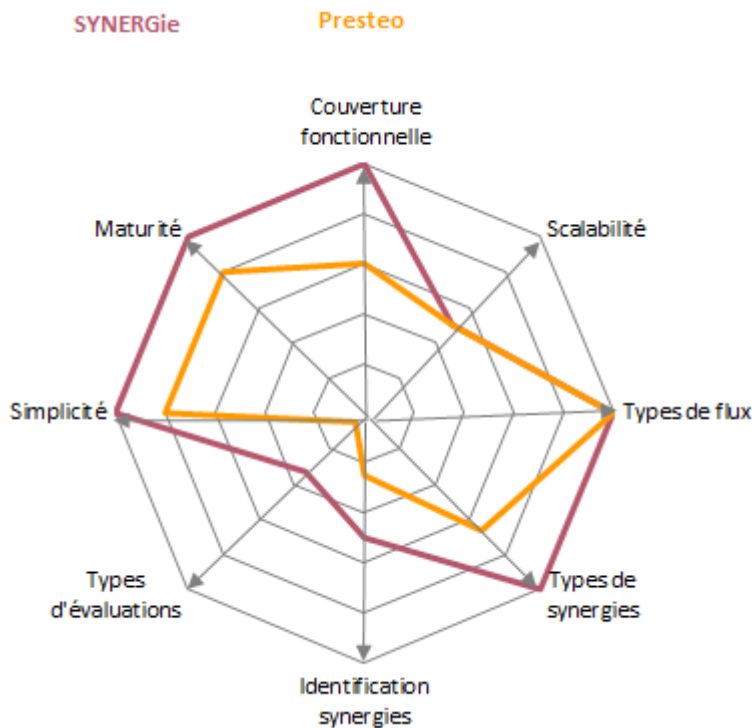
Prenant en compte **davantage de types de flux** et identifiant **tous les types de synergies**, Synergie Québec est conçue pour être utilisée sur des **périmètres géographiques plus larges** que son ancêtre la BRIQ

Benchmark et analyse comparée

c SYNERGie vs Presteo : un leadership justifié de SYNERGie

Lancées toutes deux en 2005, les plateformes SYNERGie et Presteo sont les deux outils d'écologie industrielle les plus utilisés sur les projets. SYNERGie dépasse son principal concurrent sur l'ensemble des caractéristiques étudiées

Comparaison des outils SYNERGie et Presteo



Source : Analyse Sia Partners

Une couverture fonctionnelle globale

Limitée sur les phases de recensement des flux et d'identification des synergies, Presteo n'a pas réussi à répondre aux besoins des projets, contrairement à SYNERGie qui propose également des **fonctions d'évaluation**, de **gestion de projets** et de **prise en comptes des REX**

L'identification des synergies comme facteur clé de succès

Alors que Presteo repose sur une méthode d'identification basée sur un simple « matching » effectué via des requêtes, SYNERGie intègre une **fonction de pré-évaluation** prenant en compte les REX des précédents projets afin de prioriser les résultats en fonction de leur pertinence supposée. En réduisant considérablement le travail post-identification, SYNERGie s'est imposée comme l'outil de référence sur le marché

Une fonction d'évaluation appréciée par les projets

SYNERGie permet d'évaluer les synergies identifiées sur les aspects **économiques et environnementaux** alors que Presteo ne propose pas cette fonctionnalité. Bien que la méthode d'évaluation utilisée par SYNERGie soit basique, celle-ci permet aux projets de sélectionner rapidement les synergies les plus pertinentes avant de réaliser des analyses plus poussées

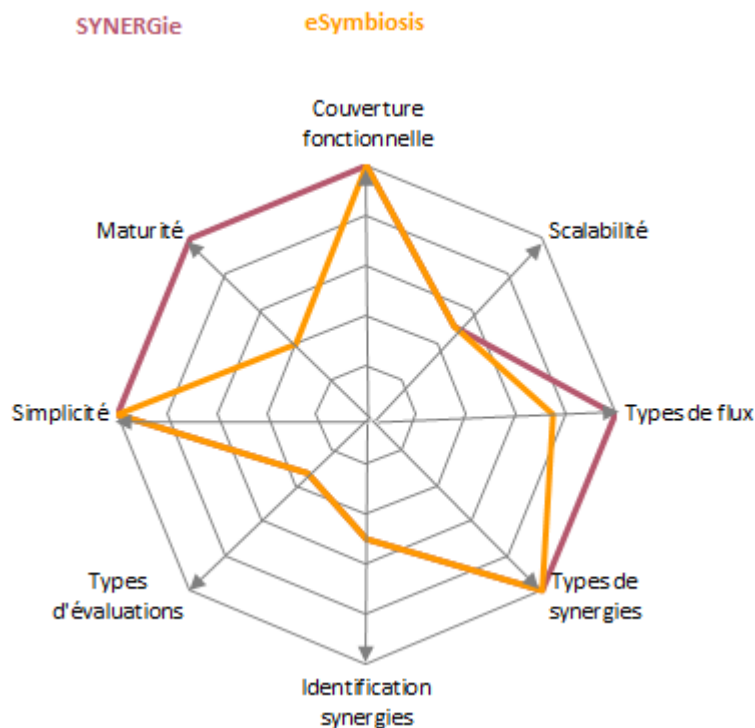
Grâce à sa **couverture fonctionnelle globale**, la **pré-évaluation des synergies** et l'**évaluation économique et environnementale** des synergies, SYNERGie s'est imposée comme le leader incontesté du secteur

Benchmark et analyse comparée

c SYNERGie vs eSymbiosis : un challenger pariant sur le modèle « participatif »

Opérationnelle depuis 2013, eSymbiosis apparaît comme étant un sérieux concurrent pour le leader du marché. Positionnées toutes deux sur les périmètres du territoire ou de pays, ces plateformes se différencient essentiellement par leur mode d'utilisation

Comparaison des outils SYNERGie et eSymbiosis



Source : Analyse Sia Partners

Le pari du modèle « participatif »

SYNERGie a construit son leadership en privilégiant un modèle d'interaction « facilitateur » reposant en grande partie sur le travail de terrain de coordonnateurs dédiés. À l'inverse eSymbiosis repose sur un modèle « participatif » ne nécessitant pas de coordonnateurs et permet aux entreprises de mener leurs **démarches d'écologie industrielle de manière autonome**

Un choix restreint et imposé de types de flux

Alors que SYNERGie propose un nommage des flux libre pour les entreprises et nécessite ensuite une uniformisation par les coordonnateurs, eSymbiosis fait le pari d'utiliser un nommage des flux imposé pour forcer directement la cohérence des flux à moindre frais. Ce dernier fait le choix de **limiter les types de flux disponibles** à ceux présentant les plus fortes probabilités de réalisation de synergies

L'évaluation sociale comme facteur différenciant

Comme SYNERGie, eSymbiosis permet de réaliser des évaluations économiques et environnementales des synergies identifiées. Ce dernier se différencie cependant de SYNERGie par ses fonctionnalités d'**évaluation sociale** – au travers de la création d'emplois

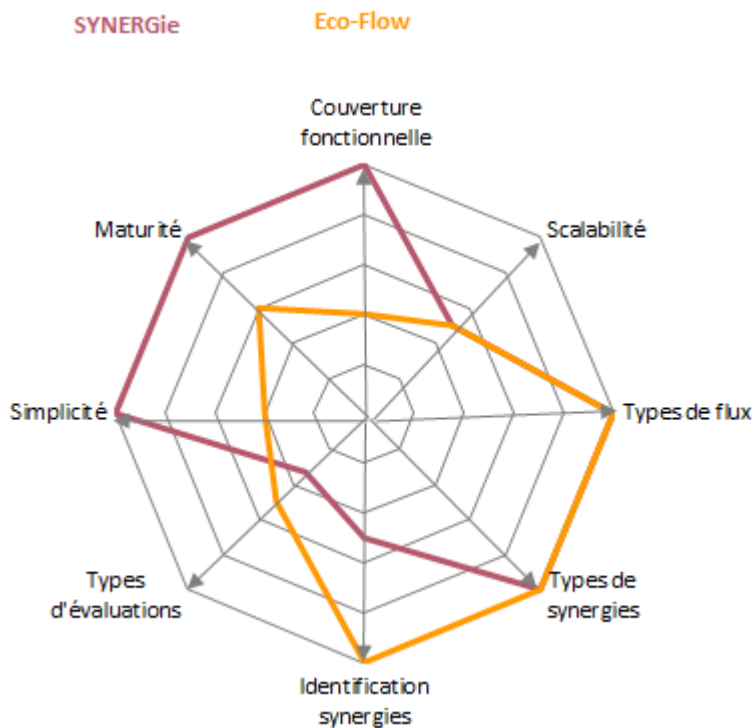
Présentant des performances très proches de celles du leader du marché, eSymbiosis se différencie par son **modèle d'interaction « participatif »** et par **l'évaluation sociale** des synergies

Benchmark et analyse comparée

c SYNERGie vs Eco-Flow : Une comparaison des outils de terrain face aux outils d'experts

Deux grandes catégories d'outils se distinguent selon le public visé : d'un côté des outils à destination directe des coordonnateurs de projets comme SYNERGie, de l'autre des outils d'experts utilisés par des centres de recherche comme Eco-Flow

Comparaison des outils SYNERGie et Eco-Flow



Source : Analyse Sia Partners

Généraliste vs Spécialiste

Destinée aux coordonnateurs de projets, SYNERGie les accompagne tout au long de leur démarche en leur offrant une couverture fonctionnelle globale. À l'inverse, Eco-Flow fait le choix de se concentrer uniquement sur l'identification et l'évaluation des synergies. Sur ces aspects, il propose des **fonctionnalités plus poussées** que SYNERGie

Outils « user friendly » vs outils d'experts

Les projets d'écologie industrielle reposant le plus souvent sur des coordonnateurs non-experts, la simplicité d'utilisation est un élément différenciant important à prendre en compte si l'outil – comme SYNERGie – a pour vocation d'être utilisé sur de nombreux projets. La **plus grande flexibilité des outils d'experts** nécessaire pour intégrer la complexité des territoires a pour contrepartie une facilité d'utilisation dégradée comme le montre l'exemple d'Eco-Flow

Des coûts indirects importants pour les outils d'experts

Nécessitant une modélisation fine des relations entre les flux et les process pour être pleinement efficaces, les outils experts – comme Eco-Flow – induisent des **coûts de collecte et de modélisation plus importants** comparés aux outils généralistes comme SYNERGie. En conséquence, ils semblent réservés aux projets possédant les capacités financières nécessaires

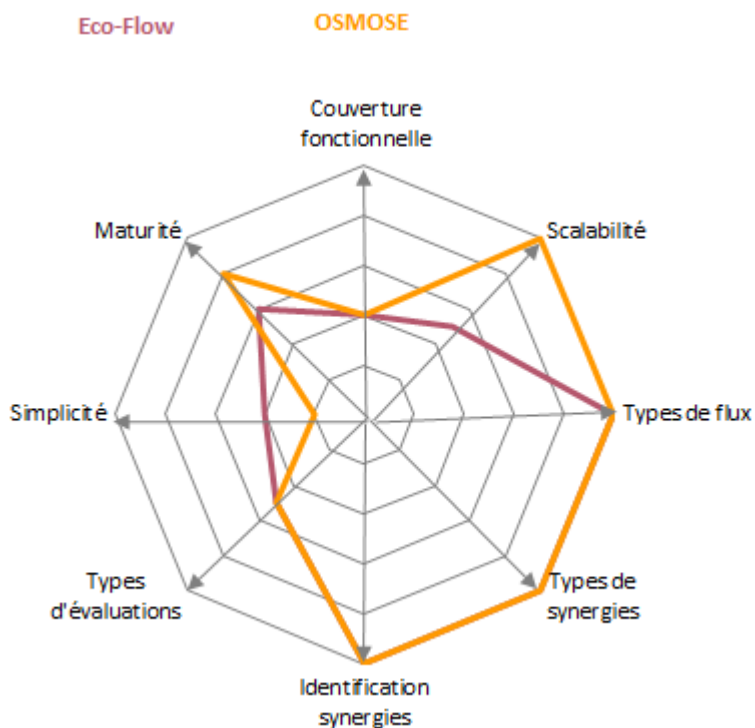
Présentant une **plus grande flexibilité** et des **fonctionnalités plus poussées** que les outils généralistes, les outils d'experts nécessitent en contrepartie des **moyens financiers et humains plus importants**

Benchmark et analyse comparée

C Eco-Flow vs Osmose : deux outils d'optimisation aux caractéristiques très proches

Seuls logiciels d'optimisation utilisés dans le cadre de projets d'écologie industrielle, Eco-Flow et Osmose possèdent des caractéristiques très proches bien que le second n'ait pas été conçu exclusivement pour appuyer les projets d'écologie industrielle

Comparaison des outils Eco-Flow et Osmose



Source : Analyse Sia Partners

Le périmètre géographique comme principale différence

Tandis qu'Eco-Flow est spécialement conçu pour être utilisé à l'échelle du parc industriel et du territoire, Osmose présente l'avantage d'être adaptable à tous les périmètres géographiques. De l'optimisation des processus d'une entreprise à l'optimisation énergétique d'un pays, Osmose a été utilisé à toutes les échelles géographiques

Des maturités relativement proches

Opérationnel depuis 2005, Osmose a été utilisé sur une quinzaine de projets en Europe tandis qu'Eco-Flow, opérationnel depuis 2009, n'a été utilisé que sur trois projets aux États-Unis. Cependant, Osmose est avant tout utilisé dans le cadre de projets d'optimisation énergétique, alors que les trois projets d'Eco-Flow sont tous dédiés à l'écologie industrielle

