

# Etude CVT ANCRE Bâtiment H2020

## Synthèse

avril 2015

**Etude réalisée par :** CADIOU Françoise (CEA) ; BOUGRAIN Frédéric (CSTB) ; CHAPPART Julie (QUESTEL Consulting) ; DERCOURT Rodolphe (CSTB) ; DOMINICI Jonathan (QUESTEL Consulting) ; FREYD Anne-Claire (CSTB) ; IANNELLO Marie-Ange (CEA) ; MAVRE Cyril (QUESTEL Consulting) ; RODRIGUES Nelson (CSTB) ; SALAGNAC Jean-Luc (CSTB)



Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie

Consortium de Valorisation Thématique ANCRE

## Table des matières

I.	Finalités et orientations prises pour mener l'étude.....	3
II.	Etat de l'art des études R&D innovation de la filière .....	4
III.	Mesure du poids économique de la filière bâtiment & effort R&D associé en France et à l'international .....	6
a.	Éléments de méthode .....	6
b.	Poids économique de la filière bâtiment.....	6
c.	Effort R&D privé .....	9
d.	Effort R&D public.....	11
IV.	Qualification et mesure de l'activité inventive et de la production scientifique françaises, européennes, mondiales de la filière bâtiment au travers de la thématique Énergie. ....	13
a.	Éléments de méthode .....	13
b.	Principaux résultats présentés.....	13
c.	Principaux enseignements .....	16
V.	Conclusions et recommandations .....	22

## I. Finalités et orientations prises pour mener l'étude

La finalité de cette étude est de répondre aux besoins du groupe programmatique bâtiment de l'ANCRE qui s'interroge sur la manière d'orienter les priorités d'investissement R&D de la filière bâtiment en France pour maximiser l'impact sur le facteur 4. Ainsi, le but est d'objectiver la mesure de l'effort R&D dans les domaines public et privé de la filière bâtiment, par une analyse détaillée de la production des brevets, publications, projets et activités R&D dans le domaine de l'énergie.

La thématique R&D bâtiment est plus complexe à décrire qu'au travers du simple filtre des composants et systèmes technologiques constitutifs d'un ouvrage. D'autres critères tels que les exigences réglementaires, la typologie des ouvrages, les marchés adressés (neuf ou rénovation) ou bien encore les usages faits du bâtiment, permettent de segmenter l'activité R&D de la filière. L'étude a donc plutôt visé le caractère représentatif de ses résultats. Elle s'est d'ailleurs restreinte, dans ses analyses les plus fines, à un focus bâtiment énergie. Cette étude doit être considérée comme une première version d'un outil destiné à être reconduit et complété de données manquantes à construire.

Le sujet étant vaste et complexe à la fois, trois temps de réflexion ont été nécessaires pour mener à bien les travaux, avec une approche « en entonnoir », de la filière bâtiment en général à la thématique bâtiment-énergie en particulier :

- Réalisation d'un état de l'art des études R&D innovation de la filière bâtiment (partie 1 de l'étude)
- Mesure du poids économique de la filière et de l'effort R&D associé en France et à l'international (partie 2 de l'étude)
- Qualification et mesure de l'activité inventive et de la production scientifique<sup>1</sup> françaises, européennes et mondiales dans la filière bâtiment au travers de la thématique énergie (partie 3 de l'étude).

Enfin, des conclusions et recommandations ont été formulées visant à :

- Identifier les enjeux clés issus des informations recueillies, nécessitant une réflexion approfondie suite à l'étude, et la mise en place d'un plan d'actions.
- Assurer la reproductibilité des outils et méthodes mis en place lors de cette première étude, pour une mesure régulière, pérenne et fiable de l'effort R&D de la filière bâtiment.
- Valoriser/diffuser au mieux cette étude auprès des publics concernés.

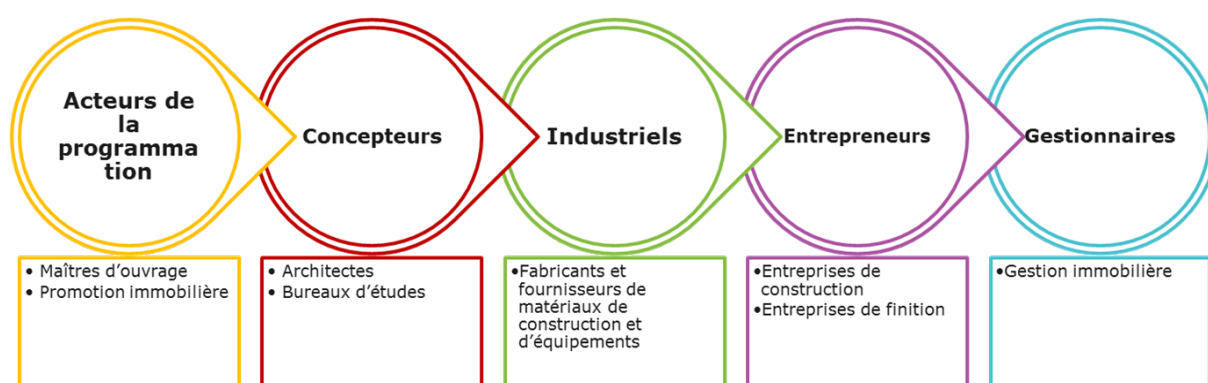
---

<sup>1</sup> Deux limites importantes sont à avoir à l'esprit lors de la lecture des résultats présentés: (i) Le périmètre technologique ciblé dans le cadrage de l'étude vise à cerner un champ "Bâtiment Energie" adressable et interprétable en équations de recherche (mots clés) pertinentes permettant une mesure de l'activité inventive fiable et robuste. Dans le cadre d'une reproduction de la mesure, d'autres champs de recherche pourront venir se greffer sur ce socle de base (par exemple le stockage, l'élargissement du bâtiment à l'éco quartier etc...); (ii) Cette étude se positionne sur "TRL élevé". Il ne ressort donc pas (ou peu) des publications scientifiques amont dont la finalité applicative (Bâtiment-Energie) de la recherche n'est pas clairement exposée.

## II. Etat de l'art des études R&D innovation de la filière

Ce travail (partie 1 de l'étude) démontre que les statistiques existantes relatives au financement de la R&D de la filière bâtiment sont essentiellement des chiffres qui ne concernent que le secteur économique de la mise en œuvre (bâtiment et travaux publics mélangés). Elles valident qualitativement que dans ce segment l'investissement R&D y est très faible comparativement à d'autres filières.

Cet état de l'art affirme que pour décrire correctement le poids économique de la filière bâtiment et l'effort de R&D associé, il est nécessaire d'aller au-delà de cette vision et d'étudier cette filière selon un découpage autour de cinq groupes d'acteurs allant de la programmation à la gestion (Figure 1).



