

**ANALYSE DU COUT DES
MATERIAUX ET EQUIPEMENTS
DE CONSTRUCTION EN
FRANCE, DANEMARK,
ALLEMAGNE ET ITALIE**

Juillet 2011

1. INTRODUCTION.....	3
1.1. Contexte et objectifs	3
2. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS	4
3. METHODOLOGIE.....	6
3.1. Méthodologie de la phase 1 : sélection et caractérisation des matériaux et équipements de référence	6
3.2. Méthodologie de la phase 2.1 : comparaison des prix.....	8
4. MATERIAUX ET EQUIPEMENTS DE REFERENCE.....	10
4.1. Matériaux et équipements types sélectionnés.....	10
4.2. Grands postes de coûts.....	11
4.3. Contexte réglementaire.....	13
4.4. Postes de construction liés à l'efficacité énergétique	15
5. CARACTERISATION ET ANALYSE DES MATERIAUX ET EQUIPEMENTS DE REFERENCE	17
5.1. Présentation des fiches Matériaux/Equipements	18
5.2. Maçonnerie.....	18
5.3. Isolation thermique des murs par l'extérieur	30
5.4. Isolation thermique des toitures	38
5.5. Cloison	45
5.6. Fenêtre.....	51
5.7. Pompe à Chaleur	60
5.8. Ventilation	67
5.9. Chaudière	76
5.10. Installation photovoltaïque	86
6. SYNTHESE GLOBALE	94
6.1. Matériaux et équipements choisis	94
6.2. Positionnement de la France.....	95
6.3. Principaux enseignements	97

1. Introduction.

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

La France compte plus de trois millions de personnes mal logées et il est difficile de répondre à la demande annuelle de construction de logements. Il est important de s'interroger sur le frein que peut constituer le coût de construction d'un logement.

Certaines études semblent indiquer des coûts de la construction plus élevés en France que dans certains autres pays européens¹. Les raisons avancées pour expliquer ce coût élevé sont multiples : rareté du foncier, multiplicité des acteurs, fiscalité élevée, rémunération des intervenants en pourcentage du prix de la construction, financement du logement social par le logement privé, organisation des opérations de construction, contexte réglementaire ...

De manière plus ciblée, le PUCA souhaite explorer le coût comparé des matériaux et équipements en France, Allemagne, Danemark et Italie dans le cadre de la construction neuve d'un bâtiment résidentiel collectif de 10 à 30 logements, à hautes performances énergétiques.

L'objectif d'ALCIMED est d'aider le PUCA dans cette démarche en réalisant une étude en trois phases :

Phase 1 : Identification d'un référentiel de matériaux et équipements

Phase 2.1 : Analyse des coûts des matériaux et équipements

Phase 2.2 : Elaboration de recommandations

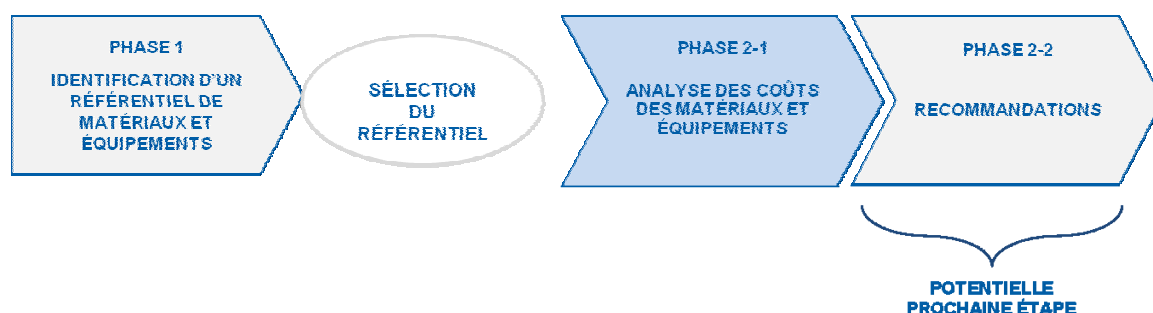


Figure 1 : Phasage de l'étude

¹ Une étude d'octobre 2008 d'ING Real Estate Development France indique des coûts de la construction de 25 à 50% plus élevés en France que dans les pays voisins.