La connectivité comme facteur différenciant

Alors qu'Eco-Flow utilise directement sa base de données ACV propriétaire, Osmose peut se connecter sur la plupart des bases de données existantes. De plus, ce dernier fonctionne avec l'ensemble des systèmes d'exploitation, contrairement à Eco-Flow qui nécessite l'utilisation de Windows

Osmose surpasse Eco-Flow par sa **scalabilité géographique** plus importante et sa plus grande **maturité**, bien qu'il ait principalement été utilisé en dehors du domaine de l'écologie industrielle contrairement à l'outil dédié Eco-Flow

1 Le recensement des flux devient une fonctionnalité standard

Les outils développés sont de plus en plus souvent des **plateformes Internet** permettant le renseignement direct des flux par les participants ou les coordonnateurs. Le nommage des flux reste jusqu'à présent dominé par des **taxonomies** imposées, mais de nouveaux outils cherchent à s'émanciper de cette contrainte tout en garantissant la cohérence globale des flux

2 L'identification des synergies reste souvent très basique

Bien que la majorité des outils proposent l'identification automatique des synergies, **95% des résultats proposés sont généralement inutilisables** sur le terrain lorsque de simples méthodes de « matching » sont utilisées. Afin d'orienter au mieux les projets, des outils proposent une **pré-évaluation** des synergies basée sur des méthodes plus avancées et l'utilisation de bases de données des synergies passées

3 L'évaluation des synergies constitue la principale faiblesse des outils

Alors que l'évaluation des synergies est le préalable indispensable à la réalisation des synergies, peu d'outils dédiés à l'écologie industrielle intègrent cette fonctionnalité. Ces derniers proposent le plus souvent des **évaluations économiques et environnementales** mais n'intègrent que très rarement les évaluations sociales, techniques et réglementaires permettant d'analyser la faisabilité des synergies. Souvent très basiques, ces évaluations sont parfois approfondies au travers d'**outils non dédiés plus performants**



Synthèse et recommandations

Synthèse et recommandations

Marché de l'écologie industrielle

CONSTATS

1 Malgré la forte croissance du nombre de projets ceux-ci sont souvent décevants et restent limités en taille

- S'intégrant dans une tendance mondiale, le **nombre de projets** d'écologie industrielle en France a été **multiplié par 5 entre 2005 et 2013**. Cette croissance est stimulée par des réglementations plus contraignantes et des financements publics à destination de programmes de recherche
- Dans la quasi-totalité des cas, **ces projets restent limités à des parcs industriels** car la distance est le principal facteur limitant à la réalisation de synergies. Ainsi, les programmes présentés comme nationaux sont en fait une **agrégation de très nombreuses initiatives locales**
- Les **résultats obtenus** sur les projets apparaissent comme **décevants** au regard du nombre de synergies réalisées. Ce résultat s'explique notamment par le fait que les synergies de substitution rentables économiquement sont rares et ont souvent déjà été réalisées

2 Le nombre d'outils dédiés à l'écologie industrielle ne cesse d'augmenter sous l'impulsion des programmes de recherche

- Le **nombre d'outils dédiés** à l'écologie industrielle a été **multiplié par 4 entre 2005 et 2013** au niveau mondial. Cette croissance s'est récemment accélérée avec le lancement de 6 nouveaux outils en 2013 principalement en Europe
- La majorité de ces outils sont développés par des centres de recherche dans le cadre de **programmes de recherche** financés par des fonds publics. L'évolution du nombre d'outils a ainsi suivi la forte augmentation des programmes de recherche, **sans lien évident avec le développement des projets**. Ces outils sont généralement mis à disposition **gratuitement** dans le cadre du financement global des projets
- Les outils développés par des **entreprises privées** – moins nombreux – sont toujours commercialisés sous forme **d'offres packagées** intégrant des services de conseil et de formations auprès des projets ou des entreprises à l'image du leader du marché **SYNERGie**

ANALYSE DES TENDANCES

1 À court terme, l'offre d'outils devrait continuer à progresser

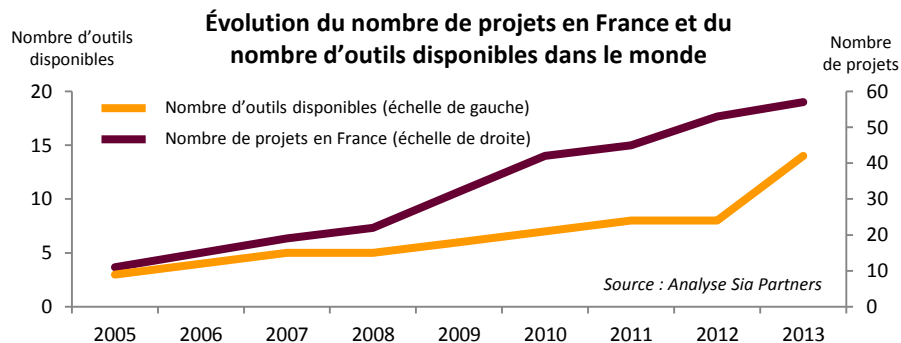
Associés à plusieurs programmes de recherche en cours, de nouveaux outils actuellement en développement arriveront sur le marché dans les prochaines années. De plus, plusieurs outils existants sont en cours de redéveloppement et des startups comme *iNex* lanceront prochainement leur outil

2 Sans nouvelles mesures incitatives, la demande en outils d'écologie industrielle risque de ralentir voire de diminuer à moyen terme

Les projets n'ayant pas réussi à démontrer un intérêt économique suffisant pour devenir autonomes, la fin des programmes de recherche pourrait entraîner un ralentissement voire un retournement de la demande. À titre d'illustration, des acteurs de l'écologie industrielle au Royaume-Uni s'inquiètent de l'impact de l'arrêt récent du financement du NISP

3 Avec la multiplication des outils, les services associés s'imposeront comme le facteur différenciant des offres

Face à la profusion des outils disponibles, la différenciation des offres passera de plus en plus par les services associés. Ces derniers tendent à dépasser les besoins propres à l'écologie industrielle (recensement des flux sur site, animation de workshops, etc.) pour également inclure des services annexes (audits énergétiques, rapports environnementaux, etc.)



Synthèse et recommandations

Bonnes pratiques des projets d'écologie industrielle

CONSTATS

- 1 Les méthodologies déployées sur le terrain suivent une même démarche générale mise en œuvre de façon différenciée**
 - Toutes les méthodologies reposent sur **7 étapes-types** : définition du projet, pré-diagnostic, collecte des données, identification des synergies, évaluation des synergies, mise en œuvre des synergies, et suivi du projet
 - Sur le terrain, les coordonnateurs des projets ne suivent pas de méthodologie type mais s'appuient davantage sur les **boîtes à outils** et les **guides d'implémentation** qui y sont associés
 - De par la **diversité des contextes locaux** – tissu industriel, objectifs, acteurs, etc. – les coordonnateurs **adaptent et déclinent les principes généraux** des méthodologies au cas par cas, en sélectionnant les éléments des boîtes à outils et guides les plus pertinents
 - En dehors des grands principes à suivre, les méthodologies ne sont **pas stabilisées** et les coordonnateurs de projets **expérimentent** différentes approches opérationnelles
- 2 Malgré la diversité des contextes, des bonnes pratiques tendent à se généraliser sur l'ensemble des projets**
 - **L'implication des acteurs locaux** – entreprises, pouvoirs publics, associations, etc. – dans l'organisation des projets d'écologie industrielle est un des principaux facteurs clés de succès
 - Peu coûteux, faciles à mettre en œuvre et soutenant l'implication et la motivation des acteurs, les **workshops** et les **groupes de travail** permettent de sensibiliser les entreprises et de favoriser les échanges directs entre les participants
 - La majorité des projets s'appuient sur des **visites sur site** afin de garantir la pertinence des données collectées. Etant donné leur coût important, les projets cherchent à **limiter le recensement des flux** aux entreprises volontaires et aux flux ayant le plus de chance d'aboutir à une synergie
 - Bien que coûteuse, l'embauche d'un **coordonnateur dédié au projet** est souvent nécessaire pour **accompagner le déploiement** des projets sur le terrain et **assister les entreprises** dans leurs démarches

ANALYSE DES TENDANCES

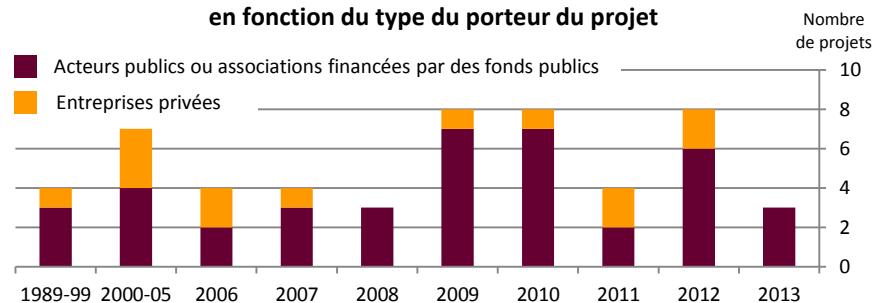
- 1 Les méthodologies se structureront en conservant néanmoins une certaine flexibilité pour s'adapter aux contextes locaux**

Encore en phase d'expérimentation, les méthodologies vont progressivement se structurer grâce aux retours d'expérience des projets. Leur mise en œuvre conservera néanmoins une certaine flexibilité pour s'adapter aux spécificités locales
- 2 L'avenir des projets d'écologie industrielle dépendra de plus en plus de la capacité à fédérer localement les acteurs du tissu industriel**

Alors que les projets sont le plus souvent initiés par les acteurs publics institutionnels, le développement de l'écologie industrielle passera de plus en plus par des initiatives locales – portées par des associations ou des entreprises – fédérant les acteurs du territoire
- 3 Les pratiques d'animation portées par les coordonnateurs resteront le facteur clé de succès des projets d'écologie industrielle**

Seules pratiques permettant de susciter la participation active des acteurs, les workshops et groupes de travail continueront à être le principal facteur de réussite des projets d'écologie industrielle

Évolution du nombre de nouveaux projets en France en fonction du type du porteur du projet



Source : Analyse Sia Partners d'après Orée

Synthèse et recommandations

Marché des outils d'écologie industrielle

CONSTATS

1 Le marché des outils d'écologie industrielle est dominé par des plateformes en ligne simples d'utilisation

- Les outils d'écologie industrielle ont suivi l'évolution de l'informatique en adoptant le format des **plateformes en ligne**, les logiciels étant progressivement abandonnés
- En termes de périmètre géographique couvert, les outils d'écologie industrielle se concentrent sur les périmètres du **parc industriel et du territoire**. Alors que l'échelle nationale est de plus en plus souvent prise en compte, aucun outil n'est conçu pour être utilisé à l'échelle de l'usine
- Alors que les premiers outils d'écologie industrielle étaient souvent dédiés à un type de flux particulier, les outils actuels prennent en compte **l'ensemble des types de flux**. Le niveau de détail des caractéristiques des flux est conditionné par le type de nommage : libre ou imposé par une taxonomie
- En termes de synergies identifiées, la plupart des outils permettent d'identifier les **synergies de substitution et de mutualisation**, certains d'entre eux identifiant également les **synergies prospectives**
- La **simplicité d'utilisation** est de plus en plus prise en compte dans le développement des outils et les dernières plateformes sont conçues pour être **directement utilisables par les participants**

2 Les outils d'expert dédiés à l'écologie industrielle sont progressivement abandonnés

- Dominants jusqu'au début des années 2000, les outils d'écologie industrielle basés sur de **l'optimisation** ont progressivement été **abandonnés** et seul **Eco-Flow** est encore disponible et utilisé sur les projets
- Les logiciels de **Material Flow Analysis** s'appuient sur une **modélisation** du système basée sur les flux et process. Ce sont les seuls outils capables d'évaluer **l'impact d'une synergie sur l'ensemble des participants**
- Les outils d'expert utilisés sur les projets sont avant tout des **logiciels d'ACV** utilisés pour réaliser **l'évaluation environnementale** des synergies

ANALYSE DES TENDANCES

1 Les plateformes en ligne continueront à dominer le marché des outils d'écologie industrielle

Peu coûteuses, interactives et simples d'utilisation, les plateformes en ligne devraient continuer à dominer le marché. Les outils basés sur des réseaux sociaux d'entreprises utiliseront nécessairement une plateforme en ligne

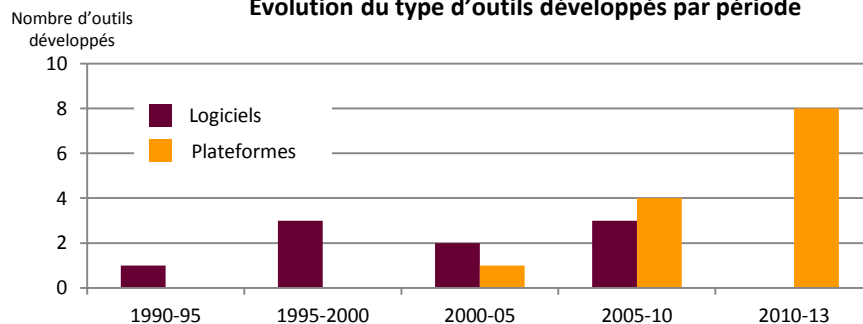
2 La simplicité d'utilisation s'imposera comme un facteur clé de succès pour le développement commercial des outils