**Figure 1** : Qualification des acteurs de la filière bâtiment

Cette « nouvelle » définition de la filière est bien plus large que celle communément retenue par les différents services de statistiques internationaux. La caractériser quantitativement nécessite donc un travail important de collecte et d'agrégation de données.

En premières conclusions, il est proposé une description des différents « types » de comportement R&D des principaux acteurs :

1. Les industriels fournisseurs de produits de construction engagent des dépenses de R&D relativement conséquentes et peuvent parfois s'appuyer sur une structure de R&D centralisée qui effectue plutôt des travaux de recherche fondamentaux et sur quelques unités décentralisées. Ces entreprises collaborent avec des centres de recherche publics (des universités ou des organismes nationaux de recherche). Les efforts de R&D sont orientés de manière à répondre à l'innovation du concurrent et à ne pas perdre le leadership sur des segments de marché. Tous les produits de construction étant destinés à être incorporés dans les ouvrages de bâtiment, des relations privilégiées sont également établies avec des entrepreneurs pour tester et mettre au point les produits et procédés innovants. Une partie des efforts est consacrée en interne à l'amélioration des processus de fabrication qui induit des gains de productivité internes.

2. Les industriels fournisseurs d'équipements (systèmes de chauffage/ climatisation/ ventilation par exemple) qui disposent de ressources financières moins importantes que les entreprises appartenant au groupe des fournisseurs de produits de construction, peuvent engager des collaborations avec des centres de recherche publics (universitaires ou autres).

3. Les entrepreneurs, du fait de leur métier et de leur place dans la chaîne de valeur, s'engagent rarement dans la R&D au sens où peut l'entendre un industriel. L'activité innovante est cependant bien réelle mais elle est essentiellement motivée par la résolution de problèmes ponctuels liés au chantier du moment.

4. Les promoteurs, gestionnaires immobiliers et exploitants ont une activité exclusivement basée sur le service. Le caractère foisonnant de cette activité rend difficile l'identification des innovations mais la pénétration des outils informatiques et de communication dans le secteur de la construction, notamment de l'Internet, génère indubitablement un flux de nouveaux services (visite virtuelle d'un futur bâtiment, suivi à distance de l'avancement de la construction, télé-suivi d'installations techniques). Le développement de ces innovations ne semble pas faire l'objet directement de coopération avec des centres de R&D. Elles sont plutôt des retombées de développement de services Internet.

Il ressort de cet état de l'art que les comportements R&D peuvent être caractérisés par l'existence ou non de coopération avec les centres R&D ou avec d'autres acteurs de la filière. Dans d'autres situations, les innovations sont des adaptations de développements extérieurs au secteur.

### III. Mesure du poids économique de la filière bâtiment & effort R&D associé en France et à l'international

#### a. Éléments de méthode

Afin d'obtenir des données sur le poids économique de la filière ainsi que sur l'investissement R&D privé en France et dans le monde, trois méthodologies différentes ont dû être combinées en raison des limites de chacune.

- **Recherches bibliographiques d'études existantes** : aucune étude comparative et chiffrée entre les pays n'a été identifiée ; le périmètre est très souvent ciblé sur le secteur de la construction, incluant les travaux publics.
- **Recherche de données existantes au sein d'instituts de statistiques nationaux ou para nationaux** : en plus des difficultés liées au périmètre des données (idem au point précédent), des problèmes de cohérence ont été identifiés entre les données récupérées en fonction de leur provenance, y compris pour un même pays.
- **Construction des données à partir d'échantillons représentatifs constitués pour chacun des pays** : la limite principale réside dans les quantités accessibles de valeurs d'investissements R&D, ainsi que dans la représentativité des sociétés pour certains pays et segments.

#### b. Poids économique de la filière bâtiment

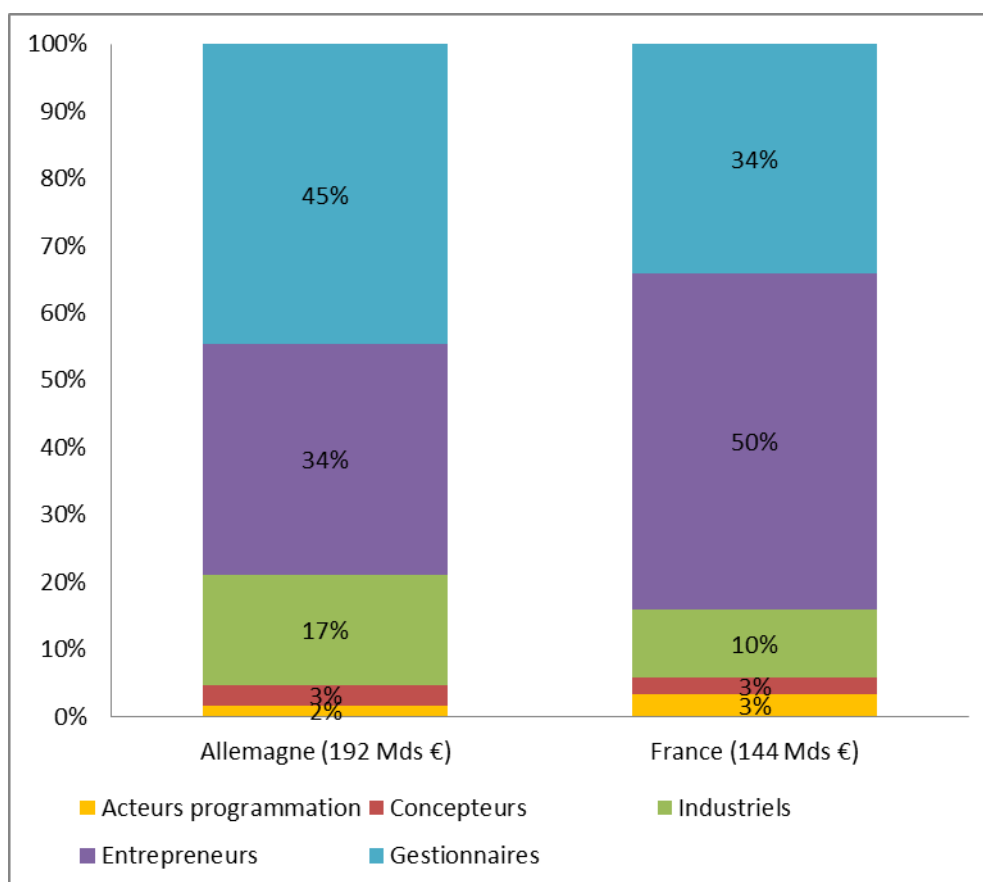
Après une première approche qualitative, l'étude s'attache à quantifier la filière bâtiment en chiffre d'affaires, nombre d'entreprises, nombre de salariés selon les secteurs tels que décrits précédemment (partie 2 de l'étude pages 38 à 50). Ce travail n'a pu être mené qu'après une analyse détaillée des sources statistiques disponibles qui soient suffisamment représentatives et dont la base permette une comparaison aux niveaux européen et international. La source retenue pour la France est l'organisme Eurostat qui utilise la nomenclature NACE comme classification des activités économiques.

Les résultats obtenus pour la France sont :

- Une filière qui pèse de **8,5% à 9,5% de la valeur ajoutée** brute au coût des facteurs sur un total de 1 707 Mds €.
- **Une filière très morcelée** et qui présente une multitude d'acteurs, plus de **860 000 entreprises** en France en 2012 (21% à 23% des entreprises françaises et de **13% à 14 % des salariés** en France). A l'international, environ **15 000 000 d'entreprises** ont été recensées, en majorité des entrepreneurs. Cependant, le degré de fragmentation diffère selon le sous-secteur (partie 2 de l'étude pages 49 à 50) : les industriels sont les plus concentrés (25% du CA, 5% du nombre de sociétés, 2% des salariés) tandis que les entrepreneurs sont les plus fragmentés (42% du CA, 46% des entreprises, 62% du nombre de salariés).

- **Une filière dominée par les acteurs de la mise en œuvre** : que cela soit en CA, en nombre d'entreprises ou en nombre de salariés, les entrepreneurs dominent la filière du bâtiment. Par entrepreneurs on entend les entreprises de construction de bâtiments et de travaux de finition (menuiserie, plomberie, etc.).

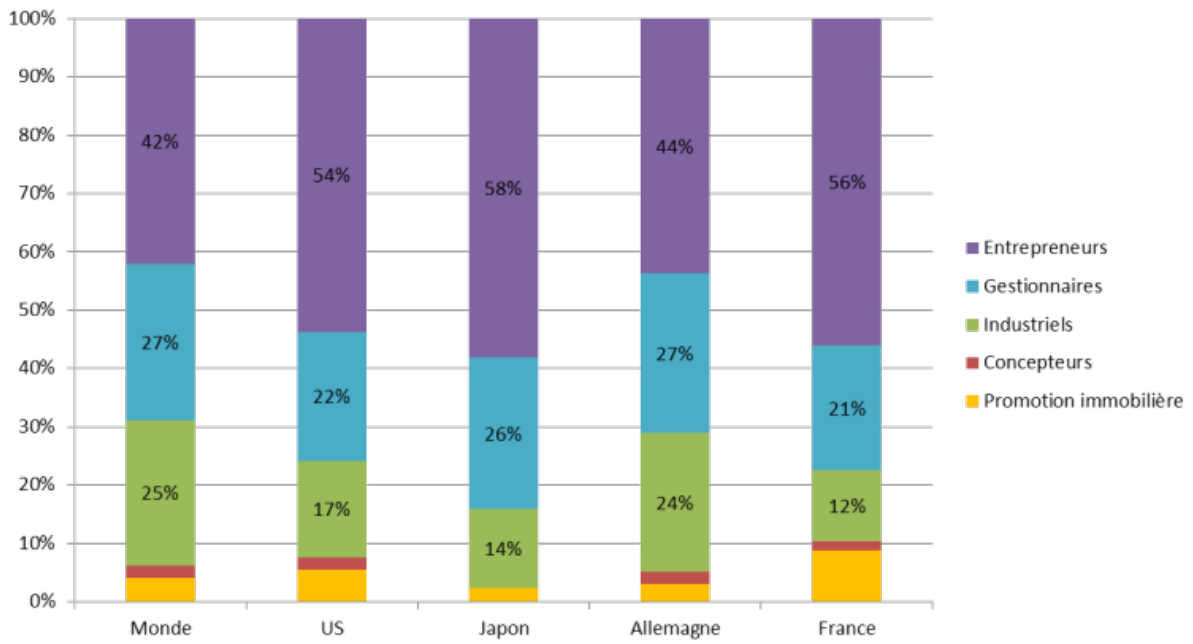
A titre de comparaison, la valeur ajoutée de l'Allemagne (tous secteurs d'activité confondus) s'élève à 2 308 Mds € et celle de la filière bâtiment en représente 8.3 % (192 Mds €). La figure 2 ci-après présente pour l'Allemagne et la France le poids de chaque groupe d'acteur du bâtiment dans la valeur ajoutée de la filière bâtiment.



**Figure 2** : poids en 2012 de chaque groupe d'acteur du bâtiment dans la valeur ajoutée de la filière bâtiment<sup>2</sup>

La figure 3 présente une comparaison internationale de la filière bâtiment en termes de chiffre d'affaires.

<sup>2</sup> Les concepteurs incluent les architectes mais excluent les bureaux d'études.



**Figure 3** : Répartition du chiffre d'affaires selon les groupes d'acteurs de la filière bâtiment<sup>3</sup>

<sup>3</sup> A noter qu'il existe une catégorie d'acteurs intégrant toute la chaîne de valeur de la filière, les « home builders », présents surtout aux États-Unis et au Japon. Ces acteurs ont dû être ventilés dans au moins un secteur d'activité.



### c. Effort R&D privé

La R&D n'ayant pu être quantifiée à partir des mêmes sources que celles utilisées pour le poids économique de la filière (Eurostat et classification NACE), il n'est pas possible d'agréger pleinement les dépenses de R&D privées de tous les secteurs composant le bâtiment. En effet :

- la DIRDE (dépense intérieure de R&D des entreprises, collectée par le Ministère de la Recherche pour la France) désigne les dépenses à destination d'un secteur donné et non pas en provenance d'un secteur donné.
- De plus, le niveau de détail des codes NACE requis n'a pas été rendu disponible par le Ministère de la Recherche.
- Enfin, bien que les dépenses de R&D soient également disponibles sur Eurostat, sur la base de chiffres INSEE pour la France, celles-ci ne sont pas disponibles au niveau de détail que l'on souhaite. Ainsi, par exemple, sur les 145 M€ de la classe F « construction », on ne peut pas distinguer la part relevant du génie civil de celle du bâtiment.

Par conséquent, afin d'identifier les dépenses de R&D par type d'acteurs, l'étude a eu recours à la construction des données à partir d'échantillons représentatifs constitués pour chacun des pays.

La base de données ORBIS, qui répertorie les données de 125 millions d'entreprises dans le monde, a été utilisée. L'intensité de R&D a été calculée en fonction du chiffre d'affaires des échantillons constitués pour chaque acteur et chaque pays ( $\Sigma$  dépenses de R&D de l'échantillon/chiffre d'affaires) et mise en regard du chiffre d'affaires total du groupe d'acteur tel qu'identifié grâce à Eurostat.