Alors que le développement des projets d'écologie industrielle passe de plus en plus par l'implication directe des entreprises, la simplicité d'utilisation des outils constituera un facteur clé de succès majeur, notamment sur la phase de recensement

3 Les outils d'expert devraient progressivement disparaître du marché des outils dédiés à l'écologie industrielle

Nécessitant un important travail de modélisation préalable et complexes d'utilisation, les outils d'experts – notamment ceux d'optimisation – devraient disparaître du marché. Certains outils – non-dédiés pour la plupart – pourraient continuer à appuyer les projets sur la phase d'évaluation des synergies

Évolution du type d'outils développés par période



Source : Analyse Sia Partners

Synthèse et recommandations

Fonctionnalités des outils et besoins des projets d'écologie industrielle

CONSTATS

1 | Le facteur humain est le dénominateur commun des besoins des projets d'écologie industrielle

- L'**implication des entreprises** constitue le principal frein à la collecte, l'identification et la réalisation de synergies sur les projets d'écologie industrielle. La **mobilisation** des acteurs tout au long du projet permet de pérenniser l'initiative sur le long terme
- Effectuée le plus souvent par des experts lors de **visites de terrain**, la **collecte des données** constitue l'étape la plus chronophage et la plus coûteuse des projets. Pour cette raison, les coordonnateurs limitent de plus en plus le recensement aux entreprises et flux les plus pertinents
- Sur la majorité des projets, l'**identification et l'évaluation** des synergies sont réalisées manuellement avec l'appui de simples logiciels de bureautique. Au vu de la diversité des situations rencontrées, l'**expertise humaine** reste indispensable et surpasse les outils d'aide à la décision existants

2 | Les outils d'écologie industrielle proposent des fonctionnalités d'accompagnement basiques

- Basés de plus en plus sur des modèles d'interaction « **facilitateur** », les outils visent à **faciliter les interactions entre les entreprises et les coordonnateurs**
- L'**identification des synergies** est la **fonctionnalité centrale** autour de laquelle s'articulent les outils. La performance de celle-ci repose à la fois sur la cohérence des flux recensés, et sur la priorisation des synergies potentielles identifiées via une pré-évaluation
- L'**évaluation des synergies** est une fonctionnalité **rarement proposée** par les outils. Le cas échéant, l'évaluation est relativement basique et porte à la fois sur les aspects **économiques et environnementaux** mais n'intègre que rarement les aspects sociaux, techniques et réglementaires
- Les **retours d'expérience** des précédents projets sont **rarement intégrés** aux outils d'écologie industrielle aussi bien pour sélectionner les entreprises ou les flux à étudier, que pour identifier et évaluer les synergies

ANALYSE DES TENDANCES

1 | Le marché restera dominé par des outils « facilitateurs » destinés aux coordonnateurs

Au vu de la difficulté à impliquer les entreprises, le coordonnateur restera l'acteur central des projets auquel devront s'adresser les outils. Les outils « facilitateurs » basés sur des plateformes en ligne devraient donc continuer à dominer le marché dans les années à venir

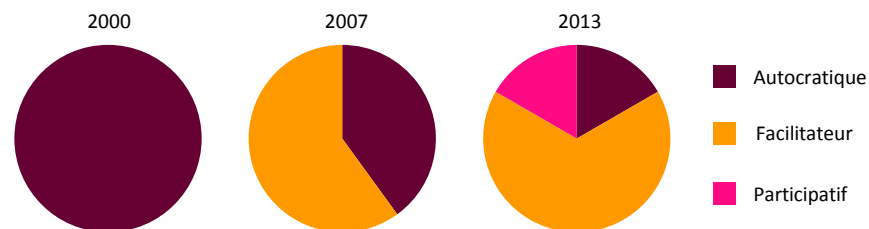
2 | L'intégration des retours d'expérience constituera un facteur clé de succès pour les outils

Peu nombreux jusqu'à présent, les retours d'expérience ont le potentiel pour améliorer l'ensemble des fonctionnalités proposées par les outils et leur intégration sera de plus en plus un facteur clé de succès pour les outils

3 | L'identification des synergies pourrait ne plus être la fonctionnalité centrale des outils

Alors que l'identification constitue le cœur des outils techniques « rationalistes », les projets expriment de plus en plus leurs besoins en termes de « social networking » et l'identification pourrait ne devenir qu'une fonctionnalité périphérique des futurs outils d'écologie industrielle

Évolution du modèle d'interaction utilisateur des outils d'écologie industrielle disponible ou en opération à la fin de l'année considérée



Synthèse et recommandations

Technologies des outils d'écologie industrielle

CONSTATS

1 Les outils utilisés sur les projets d'écologie industrielle sont basés sur trois méthodes de calcul éprouvées

- Les méthodes de calculs utilisées par la majorité des outils d'écologie industrielle sont relativement basiques : **simple recherche de correspondances** pour la phase d'identification, **calculs élémentaires** pour la phase d'évaluation. L'association de ces deux méthodes permet de trier les synergies identifiées afin d'éliminer rapidement les « faux positifs »
- Des **modèles d'optimisation technico-économiques** combinent l'identification et l'évaluation des synergies au travers de la **modélisation complète** du système.
- Des méthodes de calcul basées sur des **simulations** sont utilisées pour affiner les évaluations économiques et environnementales des synergies. Seuls des **logiciels non-dédiés** d'ACV, d'ACC ou de MFA reposent sur ce mode de fonctionnement

2 Les principales évolutions technologiques des outils d'écologie industrielle concernent l'interface utilisateur

- Depuis 2005, les **plateformes en ligne** permettent aux coordonnateurs d'accéder et de renseigner des **bases de données partagées**. Elles facilitent également le **travail collaboratif** entre les différents coordonnateurs des projets et les entreprises
- Développés dans les années 1990, les **Systèmes d'Information Géographique** ont progressivement été intégrés aux outils d'écologie industrielle afin de réaliser des **calculs de distances** et offrir une **représentation géographique** aux coordonnateurs et participants
- Les représentations graphiques des flux et des quantités associées sont utilisées par quelques outils afin de faciliter l'identification des synergies. La **représentation graphique des flux et des process** est également utilisée pour **assister la modélisation des systèmes** des outils d'optimisation

ANALYSE DES TENDANCES

1 Les méthodes d'identification et d'évaluation basiques continueront à dominer le marché

Efficaces, faciles d'utilisation et peu coûteux, les outils d'identification intégrant une pré-évaluation basique sont les plus appréciés des coordonnateurs de projets et conserveront une longueur d'avance sur leurs concurrents

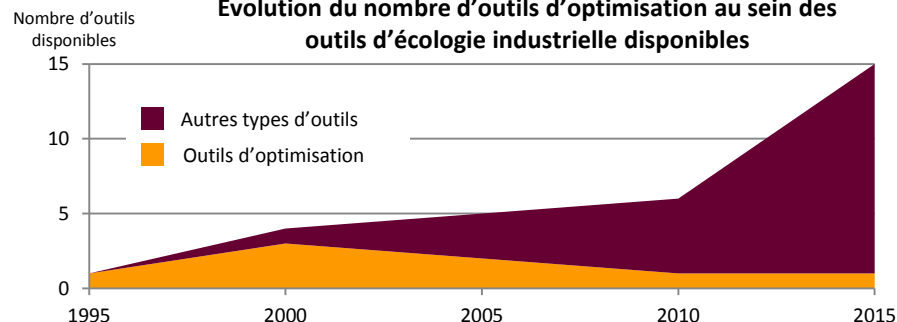
2 L'utilisation des outils d'optimisation devrait rester limitée à des démarches prospectives en écologie industrielle

Performants mais complexes et nécessitant un lourd travail préalable de modélisation, les outils d'optimisation ne peuvent concurrencer les outils plus basiques sur l'identification des synergies existantes. Néanmoins, leur force réside dans l'identification des synergies prospectives et ils devraient continuer à être utilisés dans les démarches de planification

3 L'intégration des Systèmes d'Information Géographique aux outils d'écologie industrielle deviendra la norme

Simple à coupler à une plateforme en ligne et gratuits dans certains cas, les Systèmes d'Information Géographique répondent parfaitement aux besoins de représentation graphique des utilisateurs et seront intégrés en standard aux outils d'écologie industrielle

Évolution du nombre d'outils d'optimisation au sein des outils d'écologie industrielle disponibles



Source : Analyse Sia Partners

Synthèse et recommandations

Aujourd'hui, le projet du GP8 ANCRE apparaît comme allant à contre-courant du marché actuel

Les projets d'écologie industrielle n'expriment pas – aujourd'hui – de besoin spécifique en outils

La tendance est aux **plateformes en ligne, simples d'utilisation**, nécessitant **peu de main d'œuvre**, et **facilitant le travail des coordonnateurs**

Les outils reposent de plus en plus sur des **modèles d'interaction « facilitateurs »** favorisant l'implication et la mobilisation des acteurs de terrain

Complexe d'utilisation et nécessitant un travail important pour modéliser le système, les **outils d'experts sont progressivement abandonnés**

Les besoins des projets se portent sur l'étape de **recensement des flux** et sur la **mobilisation des acteurs**, tandis que l'identification et l'évaluation des synergies deviennent secondaires

Le GP8 ANCRE se positionne à contre-courant des tendances du marché avec :

- Un **logiciel**
- Dédié à des **experts**
- Basé sur un modèle d'interaction « **autocratique** »
- Reposant sur de **l'optimisation**
- Nécessitant des **ressources humaines importantes**
- Focalisé sur **l'identification et l'évaluation** des synergies

A ce stade, le projet du GP8 ANCRE doit être ajusté pour pouvoir répondre aux besoins du terrain

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite s'inscrire dans les démarches d'écologie industrielle pour :

- **Promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie**
- **Améliorer l'efficacité énergétique**
- **Valoriser les déchets au travers de leur potentiel énergétique**
- **Promouvoir les approches de développement durable**
- **Favoriser le développement de procédés de rupture**

Recommandation de Sia Partners

A 1

Positionnement du GP8 ANCRE

Favoriser le développement de l'écologie industrielle

Encore en phase d'expérimentation, les initiatives d'écologie industrielle doivent être soutenues par les acteurs institutionnels et privés

*Mobiliser les **réseaux** de l'ANCRE pour favoriser le développement de l'écologie industrielle*

*Mobiliser les **membres et partenaires** de l'ANCRE pour initier de nouveaux projets d'écologie industrielle*

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite s'inscrire dans les démarches d'écologie industrielle pour :

- **Promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie**
- **Améliorer l'efficacité énergétique**
- **Valoriser les déchets au travers de leur potentiel énergétique**
- **Promouvoir les approches de développement durable**
- **Favoriser le développement de procédés de rupture**

Recommandation de Sia Partners

A 2 Positionnement du GP8 ANCRE

Construire la légitimité du GP8 ANCRE sur les projets d'écologie industrielle en s'appuyant sur des partenaires

N'ayant pas de référence dans le domaine, le GP8 ANCRE n'est pas – encore – considéré comme un acteur de l'écologie industrielle

Adhérer à une association reconnue dans le domaine comme Orée, Maceo ou Biovallée

Collaborer avec un centre de recherche actif dans le domaine comme l'UTT-CREIDD ou le CCTEI

S'associer à un cabinet de conseil pouvant porter une offre complète à destination des projets

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite s'inscrire dans les démarches d'écologie industrielle pour :

- **Promouvoir l'utilisation rationnelle de l'énergie**
- **Améliorer l'efficacité énergétique**
- **Valoriser les déchets au travers de leur potentiel énergétique**
- **Promouvoir les approches de développement durable**
- **Favoriser le développement de procédés de rupture**

Recommandation de Sia Partners

A 3

Positionnement du GP8 ANCRE

S'appuyer sur le positionnement du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE possède déjà une expertise reconnue dans le domaine de l'énergie

*Mettre en avant les **références des membres et partenaires du GP8 ANCRE** pour légitimer l'offre auprès des projets (ex : maîtrise des nouvelles technologies énergétiques)*

*Approcher les projets d'écologie industrielle en se présentant en tant que **spécialiste des flux énergétiques** et de la **valorisation énergétique des déchets***

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- Basé sur la modélisation des flux et process
- Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation
- Identifiant automatiquement les synergies
- Permettant de détecter des optimums « rupturistes »
- Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- **Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires**
- **Destiné à l'élaboration de plans de développement**
- **Destiné à être commercialisé**

Recommandation de Sia Partners

A 4

Positionnement du GP8 ANCRE

Définir les cibles prioritaires

Les projets d'écologie industrielle sont majoritairement financés par des fonds publics provenant soit de programmes de recherche, soit de collectivités

*Cibler les **nouveaux projets** d'écologie industrielle en se positionnant comme le **partenaire technologique** du projet*

*Cibler **directement les collectivités locales** comme appui dans la définition de leurs **schémas de développement***

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- Basé sur la modélisation des flux et process
- Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation
- **Identifiant automatiquement les synergies**
- Permettant de détecter des optimums « rupturistes »
- Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires
- **Destiné à l'élaboration de plans de développement**
- **Destiné à être commercialisé**

Recommandation de Sia Partners

B 1

Caractéristiques de l'outil

Développer un outil dédié à la planification

Efficaces, faciles d'utilisation et peu coûteux, les outils d'identification intégrant une pré-évaluation basique suffisent largement pour identifier les synergies existantes mais ne sont pas conçus pour identifier les synergies prospectives

*Orienter la vocation de l'outil sur les **enjeux de planification** pour se différencier de la concurrence*

*Axer le développement de l'outil sur l'identification des **synergies prospectives***