La collecte de données sur les différents groupes d'acteurs du bâtiment identifie une intensité de R&D très faible. La dépense R&D de la filière bâtiment telle que nous l'avons définie s'élève à moins de **1% du CA** pour chacun des territoires étudiés, ce qui est bien inférieur à d'autres domaines tels que l'aéronautique, la chimie ou encore l'industrie pharmaceutique (figure 3b et partie 2 de l'étude pages 52 à 63). La même faiblesse d'investissement est constatée dans les autres pays étudiés (figure 3a). **En particulier, en France, les industriels (0,71%) se démarquent des autres acteurs, tandis que la R&D des gestionnaires est quasi nulle (0,003%) et très faible pour les entrepreneurs (0,03%).**

Acteurs de la filière		France	US	Japon	Allemagne
Acteurs de la programmation		0,07%	Non identifié	Non identifié	Non identifié
Concepteurs	uniquement les architectes	Non identifié	0,88%	0,2%	3,0%
	Incluant les BE d'ingénierie	Non identifié	4%	0,7%	1,5%
Industriels		0,71%	2,9%	1,2%	0,38%
Entrepreneurs		0,03%	0,3%	0,2%	0,036%
Gestionnaires		0,003%	Non identifié	0,04%	0,001%

**Figure 3a** : % du chiffre d'affaires en dépenses de R&D

Secteur	France	US	Allemagne	Japon
<b>Bâtiment</b> (tel que défini dans l'étude)	<b>0,11%</b> (Manque R&D concepteurs)	<b>0,66%</b> (Manque R&D promoteurs et gestionnaires)	<b>0,17%</b> (Manque R&D promoteurs)	Donnée indisponible
<b>Construction</b> (R&D / CA)	<b>0,03%</b> (Eurostat)	<b>0,13%</b>	<b>0,1%</b>	Donnée indisponible
<b>Industrie automobile</b>	<b>1,85%</b> (Eurostat)	Valeurs de R&D disponibles, mais CA non identifié	<b>6,7%</b>	Donnée indisponible
<b>Construction aéronautique et spatiale</b>	<b>8,45%</b> (Eurostat)	<b>10,7%</b>	<b>11,9%</b>	Donnée indisponible
<b>Industrie chimique</b>	<b>1,16%</b> (Eurostat)	<b>4,5%</b>	<b>2,9%</b>	Donnée indisponible
<b>Industrie pharmaceutique</b>	<b>2,18%</b> (Eurostat)	<b>12,2%</b>	<b>10,3%</b>	Donnée indisponible

**Figure 3b** : Comparables d'investissement R&D privé.

**Remarque** : Le tableau ci-dessous indique les valeurs obtenues pour la France en utilisant les données de DIRDE, soit les dépenses R&D à destination d'un secteur donné et non pas en provenance d'un secteur donné comme le tableau ci-dessus.

Secteur	France
Construction	0,04%
Industrie automobile	4,4%
Construction aéronautique et spatiale	9,3%
Industrie chimique	2,1%
Industrie pharmaceutique	8,5%

**Figure 3c** : Comparables d'investissement R&D privé en France selon les données DIRDE

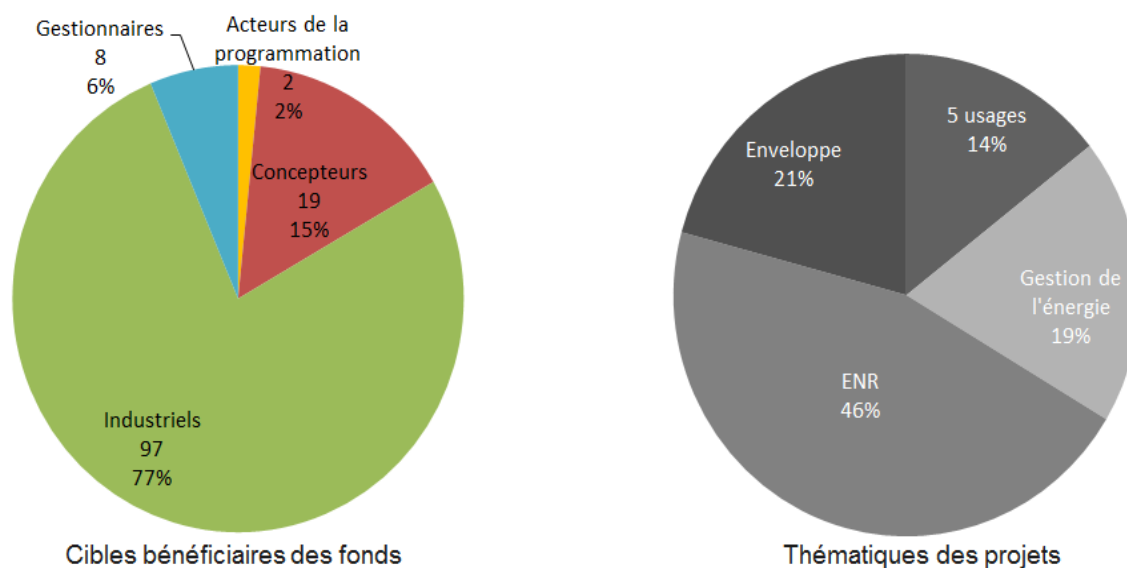
#### **d. Effort R&D public**

Sur ce point, l'étude ne vise pas l'exhaustivité mais plutôt la représentativité en agrégeant les données de projets émanant de différents organismes correspondant à la thématique bâtiment-énergie (PREBAT, PUCA, ADEME, ANR, programme des Investissements d'Avenir, Fonds Unique Interministériel). La période étudiée va de 2008 à 2014. La répartition de ces projets est faite en fonction du principal groupe d'acteur destinataire des fonds et de la thématique abordée en vue de caractériser les cibles principales de la recherche publique. Enfin, la construction de bâtiments exemplaires dans le cadre de projets n'est pas étudiée même si cela représente 2 950 bâtiments de 2007 à 2012, financés par les appels à projets régionaux du PREBAT.

L'analyse de l'effort R&D public est également présentée (partie 2 de l'étude pages 64 à 72) au travers des quatre périmètres technologiques contributifs au facteur 4, ce qui constitue le prisme énergétique par lequel l'étude veut analyser ici la filière bâtiment :

- l'enveloppe du bâtiment (isolation thermique notamment)
- les cinq usages (chaleur, eau chaude sanitaire, ventilation, climatisation, éclairage)
- la gestion automatisée de l'énergie
- l'intégration des énergies renouvelables.