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- Basé sur la modélisation des flux et process
- Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation
- Identifiant automatiquement les synergies
- Permettant de détecter des optimums « rupturistes »
- Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- **Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires**
- Destiné à l'élaboration de plans de développement
- **Destiné à être commercialisé**

Recommandation de Sia Partners

B 2

Caractéristiques de l'outil

Développer un outil multi-échelles

Aucun outil dédié à l'écologie industrielle ne permet de prendre en compte à la fois l'échelle du territoire et l'échelle de l'usine

Concevoir un outil modulable pouvant fonctionner aussi bien à l'échelle de l'usine que du territoire

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- **Basé sur la modélisation des flux et process**
- **Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation**
- **Identifiant automatiquement les synergies**
- **Permettant de détecter des optimums « rupturistes »**
- Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires
- **Destiné à l'élaboration de plans de développement**
- Destiné à être commercialisé

Recommandation de Sia Partners

B 3

Caractéristiques de l'outil

S'appuyer sur une modélisation technico-économique

Les synergies prospectives peuvent être identifiées aussi bien par des méthodes de simulation que d'optimisation, mais seules ces dernières permettent de détecter des optimums « rupturistes »

S'appuyer sur une modélisation des flux et des process

S'appuyer sur un outil d'optimisation pour identifier les optimums « rupturistes »

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- **Basé sur la modélisation des flux et process**
- Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation
- Identifiant automatiquement les synergies
- Permettant de détecter des optimums « rupturistes »
- **Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux**
- Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires
- Destiné à l'élaboration de plans de développement
- Destiné à être commercialisé

Recommandation de Sia Partners

B 4

Caractéristiques de l'outil

Capitaliser sur l'existant

Les briques technologiques nécessaires à l'outil que souhaite développer le GP8 ANCRE sont déjà présentes – sous différentes formes – dans des outils et bases de données existants

Eco-Flow apparaîtra comme le seul outil dédié à l'écologie industrielle concurrent du futur outil du GP8 ANCRE

Bien que non dédié, Osmose pourrait devenir soit un concurrent, soit un partenaire

*S'appuyer sur des **outils de Material Flow Analysis** existants comme Umberto ou STAN, ou sur les **outils d'optimisation** existants comme Eco-Flow ou Osmose*

*S'appuyer sur des **bases de données existantes** pour les hypothèses économiques, environnementales et techniques comme les bases EcoInvent, GaBi ou OpenLCA*

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhais du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- Basé sur la modélisation des flux et process
- Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation
- Identifiant automatiquement les synergies
- Permettant de détecter des optimums « rupturistes »
- **Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux**
- **Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires**
- **Destiné à l'élaboration de plans de développement**
- Destiné à être commercialisé

Recommandation de Sia Partners

B 5

Caractéristiques de l'outil

Coupler l'outil à un Système d'Information Géographique

En écologie industrielle, les Systèmes d'Information Géographique permettent :

- Une représentation spatiale et graphique de l'information
- Un prolongement de l'évaluation
- La détermination de l'emplacement optimal de nouvelles activités

S'appuyer sur les fonctionnalités de base d'un Système d'Information Géographique

Privilégier des Systèmes d'Information Géographique simples et gratuits (ex : OpenStreetMap, Google Maps)

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- Basé sur la modélisation des flux et process
- Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation
- Identifiant automatiquement les synergies
- Permettant de détecter des optimums « rupturistes »
- Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires
- Destiné à l'élaboration de plans de développement
- **Destiné à être commercialisé**

Recommandation de Sia Partners

C 1

Caractéristiques de l'offre

Valoriser l'outil au travers d'une offre packagée

Face aux nombreux outils disponibles, la différenciation des offres passe de plus en plus par les services associés

*Valoriser l'outil au travers des **résultats** issus de son utilisation via des **rapports et études**, plutôt que de le vendre directement*

*Proposer une **assistance technique** aux projets et collectivités locales*

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Recommandations Sia Partners

Souhaits du GP8 ANCRE

Le GP8 ANCRE souhaite développer un outil dédié à l'écologie industrielle :

- **Basé sur la modélisation des flux et process**
- **Fonctionnant au travers d'un modèle d'optimisation**
- Identifiant automatiquement les synergies
- Permettant de détecter des optimums « rupturistes »
- Evaluant les synergies sur les aspects économiques et environnementaux
- Destiné aussi bien aux parcs industriels qu'aux territoires
- Destiné à l'élaboration de plans de développement
- **Destiné à être commercialisé**

Recommandation de Sia Partners

C 2

Caractéristiques de l'offre

Associer l'outil à des services aux entreprises

Aucun outil dédié à l'écologie industrielle n'est adapté à l'optimisation des procédés à l'échelle de l'usine
Peu d'éditeurs d'outils dédiés associent des services aux entreprises à leur offre

*Valoriser l'outil au travers d'une offre intégrant à la fois des **services d'écologie industrielle** et des **services aux entreprises à l'échelle de l'usine***

*Proposer aux entreprises des services **d'efficacité énergétiques, d'audit environnemental, de rédaction de rapports RSE, etc.***

Les souhaits adressés par la recommandation sont en gras

Synthèse et recommandations

Liste des recommandations Sia Partners

Positionnement du GP8 ANCRE

- A 1** Mobiliser les **réseaux** de l'ANCRE pour favoriser le développement de l'écologie industrielle
Mobiliser les **membres et partenaires** de l'ANCRE pour initier de nouveaux projets d'écologie industrielle
- A 2** Adhérer à une **association** reconnue dans le domaine comme Orée, Maceo ou Biovallée
Collaborer avec un **centre de recherche** actif dans le domaine comme l'UTT-CREIDD ou le CCTEI
S'associer à un **cabinet de conseil** pouvant porter une offre complète à destination des projets
- A 3** Mettre en avant les **références des membres et partenaires du GP8 ANCRE** pour légitimer l'offre auprès des projets
Approcher les projets d'écologie industrielle en se présentant en tant que **spécialiste des flux énergétiques** et de la **valorisation énergétique des déchets**
- A 4** Cibler les **nouveaux projets** d'écologie industrielle en se positionnant comme le **partenaire technologique** du projet
Cibler directement les **collectivités locales** comme appui dans la définition de leurs **schémas de développement**






































































Caractéristiques de l'outil

- B 1** Orienter la vocation de l'outil sur les **enjeux de planification** pour se différencier de la concurrence
Axer le développement de l'outil sur l'identification des **synergies prospectives**
- B 2** Concevoir un outil modulable pouvant fonctionner aussi bien à **l'échelle de l'usine** que du **territoire**
- B 3** S'appuyer sur une **modélisation des flux et des process**
S'appuyer sur un **outil d'optimisation** pour identifier les optimums « rupturistes »
- B 4** S'appuyer sur des **outils de Material Flow Analysis** existants (Umberto, STAN, etc.) ou sur les **outils d'optimisation** existants (Eco-Flow, Osmose, etc.)
S'appuyer sur des **bases de données existantes** pour les hypothèses économiques, environnementales et techniques (Ecoinvent, GaBi, OpenLCA, etc.)
- B 5** S'appuyer sur les **fonctionnalités de base** d'un Système d'Information Géographique
Privilégier des Systèmes d'Information Géographique **simples et gratuits** (ex : OpenStreetMap, Google Maps)

Caractéristiques de l'offre

- C 1** Valoriser l'outil au travers des **résultats** issus de son utilisation via des **rapports et études**, plutôt que de le vendre directement
Proposer une **assistance technique** aux projets et collectivités locales
- C 2** Valoriser l'outil au travers d'une offre intégrant à la fois des **services d'écologie industrielle** et des **services aux entreprises à l'échelle de l'usine**
Proposer aux entreprises des services **d'efficacité énergétiques, d'audit environnemental, de rédaction de rapports RSE**, etc.

Remerciements

	Cyril Adoue		Alexandre Dain		Pascal Hardy		Pinar Ozuyar
	Emrah Alkaya		Dan Dassier		Rui He		Jennifer Pinna
	Christophe Blavot		Thomas David		Ralf Isenmann		Xavier Pouria
	Brice Bleriot		Chris Davis		Florian Julien-Saint-Armand		Caroline Pruvost
	Amélie Bonard		Marc Degrez		Thomas Keller		Kaddour Raissi
	Jeanne Bonnet		Agnès Delamare-Grandsire		Daniel Kietzer		Peggy Ricart
	Robin Branson		Fanny Delorme		Daniel Koster		Alice Sarran
	Sabrina Brulot		Jamina Dentrat		Edith Leclerc		Mette Skovbjerg
	Samuel Causse		Benoit Duret		Peter Lowitt		Helma Smolders
	Franjo Cecelja		Joseph Fiksel		François Maréchal		Wouter Spekkink
	Oliver Cencic		Patricia Foscolo		Guillaume Massard		Margarita Stancheva
	Juliette Cerceau		Jean-Marc Frayret		Nicolas Mat		Sarah Teller
	Hamid Chehade		Uwe R. Fritsche		Jacques Méhu		Jan Urlings
	Marian Chertow		Tsuyoshi Fujita		Bertrand Merckx		Dick Van Beers
	Nektarios Chrysoulakis		Andrew Gadd		Zina Mitraka		Zeynep Yöntem
	Anna Ciofu		Hélène Gignac		Michael Müller		
	Inês Costa		Véronique Guirot		Pauline Nackaerts		
	Laura Cutaia		Emilie Gully		Samantha Nicholson		



ANNEXES
section

Annexes

Définition des caractéristiques des outils (1/3)



Critères de positionnement

Nom du critère	Type de donnés	Description
Outils dédiés	O / N	L'outil est dédié aux projets d'écologie industrielle
Initiateur	Texte	Nom de l'initiateur
Nature de l'initiateur	Choix	L'initiateur est soit une entreprise, soit un institut public (université, centre de recherche, collectivité locale, CCI, etc.)
Développeur	Texte	Nom du développeur
Pays du développeur	Texte	Pays du développeur
1 ^{ère} année d'utilisation	Nombre	Première année pendant laquelle l'outil a été utilisé
Applicable à une entreprise	O / N	L'outil est utilisé pour étudier un système à l'échelle d'une entreprise
Applicable à un parc industriel	O / N	L'outil est utilisé pour étudier un système à l'échelle d'un parc industriel
Applicable à un territoire	O / N	L'outil est utilisé pour étudier un système à l'échelle d'un territoire
Applicable à un pays	O / N	L'outil est utilisé pour étudier un système à l'échelle d'un pays

Critères de fonctionnalité

Modèle d'interaction utilisateur	Choix	L'outil est construit autour d'un modèle d'interaction de type autocratique, facilitateur ou participatif (voir Grant et al. 2010)
Langue française	O / N	L'outil est disponible en langue française
Représentation graphique des flux	O / N	L'outil propose une représentation graphique des flux au sein du système
Système d'information géographique	O / N	L'outil intègre un système d'information géographique
Accompagnement lors du recensement des flux	O / N	L'outil propose aux participants de renseigner directement leurs flux via l'utilisation d'une plateforme Internet
Nombre de flux existants dans le référentiel	Nombre	Nombre de noms de flux différents contenus dans la base de donnée de l'outil
Nommage des flux	Choix	Le nommage des flux est soit imposé, soit libre
Possibilité d'ajouter des flux à la taxonomie	O / N	Lorsque le nommage des flux est imposé, il est possible d'ajouter de nouveaux types de flux à la base de données de l'outil
Flux de matières	O / N	L'outil permet de renseigner les flux de matières
Flux d'eau	O / N	L'outil permet de renseigner les flux d'eau

Description des types de données

Type de données	Description
O / N	Oui ou Non
Nombre	Donnée chiffrée

Type de données	Description
Choix	Texte limité à un nombre de choix réduit
Echelle	Echelle de Likert à 5 points
Texte	Critère renseigné librement



Critères de fonctionnalité (suite)

Nom du critère	Type de donnés	Description
Flux d'énergie	O / N	L'outil permet de renseigner les flux d'énergie
Flux de déchets	O / N	L'outil permet de renseigner les flux de déchets
Autres flux	Texte	Description des autres flux que l'outil permet de renseigner
Outil de modélisation flux/process	O / N	L'outil est basé sur une modélisation d'un système en intégrant des composantes de flux et de process
Identification des synergies	Choix	L'outil permet d'identifier les synergies potentielles de manière automatique, semi-automatique via des requêtes, ou nécessite une expertise humaine
Méthode d'identification	Choix	L'identification des synergies est réalisée en utilisant une méthode reposant soit sur de simple « matching », soit sur des « matching » couplés à une pré-évaluation, soit sur un modèle d'optimisation
Synergies de substitution	O / N	L'outil permet d'identifier (automatiquement ou non) les synergies de substitution
Synergies de mutualisation	O / N	L'outil permet d'identifier (automatiquement ou non) les synergies de mutualisation
Synergies prospectives	O / N	L'outil permet d'identifier (automatiquement ou non) des synergies prospectives liées à l'installation d'une nouvelle activité au sein du système étudié
Evaluation des synergies	O / N	L'outil permet d'évaluer l'impact d'une synergie
Méthode d'évaluation	Choix	L'évaluation est réalisée en utilisant une méthode soit basique, soit de simulation, soit d'optimisation
Evaluation économique des synergies	O / N	L'outil permet d'évaluer l'impact économique d'une synergie
Evaluation environnementale des synergies	O / N	L'outil permet d'évaluer l'impact environnemental d'une synergie
Evaluation technique des synergies	O / N	L'outil permet d'évaluer la faisabilité technique d'une synergie sur des aspects autres que la distance géographique
Evaluation règlementaire des synergies	O / N	L'outil permet d'évaluer la faisabilité règlementaire d'une synergies
Outil de gestion de projet	O / N	L'outil intègre des fonctionnalités facilitant la gestion de projet
Intégration des REX	O / N	L'outil intègre les retours d'expérience des projets précédents afin d'améliorer la pertinence de ses résultats
Utilisation des REX pour l'identification des synergies	O / N	Les retours d'expérience des précédents projets sont intégrés pour améliorer l'identification des synergies par l'outil
Utilisation des REX pour l'évaluation des synergies	O / N	Les retours d'expérience des précédents projets sont intégrés pour améliorer l'évaluation des synergies par l'outil
Facilité d'utilisation	Echelle	Evaluation sur une échelle de 1 à 5 de la facilité d'utilisation de l'outil (1 : outil difficile à utiliser – 5 : outil facile à utilisé)

Annexes

Définition des caractéristiques des outils (3/3)



Critères commerciaux

Nom du critère	Type de donnés	Description
Disponibilité	O / N	L'outil est disponible sur le marché ou auprès de l'initiateur/développeur
Statut	Choix	L'outil est abandonné, en développement ou en opération
Licence	Choix	L'outil est propriétaire, open source ou freeware
Implantation commerciale en France	O / N	L'outil est commercialisé en France
Offre packagée	O / N	L'outil est proposé dans le cadre d'une offre intégrant des services complémentaires (conseil, formation, recensement des flux, etc.)

Critères financiers

Coût de l'outil	Nombre	Coût en euro de la version la plus pertinente de l'outil
Coûts associés à la mise en œuvre de l'outil	Texte	Informations complémentaires sur les coûts associés à la mise en place de l'outil, comme le coût ou le temps de formation
Besoin de former les coordonnateurs	O / N	L'outil nécessite que les coordonnateurs de projet reçoivent une formation spécifique pour l'utiliser correctement
Besoin de former les parties prenantes	O / N	L'outil nécessite que les parties prenantes (les organisations participantes notamment) reçoivent une formation spécifique

Critères techniques

Plateforme	Choix	L'outil est soit une plateforme Internet, soit un logiciel
Prérequis	Texte	Prérequis nécessaires pour pouvoir utiliser l'outil
Langage informatique	Texte	Langage informatique utilisé pour programmer l'outil
Type de la base de données	Texte	Type(s) de la base de données utilisé par l'outil

Retours d'expériences

Nombre de projets/entreprises ayant utilisés l'outil	Texte	Nombre de projets et/ou d'entreprises ayant utilisés l'outil (dans le cadre de démarche liée à l'écologie industrielle ou non)
Résultats obtenus sur ces projets	Texte	Résultats obtenus sur les projets d'écologie industrielle où l'outil a été utilisé
Maturité	Echelle	Evaluation sur une échelle de 1 à 5 de la maturité de l'outil (1 : outil en développement – 5 : outil opérationnel et largement utilisé)

Annexes

Sélection de sites Internet

Outil

- **ArcGIS** : <http://www.esri.com/software/arcgis>
- **BRIDGE DSS** : http://www.bridge-fp7.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=68
- **BRIQ** : <http://www.cttei.qc.ca/briq.php>, <http://www.briq.ca/frn/Main.asp>
- **BSISP** : <http://www.bsisp.org/bsisp.jsp>
- **C2C Bizz Continuous Loop** : <http://cltdatabase.c2cbizz.com/>
- **eIsankey** : <http://www.e-sankey.com/en/>
- **Eco-Flow** : <http://resilience.osu.edu/CFR-site/eco-flow.htm>
- **Enipedia** : http://enipedia.tudelft.nl/wiki/Industrial_Symbiosis_Data_Sources
- **EPESUS** : <http://www.epesus.net/default.aspx?pg=2>
- **eSymbiosis** : <http://www.esymbiosis.gr/site/>
- **Gabi** : <http://www.gabi-software.com/france/index/>
- **GEMIS** : <http://www.iinas.org/gemis.html>
- **iNex** : <http://inex.oliv.fr/about/>
- **IUWA Waste Manager** : <http://www.abfallmanager.biz/>
- **Nova Light** : <http://www.trinov.com/produits/nova-light/>
- **Osmose** : <http://leni.epfl.ch/osmose>
- **Princeps** : <http://www.princeps.com/fr/nos-produits>
- **Presteo** : <http://www.systemes-durables.com/spip/spip.php?article36>
- **SimaPro** : <http://www.pre-sustainability.com/simapro>
- **SYMBIOSIS** : <http://www.industrialsymbiosis.it/>
- **STAN** : <http://www.stan2web.net/>
- **SYNERGie** : <http://www.international-synergies.com/capabilities/private-sector/2-uncategorised/93-synergy-facilitation-services>
- **Synergie Québec** : <http://www.synergiequebec.ca/accueil>
- **UCINET** : <https://sites.google.com/site/ucinetsoftware/home>
- **Umberto** : <http://www.umberto.de/en/>

Centre de recherche

- **Canadian Eco-Industrial Network** : <http://www.cardinalgroupp.ca/cein/>
- **Centre de Recherche Public Henri Tudor - Centre de Ressources des Technologies pour l'Environnement** : <http://www.sems-project.eu/default.asp?Menu=66>
- **Centre de Transfert Technologique en Ecologie Industrielle** : <http://www.cttei.qc.ca/>
- **Dalhousie University – School for Ressources and Environmental Studies** : <http://www.dal.ca/faculty/management/sres.html>
- **Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne – Laboratoire d’Énergétique Industrielle** : <http://leni.epfl.ch/>
- **ENEA, Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, Environmental Technologies Technical Unit** : <http://www.enea.it/>
- **International Society for Industrial Ecology** : <http://www.is4ie.org/>
- **Institut für angewandtes Stoffstrommanagement – Material Flow Management and Zero Emission** : <http://www.stoffstrom.org/en/institute/area/material-flow-management-and-zero-emission/>
- **Mines d’Alès, centre de recherche LGEI** : <http://lgei.mines-ales.fr/>
- **National Industrial Symbiosis Programme** : <http://www.nispnetwork.com/>
- **National Institute for Environmental Studies – Center for Social and Environmental Systems Research** : <http://www.nies.go.jp/sosiki/social-e.html>
- **National Technical University of Athens – Unit of Environmental Science and Technology** : http://www.chemeng.ntua.gr/the_environmental_science_and_technology_uni/en
- **Norwegian University of Science and Technology - Industrial Ecology Programme** : <http://www.ntnu.edu/indeco/>
- **Ohio State University – Center for Resilience** : <http://resilience.osu.edu/CFR-site/index.htm>

Annexes

Sélection de sites Internet

Centres de recherche (suite)

- Polytechnique Montréal - Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprise, la logistique et le transport : <http://www.polymtl.ca/recherche/rc/unites/details.php?NoUnite=53>
- Université de Lausanne – Faculté des Géosciences et de l'Environnement : <http://www.unil.ch/gse>
- Université Technologique de Troyes – Chaire d'Ecologie Industrielle : <http://chaire-ei.utt.fr/>
- University of California IRVINE – Research and Education in Green Materials : <http://greenmaterials.publichealth.uci.edu/>
- University of Surrey – Department of Chemical and Process Engineering : <http://www.surrey.ac.uk/cpe/index.htm>
- Vienna University of Technology - Research Centre of Waste and Resource Management : <http://iwr.tuwien.ac.at/index.php?id=7196>
- Yale University – Center of Industrial Ecology : <http://cie.research.yale.edu/>
- Yale University – School of Forestry & Environmental Studies : <http://environment.yale.edu/>

Sociétés de conseil

- 2ETW Consulting Services : <http://www.2etw.com/fr/index.php?page=accueil>
- 3DRIVERS : <http://www.3drivers.pt/Menu/Inicio.aspx?lang=en-GB>
- A3i Innovation : <http://www.a3i-inno.fr/>
- Aldérane : <http://www.alderane.fr/alderane>
- Auxilia : <http://www.auxilia-conseil.com/>
- Ecologie Industrielle Conseil : <http://www.ecologie-industrielle.com/>
- Ecores : <http://www.ecores.eu/>
- Eico Systèmes : <http://www.eicosysteme.fr/>
- Ekodenge : <http://www.ekodenge.com/defaulten.aspx>
- ENEA Consulting : <http://www.enea-consulting.com/>

Sociétés de conseil (suite)

- Erin : <http://www.erinconsulting.com/index.php>
- Inddigo : <http://www.inddigo.com/fr/inddigo.html>
- Industrial Ecology Consultants : <http://www.industrial-ecology.com/>
- Industrial Ecology Research Services : <http://iersweb.com/>
- International Synergies : <http://www.international-synergies.com/>
- Sia Partners : <http://www.sia-partners.com/>
- SOFIES : <http://www.sofiesonline.com/>
- Systèmes Durables : <http://www.systemes-durables.com/>
- Toumai Consulting : <http://www.toumai-consulting.fr/>

Associations et projets

- Climate-KIC : <http://www.climate-kic.org/>
- Club d'Ecologie Industrielle de l'Aube : <http://www.ceiaube.fr/>
- Devens : <http://www.devensec.com/index.html>
- Ecopal : <http://www.ecopal.org/>
- Ecoparc Windhof : <http://www.ecoparc.lu/>
- European Industrial Symbiosis Association : <http://www.eur-isa.org/>
- Global Environment Centre Foundation : <http://gec.jp/>
- Kwinana Industries Council : <http://www.kic.org.au/>
- Maceo : <http://www.maceo.pro/>
- Ohio By-Product Synergy Network : http://www.sustainable-ohio.org/index.php?option=com_content&view=frontpage&Itemid=1
- Orée : <http://www.oree.org/>
- Pôle des Eco-Industrie Poitou-Charentes : <http://www.eco-industries.fr/>
- Symbiosis Center : <http://www.symbiosecenter.dk/en>
- US Business Council for Sustainable Development : <http://usbcsd.org/>

Annexes

Sélection d'articles de recherche

Articles de recherche

- BRULLOT S. (2009) The role of ICT in industrial ecology projects – The Fench perspective, Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection: Concepts, Methods and Tools
- BRULLOT S., MAILLEFERT M. & JOUBERT J. (2014) Stratégies d'acteurs et gouvernance des démarches d'écologie industrielle et territoriale, Développement durable & territoires vol. 5, n°1
- BROWN J., GROSS D. & WIGGS L. (1997) The MatchMaker! System: Creating virtual Eco-Industrial Parks, Yale Forestry & Environmental Studies Bulletin
- CAPEZZALI M. & CHERIX G. (xxxx) MEU – Une plateforme web et cartographique pour le management et la planification énergétique de zones urbaines, Working paper
- CHERTOW M.A (2007) « Uncovering » industrial symbiosis, Journal of industrial Ecology
- CHRYSOULAKIS N. VOGT R. et al. (2009) ICT for Urban Metabolism: The case of BRIDGE, Environmental Informatics and Industrial Environmental Protection: Concepts, Methods and Tools
- DAVIS C. , NIKOLIC I. & DIKEMA G.P.J. (2010) Industrial Ecology 2.0., Journal of Industrial Ecology
- DIEMER A. & LABRUNE S. (2007) L'écologie industrielle : quand l'écosystème industriel devient un vecteur de développement durable, Développement durable et territoires
- ESTY D.C. & PORTER M.E. (1998) Industrial Ecology and competitiveness, Journal of Industrial Ecology
- FISK III P., MacMATH R. & RAMINA R.H. (2000) Industrial Ecology as a Regional Planning Tool, 4th International Conference on Technology Policy and Innovation
- FONSECA D., MAYNIHAN G. & RICHARDS E. (2004) Expert System for industrial Waste Recycling in Road Construction, UTCA Report
- GERBER L., MAYER J. & MARECHAL F. (2011) A systematic methodology for the synthesis of unit process chains using Life Cycle Assessment and Industrial Ecology Principles, 21th European Symposium on Computer Aided Process Engineering
- GRANT G.B., SEAGER T.P. MASSARD G. & NIES L. (2010) Information and Communication Technology for industrial Symbiosis, Journal of Industrial Ecology
- HUBERT J. (2012) Industrial Symbiosis and Ecology – Inspiration for Sustainable Industrial Systems, Energy Delta Institute Quarterly, vol.4,n° 3
- ISENMANN R. (2009) Bringing together Environmental Informatics and Industrial Ecology – The role of ICT in industrial symbiosis projects
- ISENMANN R. (2014) Environmental Informatics and Industrial Ecology – Scientific Profiles of Two Emerging Fields Striving for Sustainability, in press
- ISENMANN R. & CHERNYKH K. (2009) The role of ICT in industrial symbiosis projects – Environmental ICT applications for eco-industrial development, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Working paper
- MAILLE M. & FRAYRET J.-M. (2013) Industrial By-Product Reuse and Synergy Optimization, Working paper
- MALTAIS-GUIBAULT M. (2011) L'écologie industrielle au Québec : Identification de pistes pour développer ce modèle d'innovation pour les entreprises, Thèse de Doctorat, Université de Sherbrooke
- MASSARD G. (2011) Les symbioses industrielles : une nouvelle stratégie pour l'amélioration de l'utilisation des ressources matérielles et énergétiques par les activités économiques, Thèse de Doctorat, Université de Lausanne
- MASSARD G. & ERKMAN S. (2007) A regional Industrial Symbiosis Methodology and its implementation in Geneva, Switzerland, 3rd International Conference on Life Cycle Management
- MASSARD G. & ERKMAN S. (2009) A web-GIS tool for industrial symbiosis: Preliminary results and perspectives. 23rd International Conference on Informatics and Environmental Protection
- MEHU J. (2012) SYTERRE (SYnergies TERRitoriales des REssources) : identification et qualification environnementale de scénarios de production de nouvelles ressources en énergies et en matières premières à partir d'un diagnostic territorial
- PAQUIN R. (2012) Industrial symbiosis: Creating economic and environmental value through interfirm collaboration, Energy Delta Institute Quarterly, vol.4,n° 3
- SUOMALAINEN E. (2012) Dynamic Modelling of Material Flows and Sustainable Use. Case Studies in Regional Metabolism and Space Life Support Systems, Thèse de Doctorat, Université de Lausanne
- TROKANAS N., CECELJA F. & RAAFAT R. (2013) Semantic Approach for Pre-assessment of Environmental indicators in Industrial Symbiosis, Journal of Cleaner Production
- ZAOUAL A.-R. (2014) Pour une contribution du management stratégique à l'écologie industrielle, Développement durable et territoires, vol.5 n°1