Sur un échantillon de 124 projets publics analysés (et financés par les organismes cités ci-dessus), **l'étude fait le constat que les industriels sont la cible principale des fonds publics. La thématique clé est l'énergie renouvelable pour près de la moitié des projets** (figures 4 et 5).



**Figure 4 et 5 : cibles et thématiques des projets visés**

Les fonds des organismes étudiés sont principalement à destination des industriels. Néanmoins ces derniers sont toujours épaulés par des centres de recherche qui sont bénéficiaires secondaires des aides. Les centres de recherche intervenant le plus souvent dans le domaine de l'énergie dans le bâtiment sont le CEA, le CSTB et ARMINES.

Si en 2005 le programme PREBAT centralise les projets de recherche bâtiment-énergie, on assiste depuis 2008 à la multiplication d'organismes dont l'activité inclut le financement de projets sur la thématique de l'étude. Ce foisonnement (agences, instituts pour la transition énergétique) rend difficile l'élaboration d'une cartographie complète. De plus, ces entités ne communiquent pas de façon homogène : elles parlent parfois en projets, parfois en programmes de recherche ; il est alors difficile d'appréhender les enjeux financiers dans leur globalité.

#### **IV. Qualification et mesure de l'activité inventive et de la production scientifique françaises, européennes, mondiales de la filière bâtiment au travers de la thématique Énergie.**

##### **a. Éléments de méthode**

Après avoir qualifié la filière bâtiment, mesuré son poids économique et objectivé le faible niveau de R&D investi par et pour la filière, l'étude s'attache à qualifier et mesurer l'activité inventive et la production scientifique françaises, européennes et mondiales dans la filière bâtiment au travers de la thématique énergie, depuis 2005. Cette analyse est un moyen parmi d'autres d'évaluer l'impact de la R&D d'un pays sur un domaine donné, et a permis d'identifier des indicateurs du résultat de la R&D tels que le nombre de brevets et de publications, la coopération technique, le dynamisme de R&D, etc...

Ainsi, il a été possible de « quantifier » le résultat de l'activité R&D en France appliquée à la thématique bâtiment-énergie, décliner cette analyse par région (avec une analyse plus approfondie de l'Ile-de-France, Rhône-Alpes et l'Alsace), par thématiques contributives au « facteur 4 » (5 usages, enveloppe, gestion automatisée de l'énergie et intégration des énergies renouvelables) et surtout comparer le résultat de la France à celui d'autres pays comme les Etats-Unis, le Japon et l'Allemagne.

##### **Outils utilisés :**

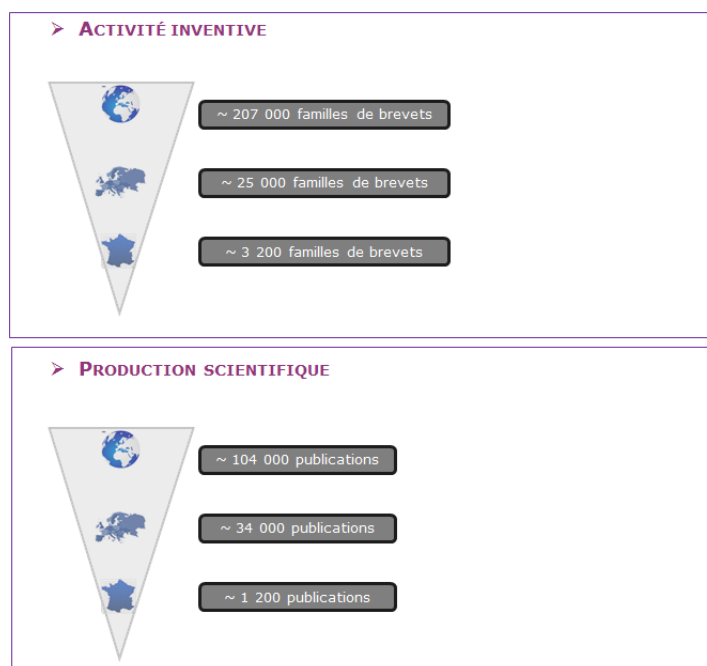
- ⇒ L'étude des brevets a été réalisée à l'aide de l'outil ORBIT (Questel).
- ⇒ L'étude des publications a été réalisée à l'aide de Scopus et Web Of Science, deux outils de référence retenus pour la richesse des contenus et la complémentarité des sources indexées

Les mots-clés pour les analyses brevets et publications ont été coordonnés pour définir les équations de recherche, en France comme à l'international, permettant une lecture comparative directe.

- ⇒ L'outil d'analyse bibliométrique permettant l'analyse statistique des notices et des brevets est INTELLIXIR.

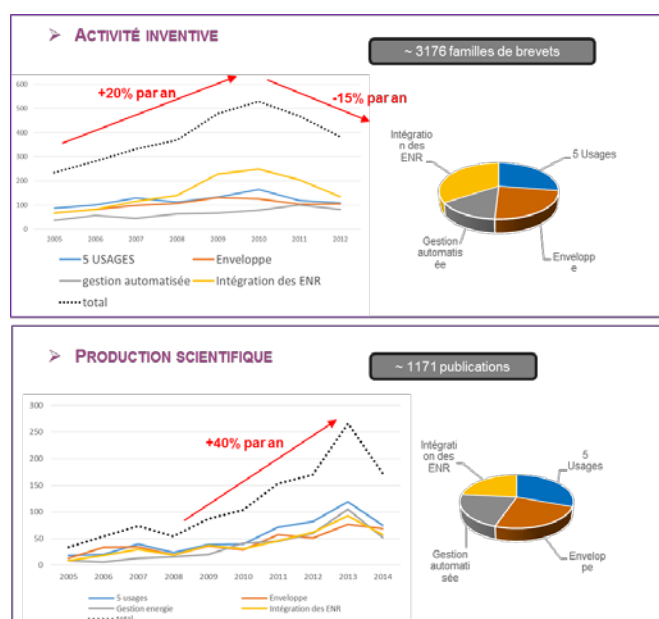
##### **b. Principaux résultats présentés**

L'étude présente la comparaison du volume d'activité inventive et de production scientifique (partie 3 pages 9 à 13) en France, en Europe et dans le Monde ainsi que la dynamique temporelle associée. Les résultats « macro » pour la thématique bâtiment-énergie sont présentés (exemple figure 6).



**Figure 6** : comparaison du volume d'activité inventive et de production scientifique en France, en Europe et dans le Monde

L'étude présente également (exemple figure 7) une répartition par thématique (Enveloppe, 5 Usages, Gestion automatisée de l'énergie, Intégration des ENR) de l'activité inventive et des publications scientifiques (partie 3 page 14).



**Figure 7** : dynamiques de l'activité inventive et de la production scientifique en France, et répartitions par thématique

Des analyses plus fines sont produites, présentant notamment aux niveaux France et international, ainsi que par thématique (Enveloppe, 5 Usages, Gestion automatisée de l'énergie, Intégration des ENR) :

- Les principaux déposants de brevets (Exemples partie 3 pages 24 et 26)
- Les principaux publiants d'articles scientifiques (Exemples partie 3 pages 25 et 27)
- Le niveau de qualité des brevets déposés et des publications scientifiques publiées (Exemple partie 3 pages 28 et 30)
- Les niveaux de collaborations scientifiques et de rayonnement R&D (partie 3 pages 29 et 31)

Au niveau de la France, une répartition régionale est également présentée (Ile de France, Rhône-Alpes, Alsace) (partie 3 pages 37 à 51)

En conclusion, l'étude présente une synthèse des indicateurs (figure 8) permettant de qualifier l'activité inventive et la production scientifique françaises, européennes et mondiales dans le secteur du bâtiment au travers de la thématique énergie.

Indicateurs		Signification	France	Etats-Unis	Japon	Allemagne
Nombre total de brevets depuis 2005		Activité inventive	3176	16700	32600	11600
Nombre de brevets triadiques / Nombre total de brevets du pays		Taux de brevets de « qualité »	14%	14%	7%	7%
Nombre total de publications depuis 2005		Production scientifique	1171	20800	5280	5160
Nombre de publications citées au moins 10 fois / Nombre total de publications du pays		Taux de publications de « qualité »	6%	13%	9%	11%
Taux de croissance moyen annuel de brevets entre :	2005 et 2012	Dynamique de l'activité inventive	7%	1,5%	0,5%	3%
	2005 et 2009		19%	12%	0,3%	13%
	2009 et 2012		-7%	-11%	0,8%	-9%
Taux de croissance moyen annuel des publications entre :	2005 et 2012	Dynamique de la production scientifique	26%	7%	8%	10%
	2005 et 2009		26,5%	7,5%	18%	14%
	2009 et 2012		25%	6%	-1%	8%
Acteurs : loi des 80-20 appliquée à l'activité inventive		Aspect diffus ou concentré de l'activité inventive (80% des brevets déposés par x% des acteurs)	61%	30%	3%	45%
Acteurs : loi des 80-20 appliquée à la production scientifique		Aspect diffus ou concentré de la production scientifique (80% des documents publiés par x% des acteurs)	0,8%	1,1%	1,4%	2,5%
Taux de co-dépôts de brevets		Coopération technique	12%	3%	5%	2%
Taux de co-publications d'articles		Coopération technique	69%	52%	58%	55%
Taux de co-publications d'articles avec partenaire étranger		Rayonnement R&D international	33%	23%	19%	32%

Figure 8 : Synthèse des indicateurs de R&D

### **c. Principaux enseignements**

#### **Dynamiques globales en Europe et dans le monde**

La répartition géographique de l'activité inventive montre un dynamisme surtout localisé en Chine, qui comptabilise à elle seule presque 50% des familles de brevets déposées depuis 2005 dans le périmètre bâtiment-énergie. En Europe, l'Allemagne est le pays le plus actif et représente 46% des brevets.

La répartition de la production scientifique est plus équilibrée. Les zones géographiques les plus prolifiques sont l'Europe (32%), les Etats-Unis (20%), et la Chine (20%). Au sein de l'Europe, l'Allemagne est le pays le plus présent et totalise 15% des publications.

Au niveau mondial, l'activité inventive est fortement portée par la thématique « 5 Usages », qui représente près d'un dépôt de brevet sur deux. En revanche, les acteurs européens brevètent davantage sur l'intégration des énergies renouvelables.

La répartition des publications selon les quatre thématiques est sensiblement la même, tant au niveau mondial qu'au niveau européen. La gestion automatisée de l'énergie au sein du bâtiment est un sujet plus publié que breveté.

Les déposants principaux de brevets (ayant déposé plus de 300 familles de brevets) sont japonais et chinois. Parmi ces déposants, on observe une grande majorité d'industriels (87% - représentés par des conglomérats et des fournisseurs d'équipements électriques/électroniques) et quelques universités chinoises. L'Europe est peu représentée (seulement trois acteurs ayant plus de 300 familles de brevets), et la France n'apparaît pas du tout.

Le calcul du ratio entre le nombre de familles de brevets déposés (sur la thématique bâtiment-énergie) durant la période 2005-2014 et la moyenne des PIB (en Mds \$) de chaque pays étudié sur la même période, montre que pour 10 milliards de dollars de PIB, les acteurs français et américains déposent une demande de brevet dans la thématique, tandis que les Allemands en déposent 3 et les Japonais 7.

En prenant l'hypothèse que le nombre de chercheurs dans les quatre pays étudiés est resté constant durant la période 2005-2014 et en admettant qu'il est assimilable à celui de 2011, le calcul du ratio entre le nombre d'articles dans la thématique bâtiment-énergie et le nombre de chercheurs par pays en effectif (d'après le site Eurostat) montre que pour cent chercheurs en France, 2 articles sont publiés par an dans la thématique, 5 au Japon, 6 en Allemagne et 17 aux Etats-Unis.



## **Analyse des indicateurs R&D pour la France**

La France, avec environ 3200 brevets et 1200 publications, contribue à 1,5% de l'activité inventive et à 1% de la production scientifique mondiales (13% de l'activité inventive et 3,5% de la production scientifique européennes) pour la thématique bâtiment-énergie, alors que la contribution totale de l'activité inventive de la France dans le monde (nombre total de brevets déposés par la France) est de 0,9%. De même, le volume de demandes de brevets triadiques<sup>4</sup> provenant de France pour la thématique bâtiment-énergie représente 6% des demandes mondiales pour cette même thématique, alors qu'il représente seulement 2,8% du total des demandes mondiales, ce qui montre une dynamique intéressante pour la filière.

On observe en France :

- Une croissance continue des dépôts de brevets d'environ 20% par an jusqu'en 2010. A partir de cette date, l'activité inventive diminue. Cette tendance est surtout portée par l'intégration des énergies renouvelables, due sans doute à l'évolution de la réglementation dans ce domaine.
- Une progression constante du nombre de publications scientifiques (près de 40 % par an depuis 2008).

Si l'on se base sur le nombre de dépôts de brevets, environ 1250 acteurs (97% d'industriels) sont identifiés comme contribuant à l'activité inventive en France. Cependant, 80% des brevets ayant été déposés par environ 770 acteurs, l'activité inventive est très diffuse dans ce domaine. A contrario, si on se focalise sur la production scientifique, 480 acteurs (97% provenant de la recherche publique) sont identifiés au total. Dans ce cas, 80% des documents ayant été publiés le sont par les quatre premiers acteurs. Ceci indique que la production scientifique est très concentrée en France.