Annexes

Sélection de rapports et présentations

Rapports

- ARPEGE (2008) Etude bibliographique sur les indicateurs de l'Ecologie Industrielle
- CAPEZZALI M. et al. (2012) Management Energétique Urbain – Outils innovants pour la planification et le management de systèmes énergétiques en zones urbaines, Rapport final, Office Fédéral de l'Energie OFEN
- CCTEI (2013) Creating an Industrial Symbiosis
- FONSECA D., MAYNIHAN G. & RICHARDS E. (2004) Expert System for industrial Waste Recycling in Road Construction, UTCA Report
- Global Environment Centre Foundation (2005) Eco-towns in Japan – Implications and Lessons for Developing Countries and Cities
- HATEFIPOUR S. (2012) Facilitation of Industrial Symbiosis Development in a Swedish Region, Linköping University
- ICAST (2005) Ecologie industrielle à Genève – Premiers résultats et perspectives
- IfaS (2013) Zero emission - Recognizing the potentials, optimizing processes, creating added value
- ISENMANN R. (2010) ICT for Environmental Sustainability concerning Key Area: « Industrial Ecology », ICT-ENSURE
- KOURENTZIS V. (2012) Review of existing frameworks and tools for developing eco-efficiency indicators, EcoWater
- MASSARD G., JACQUET O. & ZÜRCHER D. (2014) International survey on eco-innovation parks. Learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation, Federal Office for the Environment and the ERA-NET ECO-INNOVERA
- MEDDE (2014) Comparaison internationale des politiques publiques en matière d'économie circulaire
- NISP (2009) National Industrial Symbiosis Programme – The Pathway to a Low Carbon Sustainable Economy
- OREE (2014) Recueil des démarches d'écologie industrielle et territoriale
- SHROPSHIRE D.E. et al. (2000) Demonstration of Decision Support Tools for Sustainable Development – An Application on Alternative Fuels in the Greater Yellowstone-Teton Region, INEEL Report
- Université de Liège (2010) Note de synthèse du benchmarking « Eco-zoning », Région Wallone, Conférence Permanente du Développement Territorial
- VIGON B. (2002) Industrial Ecology in the Cement Industry, World Business Council for Sustainable Development

Présentations

- ADEME & Région Rhone-Alpes (2014) - L'Ecologie Industrielle et Territoriale, une source de compétitivité pour les entreprises, une dynamique économique et environnementale pour le territoire, Dossier de presse du 24 Avril 2014
- ADOUE C. « Des outils informatiques en écologie industrielle »
- CERCEAU J. (2011) Industrial Ecology in Harbor Areas
- CCI Montauban et Tarn-et-Garonne (2014) « Act'if, L'économie circulaire au service de la compétitivité des entreprises et des territoires », CCIInfos n° 108,
- COSTA C. & FERRAO P. (2011) Using an MFA-based approach to uncover industrial symbiosis – a case study in Portugal, FCT
- CUTAIA L. (2013) La simbiosi industriale per l'efficienza nell'uso delle risorse, ENEA
- FIKSEL J. (2008) Development of a Software Toolkit to Support Industrial Ecology Networks, Ohio State University
- GHALI R. (2014) Une application du web 2.0 pour l'aide à la création de synergies industrielles: Analyse et implémentation d'une plateforme de média social, Polytechnique Montréal & CCTEI
- HUMPHREYS I. (2013) National Industrial Symbiosis Programme: Experiences from the United Kingdom
- LONG M.D. – “By-Product” Synergy – A Unique Networking Tool to Improve Ohio's Sustainability
- MASSARD G., JACQUAT O. & ZÜRCHER D. (2013) Introduction on eco-industrial development and eco-innovation parks, World Resource Forum, Davos
- NTUA (2013) Development of knowledge-based web services to promote advance Industrial Symbiosis in Europe (eSYMBIOSIS)
- PINA J. (2012) Bâtir un modèle de développement durable – Présentation de l'outil Synergie Québec, CCTEI
- PROX M. (2013) Tools and Software for Eco-Industrial Development and Sustainable Resource Management – Umberto
- REINHARD J. (2013) Ecofactory : Background, concept, tool, WRF-Workshop « Tools and software for eco-industrial development and sustainable management », Davos
- STERR T. (2013) Industrial Waste Management – Challenges and Experiences in Urumqi, China
- VENDETTE N. & CÔTE V. (2008) L'écologie industrielle en 42 mots, CCTEI

Annexes

Grille d'entretien axée sur les outils – Version FR (1/3)

Les éléments en gras sont les questions à poser. Les éléments en police normale sont les caractéristiques à collecter correspondant à la question, de façon à réorienter si besoin l'interlocuteur.

1/ Introduction

Tout d'abord, puis-je vous demander de vous présenter en quelques mots ?

Pouvez-vous me donner quelques informations concernant le projet :

- Nombre d'entreprises impliquées
- Superficie de la zone
- Support d'un acteur public
- Entreprise privée leader

Dans le cadre de ce projet, le logiciel XXX a été utilisé, quelles raisons ont motivé le choix de cet outil ?

2/ Présentation de l'outil

Comment se présente cet outil ?

- plateforme accessible depuis internet
- Logiciel à installer sur un ordinateur, ou plusieurs

Langues disponibles ?

Avez-vous été accompagné dans l'installation et l'utilisation de ce logiciel ?

- Par qui
- Combien de temps

Deviez-vous indiquer les coordonnées géographiques de l'entreprise ?

- Si oui, de quelles manières : adresse ? Coordonnées GPS ?

L'outil intègre-t-il un système d'information géographique ?

- Si la personne ne connaît pas les SIG, exemple de Google Map

3/ Recensement des flux

Typiquement, dans de tels projets, la première étape consiste à identifier et recenser les flux de matières et d'énergie. Pourriez-vous m'indiquer de quelle manière cette étape s'est déroulée sur ce projet ?

Qui avait accès à l'outil ?

- En interne
- À l'extérieur

Étiez-vous accompagnés pour identifier vos flux ?

- Association
- Acteurs académiques
- Cabinet de conseil

Comment les flux étaient intégrés au logiciel ?

- Fichier Excel
- À la main
- Par qui ?

Quels sont les types de flux que le logiciel prenait en charge ?

- Matières
- Énergies
- Déchets
- Eau
- Autres

Le nommage des flux était-il imposé ou libre ?

- Imposés :
 - formule chimique / description
 - arbre de choix / outil de recherche
- Libre :
 - Contrôle du nommage externe ?

Annexes

Grille d'entretien axée sur les outils – Version FR (2/3)

3/ Recensement des flux (suite)

Si vous deviez donner une note de 1 à 5, quelle note donneriez-vous au logiciel concernant la facilité d'utilisation pour le recensement des flux ?

Le logiciel proposait-il une représentation graphique des flux ?

Auriez-vous souhaité que le logiciel propose d'autres fonctionnalités ?

4/ Identification des synergies

Comment les synergies étaient-elles identifiées ?

- Requête manuelle
facilité d'utilisation : 1 2 3 4 5
- Automatique ?
 - Simple matching
 - Matching plus priorisation
 - Optimisation du systèmePertinence des propositions 1 2 3 4 5
- Proposées par l'éditeur/pilote ?

Quels étaient les types de synergies identifiées ?

- de substitution/échange
- de mutualisation de la production
- de mutualisation de l'approvisionnement
- prospectives (nouvelles activités)

Les synergies identifiées étaient-elles pertinentes ? 1 2 3 4 5

Auriez-vous souhaité que le logiciel propose d'autres fonctionnalités ?

Avait-il des inconvénients notables ?

5/ Évaluation des synergies

Le logiciel permettait-il d'évaluer les synergies identifiées ?

- Économique
- Environnemental
- Faisabilité réglementaire
- Faisabilité technique
- Autres types d'évaluation

L'outil est-il associé à un outil de type Analyse de Cycle de Vie pour l'évaluation environnementale ?

L'outil est-il associé à d'autres bases de données ?

- Évaluation économique
- Évaluation réglementaire
- Évaluation technique

Auriez-vous souhaité que le logiciel propose d'autres fonctionnalités ?

Est-ce que les synergies ont-été réalisées ?

Annexes

Grille d'entretien axée sur les outils – Version FR (3/3)

6/ Suivi du projet :

Le logiciel permettait-il de suivre l'avancée du projet ?

Permettait-il de suivre la réalisation des synergies ?

- De l'entreprise
- Du parc industriel

Auriez-vous souhaité que l'outil propose d'autres fonctionnalités ?

7/ Quelques aspects financiers :

Quel a été le coût d'acquisition de l'outil ?

Y a-t-il un abonnement associé ?

Y a-t-il eu d'autres dépenses ?

- Formation
- Consulting
- autres logiciels
- recrutement supplémentaire

8/ Sentiment général :

Enfinement quel est votre sentiment vis-à-vis de cet outil ?

En termes de simplicité :	1	2	3	4	5
En termes de flexibilité :	1	2	3	4	5
En termes de capacité à identifier les synergies :	1	2	3	4	5
En termes de capacité à évaluer les synergies :	1	2	3	4	5
En termes de connectivité avec d'autres outils :	1	2	3	4	5

Le logiciel intégrait-il des aspects collaboratifs ?

- Communication interne à l'entreprise
- Communication avec les entreprises du parc

Avez-vous noté des défauts notables ?

Si vous deviez y apporter de nouvelles fonctionnalités, quelles seraient les principales ?

Annexes

Grille d'entretien axée sur les outils – Version EN (1/3)

Les éléments en gras sont les questions à poser. Les éléments en police normale sont les caractéristiques à collecter correspondant à la question, de façon à réorienter si besoin l'interlocuteur.

1/ Introduction:

First of all, can you introduce yourself in a few words?

Can you give me some information concerning the project

- Number of players in the project
- Size of the area concerned
- Support of a public actor
- Leadership of a company

In this project, the XXX software has been used; what reasons motivated this choice?

2/ Software's presentation :

What is the software architecture?

- Online platform
- Computer-based

How many languages are available?

Have you been helped for the installation and the use of this software?

- Who helped you?
- How much time did you spend to this task?

Did you have to indicate the geographical coordinates of the company?

- How : adress, GPS

Does the software/platform integrate a geographic information system ?

3/ Flows' inventory :

Typically, in such project, the first phase consists in identifying and taking stock of flows. How was it conducted?

Who had access to the software?

- Inside the firm
- Outside the firm

Did someone from outside helped you to identify your flows?

- Association
- Academics
- Consulting firm

How do you integrate flows in the software?

- Excel importation
- Handwritten
- By who?

What types of flows do the software take charge of?

- Materials
- Energy
- Waste
- Water
- Other

When putting data into the software, names of flows were set or open?

- Set :
 - Chemical formulation
 - Proposition tree
 - Search tool
- Open :
 - Does someone external control the taxonomy?

Annexes

Grille d'entretien axée sur les outils – Version EN (2/3)

3/ Flows' inventory :

If you were to give a rating of 1 to 5, how do you rate the software for ease of use for the identification of flows?

Does the software propose a graphical representation of flows?

Would you like the software to offer additional features?

4/ Identification of synergies :

How synergies were identified?

- Manual finding :
Ease of use : 1 2 3 4 5
- Automatic
 - Matching
 - Priorized matching
 - OptimizationRelevance of propositions 1 2 3 4 5
- Proposed by the editor/animator

What types of synergies are identified?

- substitution
- sharing of production
- sharing of supply
- prospective (new activities)

Were identified synergies relevant ? 1 2 3 4 5

Would you like the software to offer additional features?

Were there any significant disadvantages?

5/ Synergies assessment:

Does the software allow assessing the synergies identified?

- Economic
- Environmental
- Regulatory feasibility
- Technical feasibility
- Other

For environmental assessment, is the software/platform associated with a LCA database?

Is the software/platform associated with other database ?

- Economic
- Regulatory
- Technical

Were the potential synergies realized?

Would you like the software to offer additional features?

Annexes

Grille d'entretien axée sur les outils – Version EN (3/3)

6/ Monitoring :

Does the software include monitoring of the project?

Does the software include monitoring of the synergies?

- At the company level
- At the industrial park level

Would you like the software to offer additional features?

7/ Financial aspects :

What is the acquisition cost of the software?

Is there an annual subscription?

Did you have other costs (excluding investment for realizing synergies)?

- Formation
- Consulting
- Other software
- Hiring people

8/ General feelings :

At the end, what are your feelings concerning this software (1 to 5 rating scale)?

Ease of use :	1	2	3	4	5
Flexibility :	1	2	3	4	5
Ability to identify achievable synergies :	1	2	3	4	5
Ability to assess synergies :	1	2	3	4	5
Information's sharing with other players :	1	2	3	4	5
Connectivity with other tools :	1	2	3	4	5

Does the software integrate collaborative aspects?

- Internal communication
- Communication with external players

Were there any significant disadvantages?

If you were to bring new features, what will they be?

Annexes

Grille d'entretien axée sur les méthodologies – Version FR (1/2)

Les éléments en gras sont les questions à poser. Les éléments en police normale sont les caractéristiques à collecter correspondant à la question, de façon à réorienter si besoin l'interlocuteur.

1/ Avant de commencer à recueillir votre témoignage sur le projet XXX, pouvez-vous vous présenter et décrire vos activités dans le cadre de l'écologie industrielle ?

2/ Pourriez-vous présenter les objectifs et les réalisations du projet XXXX ?

- Initiateur :
- Nature de l'initiateur :
- Entreprise / Parc industriel / Territoire :

- Objectifs :
- Types de synergies :
- Liste des flux :
- Nb d'entreprises :
- Durée du projet :

- Réalisations :
- Nb de synergies :
 - Substitution :
 - Mutualisation :
- Profit économique
- Profit environnemental
- Durée moyenne entre l'entrée d'une entreprise dans le projet et la réalisation d'une synergie

3/ Avez-vous appliqué une méthodologie existante ? L'avez-vous adaptée ? Si oui, pourquoi ?

- Nom de la méthodologie :
- Fiches existantes :
- Outils logiciels associés :
- Qui a déployé / piloté la méthodologie :
- Adaptation de la méthodologie :

4/ Gouvernance :

Comment la gouvernance du projet était-elle organisée ? Pilotes / Coordonnateurs externes / Coordonnateurs internes / Animateurs externes ?

- Gouvernance centralisée :
- Coordonnateurs / animateurs externes :
 - Besoin de former ces coordonnateurs / animateurs externes :
- Coordonnateurs / animateurs internes :
 - Besoin de former ces coordonnateurs / animateurs internes :
- Nb de coordonnateurs / animateurs par entreprise / parties prenantes :

5/ Recrutement :

Comment avez-vous incité les entreprises à participer au projet ? Comment ont-elles été mises au courant ?

- Approche proactive :
- Approche systématique :
- Incitations mises en place :
- Qui était à l'initiative de l'incitation des entreprises :
- Mode de communication / publicité aux entreprises :

6/ Collecte de l'information :

Pouvez-vous décrire le processus de collecte des informations dans chaque entreprise ? Comment les flux étaient-ils recensés ?

- Taxonomie figée des flux :
- Qui peut rajouter des flux ?
 - Les organisateurs du projet
 - Les entreprises parties prenantes
- Existence de fiches de collecte de l'information :
- Sur base déclarative (via une plateforme web ?) :
- Réunion physique :
- Questionnaire email :
- Entretien téléphonique :

Annexes

Grille d'entretien axée sur les méthodologies – Version FR (2/2)

7/ Recherche des synergies :

Comment, à partir des données de flux, sont trouvées les synergies ?

- Outil logiciel de recherche des synergies :
 - Si oui, liste des utilisateurs de l'outil
- Pré-sélection des synergies :
 - Qui ?
 - Comment ?
- Sélection des synergies via des GT :
- Sélection des synergies via la formation d'une communauté entre les entreprises :
- Mise en relation des bilatérales des entreprises concernées par une synergie :

8/ Études de faisabilité :

Pour les potentielles synergies identifiées, qui et comment se font les études de faisabilité ?

- Appuyé par un outil logiciel ?
- Étude économique :
 - Qui :
 - Comment :
- Étude environnementale :
 - Qui :
 - Comment :
- Étude réglementaire :
 - Qui :
 - Comment :
- Étude technique :
 - Qui :
 - Comment :

9/ Réalisation des synergies :

Comment la réalisation des synergies est-elle suivie par les coordonnateurs du projet ?

- Implication des coordonnateurs :
- Réalisation d'audits :
- Entité réalisant les audits :
- Utilisation d'un logiciel dédié ?

10 /Phase de capitalisation :

Comment sont exploités les REX des synergies réalisées ?

- Responsable de la capitalisation :
- Structure et contenu des REX :

Annexes

Grille d'entretien axée sur les méthodologies – Version EN (1/2)

Les éléments en gras sont les questions à poser. Les éléments en police normale sont les caractéristiques à collecter correspondant à la question, de façon à réorienter si besoin l'interlocuteur.

1/ Introduction :

First of all, can you introduce yourself in a few words?

2/ Could you present the objectives and the achievements of the project XXXX?

- Organization in charge of the project:
- Type of this organization:
- Company / Industrial Park / Territory :
-
- Objectives:
- Types of synergies
- List of flows
- Nb of companies :
- Duration of the project :
-
- Achievements:
- Nb of realized synergies :
 - Substitution :
 - Sharing :
- Economic benefit
- Environmental benefit
- Average time before the realization of a synergy :

3/ Have you applied an existing specific methodology? Have you modified it? If yes, why ?

- Name of the methodology:
- Use of existing forms:
- Associated software(s):
- Coordinator of the methodology:
- Modifications of the methodology:

4/ Governance :

How the project was organised? Managers / External coordinators / Internal coordinators / External animator ?

- Centralized governance:
- External coordinators/animators :
 - Need of training for external coordinators/animators :
- Internal coordinators/animators:
 - Need of training for internal coordinators/animators:
- Nb of coordinators/animators by companies:

5/ Recruitment:

How companies were motivated to participate to the project? How were they informed?

- Pro-active approach:
- Systematic approach:
- Incentives:
- Organization which put in place the incentives:
- Communication / Advertisement approach:

6/ Data collect:

Could you describe how the data collect was realized? How the flows inventory was done?

- Fixed taxonomy of flows:
- Who can add flows?
 - Project managers
 - Companies
- Use of existing forms for data collect:
- On a declarative basis (via a web platform ?) :
- Meeting with participant companies:
- Email multi-choice questions:
- Phone meeting:

Annexes

Grille d'entretien axée sur les méthodologies – Version EN (1/2)

7/ Synergies search:

Given the flow data, how are found the synergies?

- Use of a specific software for researching synergies:
- If yes, list of users of this software
- Pre-selection of synergies:
 - Who?
 - How?
- Finding of synergies via working groups with companies:
- Finding of synergies via the creation of a community of companies:
- How the two concerned companies for a synergy are introduced to each other?

8/Feasibility studies:

For potential identified synergies, who realizes the feasibility studies? And how?

- Use of a specific software:
- Economic study:
 - Who:
 - How:
- Environmental study:
 - Who:
 - How:
- Regulation study:
 - Who:
 - How:
- Technical study:
 - Who:
 - How:

9/ Realization of synergies:

How the realization of synergies is followed by project managers?

- Involvement of project coordinators:
- Realization of audits:
- Organization in charge of the audit:
- Use of a specific software:

10 /Capitalization

How different feedbacks of realized synergies are used?

- Organization in charge of the capitalization:
- Components of a synergy feedback:
- Use of a software:

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Merci pour votre participation à ce benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle.

L'objectif de ce questionnaire est d'identifier les caractéristiques et fonctionnalités des différents outils d'aide à la décision afin d'aider au développement de l'écologie industrielle en France et dans le monde. Il s'intéresse en particulier aux logiciels et plateformes en ligne permettant d'identifier les possibles symbioses industrielles.

Composé d'une vingtaine de questions, ce questionnaire ne vous prendra qu'une quinzaine de minutes.

***Obligatoire**

Quel est le nom du logiciel/plateforme ? *

- Editerr
- Presteo
- STAN
- SYNERGie
- Synergie Québec
- Umberto
- Autre :

1/ Depuis quelle année l'outil est-il utilisé ?

Précisez si l'outil est encore en développement

2/ Ce logiciel/plateforme est particulièrement adapté à l'analyse des flux/synergies au niveau (choix multiples) : *

- d'une entreprise/usine
- d'un parc industriel
- d'une région
- d'un pays
- Autre :

3a/ L'outil est :

- Un outil propriétaire et payant
- Un outil gratuit
- Un outil opensource

3b/ L'outil se présente sous la forme : *

- d'un logiciel
- d'une plateforme Internet

Commentaires / Informations complémentaires

Continuer »

3b/ L'outil se présente sous la forme : *

- d'un logiciel
- d'une plateforme Internet

Si la réponse à la question 3b/ est « d'un logiciel »,
deux questions sont ajoutées au questionnaire-type

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Informations générales

4a/ Ce logiciel peut-être installé sur un ou plusieurs ordinateurs d'une même organisation ?

- un ordinateur
- plusieurs ordinateurs

4b/ Quels sont les systèmes d'exploitation supportés (choix multiples)?

- Windows
- Macintosh
- Linux

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Informations générales

4/ Langues disponibles (choix multiples)

- Allemand
- Anglais
- Arabe
- Espagnol
- Français
- Italien

5/ Afin de pouvoir localiser une entreprise/usine, ce logiciel/plateforme nécessite :

- une adresse postale
- les coordonnées géographiques du lieu (GPS)
- aucune information géographique
- Autre :

6/ Ce logiciel/plateforme est-il couplé à un Système d'Information Géographique ?

- Oui
- Non
- Autre :

Commentaires / Informations complémentaires

7/ Cet outil fournit-il une représentation graphique des flux ?

- Oui
- Non

Commentaires / Informations complémentaires

8/ Dans quel(s) langage(s) de programmation l'outil a-t-il été développé ?

C++, Java, Excel, etc

« Retour

Continuer »

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Recensement des flux

9/ Le recensement des flux se fait via (choix multiples) :

- les déclarations des entreprises
- des visites sur site
- Autre :

Commentaires / Informations complémentaires

10/ Ce logiciel/plateforme permet d'intégrer les flux (choix multiples) :

- tous les types de flux imaginables
- de matières
- d'énergie
- d'eau
- de déchets
- émissions atmosphériques
- financiers
- de transport
- Autre :

Commentaires / Informations complémentaires

11/ Pour renseigner les flux dans ce logiciel/plateforme il est possible (choix multiples) :

- d'importer une base de données d'un autre logiciel (excel par exemple)
- de renseigner directement ses informations dans l'outil
- Autre :

Commentaires / Informations complémentaires

12/ Les entreprises parties prenantes peuvent-elles renseigner elles-mêmes leurs flux ?

- Oui
- Non
- Autre :

Commentaires / Informations complémentaires

Annexes

Questionnaire – Version FR (5/13)

13/ Le nom des flux est :

- imposé
- libre
- libre, mais contrôlé par un acteur externe
- Autre :

13bis/ Si le nom des flux est imposé, comment de flux différents sont proposés dans l'outil ?

14/ Les flux peuvent être nommés en fonction de (choix multiples) :

- leur composition chimique (H2O, CO2, ...)
- leur appellation courante (acier, électricité, ...)
- leur forme physique (barre, poudre, ...)
- Autre :

15/ Ce logiciel/plateforme propose-t-il un moteur de recherche pour trouver le nom correct des flux ?

- Oui
- Non

Commentaires / Informations complémentaires

Commentaires / Informations complémentaires

« Retour

Continuer »

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Identification des synergies

Si le logiciel/plateforme ne permet pas d'identifier les synergies, vous pouvez passer à la page suivante

16/ L'identification des synergies est réalisée (choix multiples) :

- de manière automatique
- par l'intermédiaire d'une requête
- par l'intermédiaire d'une expertise humaine
- Autre :

17/ Ce logiciel/plateforme permet l'identification des synergies (choix multiples) :

- de substitution
- de mutualisation des approvisionnements
- de mutualisation des moyens de production
- de mutualisation de la gestion des déchets/du recyclage
- potentielles (nouvelles activités)
- Autre :

18/ Cet outil réalise-t-il une optimisation globale de l'ensemble de l'éco-parc ?

- Oui
- Non

Commentaires / Informations complémentaires

« Retour

Continuer »

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

*Obligatoire

Evaluation des synergies

19/ Ce logiciel/plateforme permet-il d'évaluer le potentiel des synergies identifiées ? *

- Oui
- Non

Commentaires / Informations complémentaires

19bis/ Ce logiciel/plateforme propose une évaluation des synergies sur le plan (choix multiples) :

- économique
- environnemental
- de la faisabilité technique
- de la faisabilité réglementaire
- social
- Autre :

Commentaires / Informations complémentaires

20/ Ce logiciel/plateforme est-il associé à un logiciel ou une base de données d'ACV ? *

- Oui
- Non

20bis/ Quel est le nom de ce logiciel/base de données ACV ?

20ter/ Ce logiciel/plateforme pourrait-il à l'avenir être associé à une base de données ou un logiciel d'ACV ?

- Oui
- Non

20ter/ Ce logiciel/plateforme pourrait-il à l'avenir être associé à une base de données ou un logiciel d'ACV ?

- Oui
- Non

Commentaires / Informations complémentaires

« Retour

Continuer »

Annexes

Questionnaire – Version FR (8/13)

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Suivi du projet et des synergies

21/ Ce logiciel/plateforme intègre-t-il un outil de gestion de projet ?

- Oui
- Non

22/ Ce logiciel/plateforme intègre-t-il les retours d'expériences des projets déjà réalisés ?

Notamment pour améliorer l'identification et l'évaluation des synergies

- Oui
- Non

Commentaires / Informations complémentaires

23/ A votre connaissance, combien de projets ont utilisé ce logiciel/plateforme ?