Les brevets provenant de la France sont fortement étendus à l'étranger (plus de la moitié), surtout aux Etats-Unis et en Chine. De plus, la France compte un bon pourcentage de co-dépôts : 395 collaborations ont été identifiées, soit 12,5% de co-dépôts sur l'ensemble du corpus de brevets France. En revanche dans le domaine « bâtiment énergie », il y semble y avoir très peu de support de la recherche publique à l'industrie en France, puisque l'on dénombre très peu de collaborations entre un acteur français issu de la recherche publique et une entreprise française, que ce soit au niveau des brevets ou celui des publications scientifiques.

Au niveau des publications scientifiques, 805 documents co-publiés ont été identifiés, soit presque 70% des publications. Parmi ces documents, 383 (47,5%) impliquent des entités étrangères et 115 (14,2%) un industriel. La France apparaît donc comme un pays qui favorise les collaborations internationales sur la thématique bâtiment-énergie, ces collaborations impliquant surtout des acteurs américains et allemands. Parmi les thématiques Bâtiment-Energie, l'activité inventive est plus forte pour l'intégration des énergies renouvelables. La production scientifique est en revanche plus équilibrée entre

les quatre thématiques. On note également que sur le sujet de la gestion automatisée de l'énergie, l'activité inventive est plus faible et que peu d'acteurs y sont positionnés (185 acteurs identifiés sur la gestion automatisée en comparaison à plus de 400 sur toutes les autres thématiques). La R&D est plus centralisée autour de grands acteurs comme ORANGE, TECHNICOLOR, ALCATEL-LUCENT, SOMFY et SCHNEIDER ELECTRIC. SAINT-GOBAIN est le plus gros déposant français, avec presque 200 demandes de brevets depuis 2005 sur ces thématiques.

Les évolutions temporelles de l'activité inventive des quatre thématiques suivent la tendance globale observée pour la France : les dépôts de brevets augmentent jusqu'en 2010 puis diminuent. Cette diminution est cependant moins marquée pour la thématique « Enveloppe ». La coopération technique est importante quelle que soit la thématique (entre 9,5 et 17% pour l'activité inventive, plus de 60% pour la production scientifique).

---

<sup>4</sup> Dénomination créée par l'OCDE pour caractériser les brevets dits de « haute qualité » car étendus aux USA, Japon et dans au moins un pays d'Europe.

## **Analyse des indicateurs R&D : comparaison Allemagne, Etats Unis, Japon**

### Allemagne :

Pour la thématique bâtiment-énergie, les brevets provenant d'Allemagne représentent seulement 6% des dépôts mondiaux, mais 46% des dépôts européens, loin devant la France. Quant aux publications allemandes, elles représentent 5% des articles mondiaux et 15% des articles européens. La part des brevets provenant d'Allemagne dans les brevets triadiques mondiaux pour la thématique de l'étude correspond à 11%, soit 2 fois plus que la part de ce pays dans l'activité inventive mondiale totale.

On observe une croissance continue de 11% par an dans les dépôts de brevets de 2005 à 2010, avec une décroissance depuis 2011.

Au niveau des publications scientifiques, 11% des articles mondiaux de qualité sont publiés en Allemagne.

Le nombre d'acteurs contribuant à l'activité inventive est un indicateur qui renseigne sur le dynamisme d'une région ou d'un pays : environ 6000 déposants de brevets et 2000 publiants ont été identifiés. L'activité inventive est plutôt diffuse en Allemagne (45% des acteurs déposent 80 % des brevets) et la production scientifique très concentrée (2,5% des acteurs publie 80% du volume bibliographiques). De plus, 99% des déposants de brevets sont industriels et seulement 44% des publiants sont issus de la recherche publique.

On note que deux acteurs non allemands font partie des quatorze principaux déposants de brevets prioritaires allemands. Par ailleurs, aucun acteur n'est présent sur toutes les thématiques. Concernant les publications, seules deux sociétés figurent parmi les quinze principaux publiants. Les académiques FRAUNHOFER, UNIVERSITE de STUTTGART, UNIVERSITE d'AACHEN et UNIVERSITE de MUNICH notamment sont présents sur toutes les thématiques.

Il y a une prédominance des dépôts sur la thématique « Intégration des ENR », notamment due à l'activité intense des acteurs de ce pays sur les technologies solaires ces dix dernières années. Pour la gestion automatisée de l'énergie, la tendance est visiblement plus à la publication qu'au brevet. La principale raison provient du fait qu'il s'agit surtout de technologies logicielles sur cette thématique.

Les brevets en provenance d'Allemagne sont étendus à l'étranger à hauteur de 40% sur la thématique Bâtiment-Énergie, dont 60% d'entre eux sur le territoire européen. De nombreuses collaborations ont été identifiées entre des acteurs allemands et des acteurs académiques européens, comme le CNRS ou l'ETH ZURICH.

### Etats-Unis :

Les dépôts prioritaires aux Etats-Unis représentent 8% des dépôts mondiaux. Dans le monde, un article scientifique sur cinq est publié aux Etats-Unis.

Aux Etats-Unis l'étude identifie environ 9250 déposants et 10 000 publiants au total.

80% des brevets ont été déposés par environ 2800 acteurs. Comme dans les autres pays, l'activité inventive est très diffuse (30% des acteurs) et la production scientifique très concentrée (1% des acteurs). De plus, 96% des déposants de brevets sont industriels. Sur les quinze premiers déposants de brevets prioritaires aux US, 9 ne sont pas américains, ce qui semble révéler le fort attrait du marché américain pour les entreprises du monde entier.

Les brevets en provenance des États-Unis sont relativement bien étendus à l'étranger sur la thématique Bâtiment-Energie (près de 50%), surtout en Europe. Les brevets triadiques provenant des Etats-Unis comptent pour le tiers des brevets triadiques dans le monde, ce qui signifie que les acteurs américains déposent des brevets de qualité et à fort impact (fait moins observé dans le reste du monde). C'est moins le cas au niveau des publications scientifiques, puisque « seuls » 13% des articles mondiaux de qualité proviennent des Etats-Unis.

Les États-Unis collaborent avec un grand nombre d'entités étrangères sur la thématique Bâtiment-Energie, surtout avec des acteurs asiatiques, canadiens et anglais. De fortes collaborations ont été identifiées avec les universités pékinoises.

### Japon :

Les dépôts prioritaires au Japon représentent 16% des dépôts mondiaux. La proportion d'articles scientifiques mondiaux publiés au Japon est quant à elle de 5%.