- Aucun
- Un seul
- Moins de 10
- Entre 10 et 50
- Plus de 50
- Autre :

24/ Ce logiciel/plateforme pourrait-il être associé à un outil de gestion de projet ?

- Oui
- Non

Commentaires / Informations complémentaires

25/ Ce logiciel/plateforme intègre-t-il un outil de suivi/gestion des synergies ?

- Oui
- Non

Annexes

Questionnaire – Version FR (9/13)

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Evaluation du logiciel/plateforme

26/ Pourriez-vous évaluer ce logiciel/plateforme sur les aspects suivants

	Mauvais	Assez mauvais	Ni mauvais ni bon	Assez bon	Bon
Facilité d'utilisation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flexibilité	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacité à identifier des synergies potentielles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacité à évaluer des synergies potentielles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Connectivité avec d'autres outils (base de données, logiciels, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Partage de l'information avec les parties prenantes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Commentaires / Informations complémentaires

« Retour

Continuer »

Annexes

Questionnaire – Version FR (10/13)

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Éléments commerciaux

28/ Quel est le prix d'acquisition de ce logiciel / prix d'inscription sur la plateforme ?

Merci de bien vouloir préciser la devise. Si l'outil est en cours de développement, indisponible à la vente ou gratuit merci de bien vouloir l'indiquer.

29/ Si un abonnement est nécessaire, quel est le prix de cet abonnement (par an) ?

Commentaires / Informations complémentaires

30/ Comment de jours de formation sont nécessaires à la prise en main de l'outil ?

Annexes

Questionnaire – Version FR (11/13)

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Autres logiciels

Auriez-vous d'autres logiciels/plateformes de symbiose industrielle à nous recommander ?
Lesquels ?

Si vous avez des contacts à nous recommander, merci de bien vouloir nous indiquer comment les joindre (données confidentielles)

« Retour

Continuer »

Annexes

Questionnaire – Version FR (12/13)

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

*Obligatoire

Contribution à cette étude

Ces données seront confidentielles, sauf si vous souhaitez que nous mentionnions votre contribution à la réalisation de cette étude.

Vous êtes : *

- l'éditeur de ce logiciel/plateforme
- un représentant commercial de ce logiciel/plateforme
- un utilisateur de ce logiciel/plateforme
- Autre :

Veillez indiquer le nom de votre organisation

Secteur d'activité

Personne à contacter

Adresse email

Numéro de téléphone

Souhaitez-vous que votre organisation soit mentionnée dans le cadre de cette étude ? *

- Oui
- Non

Commentaires

« Retour

Envoyer

N'envoyez jamais de mots de passe via Google Forms.

Benchmark international sur les outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Merci pour votre participation. Votre réponse a bien été enregistrée.

[Modifier votre réponse](#)

Annexes

Questionnaire – Version EN (1/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

Thank you for your participation to this international benchmark on decision support tools used in industrial ecology.

The purpose of this questionnaire is to identify the features and functionalities of decision support tools to assist the development of industrial ecology in France and worldwide. It is particularly focused on tools used for industrial symbiosis.

Consisting of around 30 questions, this questionnaire will take you only fifteen minutes.

*Obligatoire

What is the name of the software/platform you are using/developing ? *

- Eco-Flow
- FaST/DIET/Reality
- IUWAWM
- Presteo
- STAN
- SYNERGle
- Synergie Québec
- Umberto
- Autre :

1/ When was the first version available ?

Please indicate if the tool is still in development.

2/ This software/platform is best suited for analyzing flows/synergies at (multiple choices): *

- organization/factory level
- industrial park level
- regional level
- national level
- Autre :

Additional information

3/ The tool is :

- a shareware (proprietary)
- a freeware
- an opensource tool

4/ The tool is : *

- a computer software
- an online platform

Additional information

Continuer »

Si la réponse à la question 4/ est « a computer software », une question 4bis/ est ajoutée au questionnaire-type

4bis/ Operating System of the computer (multiple choices) ?

- Windows
- Macintosh
- Linux
- Autre :

« Retour

Continuer »

Numéro de la page du questionnaire en ligne

Page 1

Annexes

Questionnaire – Version EN (2/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

General information

5/ Available languages (multiple choices) :

- English
- Spanish
- Arabic
- Chinese
- French
- Japanese
- Deutsch
- Italian
- Dutch
- Autre :

6/ Does the software/platform integrate a geographic information system ?

- Yes
- No
- Autre :

Additional information

7/ Does this software/platform provide graphical representations of flows ?

- Yes
- No

Additional information

8/ In which programming language this tool has been developed ?

Examples : C++, Java, Matlab, etc

Annexes

Questionnaire – Version EN (3/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

Flows' inventory

9/ Flows' identification is done through (multiple choices)

- organizations' statements
- on-site visit
- Autre :

Additional information

10/ What types of flows do the software/platform take into account (multiple choices)?

- All types of flows
- Materials
- Energy
- Water
- Wastes
- Air emissions
- Transports
- Financial
- Autre :

Additional information

11/ How do you add flows in the software/platform?

- importation from a previous database (excel for example)
- Directly putting data in the software
- Autre :

12/ Can end-users (corporations for example) put data directly in the software/platform?

- Yes
- No
- Autre :

Additional information

13/ Name of flows are :

- set
- set, but possible to add new names
- free
- free, but controlled by the coordinator of the project
- Autre :

13bis/ If set, how many different names of flows are available in the software/platform?

14/ Flows can be named by (multiple choices):

- chemical composition (H2O, CO2, ...)
- common name (electricity, steel, ...)
- physical form (bar, powder, ...)
- Autre :

15/ Does this software/platform integrate a tree view or a search engine for choosing flows' denomination ?

- Yes
- No
- Autre :

Additional information

Annexes

Questionnaire – Version EN (4/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

*Obligatoire

Identification of synergies

16/ How are synergies identified ? *

- Automatic
- Through human expertise
- Autre :

Additional information

17/ What type of synergies does the software/platform allow (multiple choices)?

- substitution
- mutualisation of supply
- mutualisation of production
- mutualisation of recycling activities
- prospective synergies (new activities)
- Autre :

Additional information

18/ Does the software optimize the whole system ?

- Yes
- No
- Autre :

Additional information

Annexes

Questionnaire – Version EN (5/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

*Obligatoire

Synergies assessment

19/ Does the software/platform allow assessing the synergies identified? *

- Yes
- No

19bis/ The software/platform allows assessment of synergies on (multiple choices):

- economic aspect
- environmental aspect
- technical feasibility
- regulatory aspect
- social aspect
- Autre :

Additional information

20/ Is the software/platform associated with a LCA software or database ?

- Yes
- No

20bis/ If yes, what is the name of this LCA software/database?

Additional information

Annexes

Questionnaire – Version EN (6/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

Monitoring

21/ Does the software/platform integrate a project management module?

- Yes
- No

Additional information

22/ Does the software/platform integrate feedbacks of previous realized projects?

Especially for improving identification and assessment of synergies

- Yes
- No

Additional information

23/ How many projects have already used this software/platform?

- Zero
- Only one
- Less than 10
- Between 10 and 50
- More than 50
- Autre :

24/ Examples of projects conducted with this tool :

« Retour

Continuer »

Annexes

Questionnaire – Version EN (7/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

General feelings

25/ Please rate the software/platform on this aspects

	Bad	Quite bad	Neither bad nor good	Quite good	Good
Synergies achieved in previous projects	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ease of use	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Flexibility	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ability to identify achievable synergies	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ability to assess identified synergies	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Information's sharing with other players	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Connectivity with other tools (input-output) database, ACV software/database, project management tools, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Comments / Additional information

« Retour

Continuer »

Annexes

Questionnaire – Version EN (8/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

Commercial information

26/ How much does this software/platform cost?

Please indicate the currency. If the software/platform is in development phase, not for sale, free, etc. please indicate it.

26bis/ If there is an annual subscription, what is the price of this subscription?

Please indicate the currency

Additional information

27/ Does the software/platform require a special training for using it?

If possible, indicate the number of hours/days and the price

28/ Does the software/platform require formation to end-users (corporations)?

If possible, indicate the number of hours/days and the price

Annexes

Questionnaire – Version EN (9/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

Other tools

Do you know other industrial symbiosis software/tools that are used for industrial symbiosis ?

If you can communicate us some contacts (confidential data)

Annexes

Questionnaire – Version EN (10/11)

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

*Obligatoire

Contribution to this study

These data will be confidential unless you want your contribution to be mentioned in the study.

You are : *

- the editor of this software/platform
- a sales representative of this software/platform
- a user of this software/platform
- Autre :

If you are the editor, consulting firm, etc., do you also propose (multiple choices)?

activities related to this software/platform

- consulting services
- formation services
- brochures, questionnaires, etc
- Autre :

What is the name of your organization?

What is the sector of your organization?

Contact

Email address

Phone number

Do you want to be mentioned as having participated to this study? *

- Yes
- No

Comments / Additional information

« Retour

Envoyer

N'envoyez jamais de mots de passe via Google Formulaires.

International benchmark - Decision support tools for industrial symbiosis

Thank you for your participation. Your response has been recorded

[Modifier votre réponse](#)

Annexes

Emails-types – Version FR

Exemple de mail destiné à un participant à un projet

OBJET : Benchmark des méthodologies et outils d'aide à la décision en écologie industrielle

Madame/Monsieur X,

Je me permets de vous contacter car le cabinet Sia Partners a été mandaté par l'ANCRE* pour réaliser un **benchmark des méthodologies et outils d'aide à la décision utilisés en écologie industrielle**.

Dans le cadre du projet Y, votre entreprise a été amenée à utiliser **l'outil/méthodologie Z** et nous souhaiterions pouvoir recueillir votre témoignage d'utilisateur.

Seriez-vous disponible afin de convenir rapidement d'un **rendez-vous téléphonique** ?

Nous vous proposons également de remplir ce questionnaire au moyen du lien ci-dessous :

https://docs.google.com/forms/d/1h1mL7JEFLi6QvYfdotttAUkKS-Yo8hecZPFG-VMb7Eo/viewform?usp=send_form

N'hésitez pas à me recontacter si vous avez des questions.

En vous remerciant par avance de l'attention que vous porterez à cette requête, veuillez agréer, Madame/Monsieur, mes salutations respectueuses.

* ANCRE : Créée 2009, l'Alliance Nationale de Coordination pour la Recherche en Énergie est une initiative à but non-lucratif regroupant des organismes publics de recherche dans le domaine de l'énergie. ANCRE a pour objectif majeur, à travers le renforcement des synergies entre les partenaires, de définir à partir de travaux de prospective une programmation nationale cohérente et lisible pour la R&D dans le domaine de l'énergie. En particulier, ANCRE vise à faciliter l'adoption des bonnes pratiques adoptant une démarche de développement durable tant pour les producteurs que les consommateurs.

<http://www.allianceenergie.fr>

Annexes

Emails-types – Version EN

Exemple de mail destiné à un participant à un projet

OBJECT : Benchmark of softwares and methodologies in industrial symbiosis

Dear Madam, Dear Sir / Dear Sirs,

I contact you today because Sia Partners has been mandated by ANCRE*, in order to realize a **benchmark of methodologies and softwares used in industrial symbiosis**.

In the context of the project XXX, your company is using or has used the **YYY tool/methodology** and we invite you to participate in this study.

Would you be available to quickly arrange a **phone meeting**?

We also invite you to fill the following on-line questionnaire:

https://docs.google.com/forms/d/18mHFf1CCqCx8UbTBx_PjTQCloko003t-Gploz0Vyev4/viewform?usp=send_form

Please feel free to contact me if you have any further questions.

Yours faithfully

* ANCRE: Created in 2009, the French National Alliance for Energy Research Coordination is a nonprofit initiative regrouping public research organizations active in the field of energy. ANCRE's main objective is to ensure the coherence of national R&D programs in the field of energy. In particular, ANCRE aims to facilitate the adoption of best practices of sustainable development by producers and consumers.

<http://www.allianceenergie.fr/en/index.asp>

Optimisation énergétique, économique et environnementale des sites et territoires industriels

Recommandations

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

- **Soutenir les actions de R&I pour optimiser les procédés actuels et développer des technologies en rupture (ex : séchage, production de froid, échangeurs, pilotage,...).**
- **Faciliter la construction d'une filière de R&I française structurée dans le domaine de la récupération et de la valorisation de l'énergie fatale industrielle.**
- **Assurer un soutien et une coordination des projets et programmes de la Recherche à l'Innovation.**
- **Faciliter et amplifier le rapprochement entre les acteurs de la recherche académique et des PME potentiellement valorisatrices des travaux → sous-groupe Innovation COSEI.**
- **Mettre en place une enquête statistique Flux énergie/matières unique, suffisamment détaillée pour convenir à toutes les agences (INSEE, Ademe,..) et publication des résultats consolidés. Mise à disposition des données «brutes» (protégées pour des raisons de confidentialité) aux pouvoirs publics/entités autorisées à définir.**
- **Améliorer la visibilité et la lisibilité des réglementations futures : pour investir, les industriels ont besoin d'avoir une vision claire des évolutions règlementaires, sur des temporalités suffisantes.**
- **Structurer, «certifier» la filière audit énergétique, conseil, technologies, services, financements pour l'ensemble des acteurs.**

- **Renforcer le suivi au niveau national des initiatives locales d'écoparcs pour en tirer les expériences et déployer les bonnes pratiques (notamment d'animation →SHS).**
- **Renforcer et organiser les conditions de rencontre autour de la mise en place de synergies potentielles.**
- **Bien positionner et coordonner les développements en matière d'outils d'aide au montage de synergies.**