Pour le Japon, on observe une constance dans les dépôts de brevets de 2005 à 2012, avec une croissance de 0,5% par an.

Les brevets triadiques provenant du Japon comptent pour le tiers des brevets triadiques dans le monde, mais ils représentent seulement 7% du total des brevets japonais, ce qui reflète entièrement le système de brevets dans ce pays, à savoir un volume important de documents, mais peu de qualité. Au niveau des publications scientifiques, 9% des articles mondiaux de qualité sont publiés au Japon.

Environ 5400 déposants et 1850 publiants sont identifiés au Japon. Au total, 80% des brevets et publications ont été déposés par environ 165 acteurs pour les brevets et 25 pour les publications. L'activité inventive est très concentrée (3% des acteurs) tout comme la production scientifique (1,3% des acteurs). De plus, 97% des déposants de brevets sont industriels et seulement 48% des publiants sont des académiques.

Les treize premiers déposants de brevets au Japon sont tous des acteurs japonais. Le marché dans ce pays semble très mature et déjà structuré, étant donné le nombre de familles de brevets des principaux acteurs (PANASONIC plus de 5000; MITSUBISHI ELECTRIC et DAIKIN plus de 2500 ; HITACHI et SHARP plus de 1200).

On observe une prédominance des dépôts sur la thématique « 5 Usages », à savoir les technologies concernant le chauffage, la ventilation, le refroidissement de l'air, l'eau chaude sanitaire et l'éclairage. Cela concerne près de 2/3 des dépôts, soit environ 20 000 familles de brevets. Pour la gestion automatisée de l'énergie, la tendance est visiblement plus à la publication qu'au brevet. La principale raison provient du fait qu'il s'agit surtout de technologies logicielles sur cette thématique. Les acteurs japonais étendent très peu à l'étranger leurs brevets sur la thématique Bâtiment-Energie (1 dépôt sur 5), surtout aux Etats-Unis le cas échéant.

## V. Conclusions et recommandations

Cette étude démontre que le poids économique de la filière bâtiment est sous-évalué en France. Elle souligne que le bâtiment est une filière très morcelée et qui présente une multitude d'acteurs. Elle confirme (en objectivant la mesure) le décalage observé entre l'effort de R&D, qu'il soit public ou privé, et les espoirs fondés sur la filière Bâtiment dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les comparaisons internationales montrent que l'effort de R&D dans la filière bâtiment ne semble pas être mieux étudié ni connu à l'étranger.

L'originalité de cette étude est de « quantifier » le résultat de l'activité R&D en France appliquée à la thématique bâtiment-énergie, et de décliner cette analyse par : région (avec une analyse plus approfondie de l'Île-de-France, Rhône-Alpes et l'Alsace), thématique (cinq usages, enveloppe, gestion automatisée de l'énergie et intégration des énergies renouvelables) et de comparer l'activité de la France à celle d'autres pays comme les Etats-Unis, le Japon et l'Allemagne.

L'étude montre une activité inventive et production scientifique française dans le domaine bâtiment-énergie (L'étude s'étant intrinsèquement focalisée sur des TRL élevés) peu soutenue en comparaison aux Etats-Unis, Japon et Allemagne, mais qui est cependant de qualité. Les Etats-Unis et le Japon représentent à eux seuls 65% de l'activité inventive mondiale de qualité. Au niveau de la structuration de la filière, il semblerait que la France, les Etats-Unis et l'Allemagne possèdent des profils similaires, à savoir un tissu industriel très diffus et une production scientifique très concentrée. Le Japon est une singularité, avec à la fois un tissu industriel et une production scientifique très concentrés.

Le pays le plus comparable à la France en termes d'activité inventive, de production scientifique et d'effort de R&D est l'Allemagne. Celui qui diffère le plus est le Japon, qui se démarque de tous les pays dans ce domaine, et notamment par rapport à la France.

Au niveau de la production scientifique, la France fait office d'exception puisque les publications y sont liées à la recherche publique (97% des publiants sont des acteurs publics), ce qui n'est pas le cas dans les autres pays : aux Etats-Unis 28% des publiants sont des académiques (publics ou privés), au Japon 48% et en Allemagne 44%.

Le croisement des analyses faites sur le poids économique de la filière bâtiment et l'effort R&D à celles de l'activité inventive dans le domaine du bâtiment et de l'énergie confirme que même si le groupe d'acteurs des entrepreneurs est largement prédominant en termes de poids économique, il n'est pas actif (d'un point de vue résultats quantifiables) dans la R&D « bâtiment-énergie ». Cela est confirmé par le faible investissement R&D mesuré pour ces acteurs (moins de 0,01%). Le groupe des industriels investissant 20 fois plus en R&D représente logiquement la quasi-totalité des déposants.

Afin d'assurer la reproductibilité des outils et méthodes mis en place lors de cette première étude, pour une mesure régulière, pérenne et fiable de l'effort R&D de la filière bâtiment, nous préconisons :

- D'utiliser le découpage des classes NACE de l'étude pour créer une catégorie « bâtiment » pour la communication des dépenses de R&D dans Eurostat et des montants de Crédit Impôt Recherche.

- De communiquer sur les bureaux d'études bâtiment dans les catégories statistiques, même si le niveau de détail est très avancé. Les données sur les concepteurs (architectes et bureaux d'études bâtiment) sont difficiles à trouver, tant sur le plan financier que sur les méthodes d'innovation, une étude pourrait être menée spécifiquement sur ces acteurs.
- De communiquer sur les secteurs émetteurs de R&D en parallèle à la donnée DIRDE du ministère (secteurs destinataires de R&D).
- De créer une base nationale de projets de recherche qui recenserait, par thématique, les montants alloués ainsi que leurs destinataires.
- De prendre contact au niveau international avec l'ANBERD de l'OCDE (qui recense les statistiques des différents pays et qui définit la granularité des informations statistiques remontées par chaque pays) afin que ces recommandations soient intégrées au niveau des études de benchmark international.

Enfin, dans cette filière du bâtiment on a constaté au travers de cette étude une forte différence entre ce qui touche à la R&D et ce qui est considéré comme de l'innovation, qui englobe un périmètre bien plus large (par exemple des nouveaux services de formation à la pose d'un matériau ou produit). La méthodologie utilisée dans cette étude mesure davantage la R&D. Une nouvelle méthodologie pourrait être adaptée, en réponse à certaines spécificités de cette filière<sup>5</sup>, pour mesurer l'effort d'innovation au sens large (intégration des évaluations techniques, de la formation, des nouveaux services, des achats de nouveaux équipements...).

---

<sup>5</sup> L'étude montre par exemple que le niveau de litiges liés aux brevets est très faible par rapport à d'autres secteurs d'activité, laissant supposer une faible utilisation des brevets.