2. Principaux enseignements

Nous avons réalisé une étude de comparaison des coûts de matériaux et équipements de construction entre la France, l'Italie, l'Allemagne et le Danemark. Le modèle retenu (petit résidentiel de 10 à 30 logements) a montré des prix similaires en France et en Allemagne avec un surcoût important du Danemark. Les prix les moins importants sont pratiqués par l'Italie.

Cependant, le choix du modèle « petit résidentiel collectif » montre des limites dans la mesure où il existe pour chacun des pays étudiés des écarts au niveau des matériaux et équipements utilisés, écarts qui ont nécessairement un impact sur la construction des coûts.

La fiabilité de comparaison des coûts de construction serait améliorée en prenant un référentiel plus « stable » d'un pays à l'autre, en prenant par exemple un hôtel d'une chaîne hôtelière internationale. En effet, pour ce type de logement (hôtel), il est généralement important d'assurer pour le client un cadre connu, quel que soit le pays dans lequel il se trouve. Cette référence basée sur un unique modèle architectural permettrait vraisemblablement de limiter les distorsions liées à des choix technologiques particuliers.

Au-delà de la comparaison des coûts de construction actuels, il est important de souligner que différents paramètres ont été identifiés comme ayant une incidence plus long terme sur la construction des coûts. Ces paramètres ne doivent pas être négligés aujourd'hui car ils seront la garantie de la structuration et de la compétitivité des filières de demain. Il s'agira ainsi d'initier une réflexion sur les points suivants :

- La formation de la main d'œuvre pour les nouvelles filières. En particulier, la formation de la filière de l'ITE, enjeu immédiat, pourra s'inspirer des bonnes pratiques des pays plus avancés sur le domaine, notamment l'Allemagne où les filières sont mieux valorisées et les compétences plus poussées.
- La mise en place ou la révision de politiques de subventions. Les bonnes pratiques des pays européens, notamment l'Allemagne qui mise préférentiellement sur des tarifs rapidement dégressifs ou encore des subventions et crédits d'impôt limités dans le temps et à montant fixe. Ces approches impliquent l'ensemble des acteurs de la filière concernée et force à une structuration rapide pour s'assurer une pérennité. En France, la structuration des filières est un sujet clé dans la mesure où, sous l'impulsion du Grenelle de l'Environnement, la question de l'efficacité énergétique favorise l'introduction de nouveaux matériaux/équipements (Photovoltaïque, Isolation de l'enveloppe, Ventilation). En conséquence, la mise en place de politiques de subvention efficaces, sur chacune des

nouvelles filières concernées, serait un facteur clé de succès pour la mise en œuvre du grenelle dans le secteur du bâtiment.

3. Méthodologie

3.1. MÉTHODOLOGIE DE LA PHASE 1 : SÉLECTION ET CARACTÉRISATION DES MATÉRIAUX ET ÉQUIPEMENTS DE RÉFÉRENCE

La phase 1 vise à caractériser un référentiel de matériaux et d'équipements qui servira de base de comparaison des coûts entre les différents pays cibles de l'étude (lors de la phase 2).

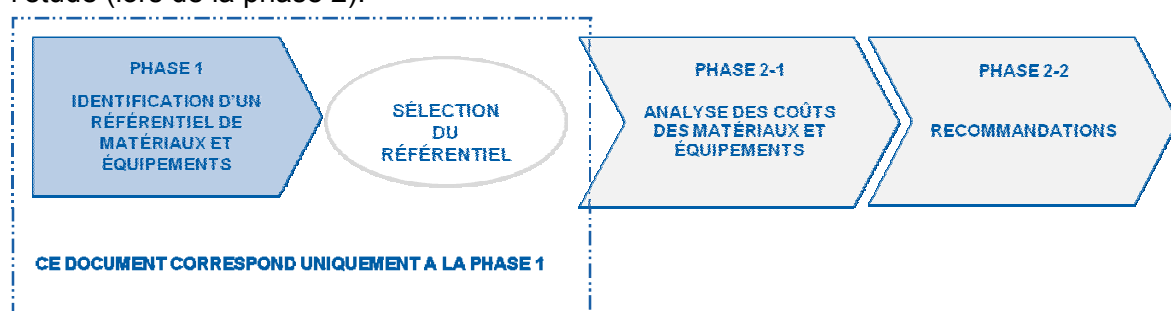


Figure 2 : Phasage de l'étude

Première sélection en collaboration avec le PUCA

ALCIMED a sélectionné avec le PUCA une première liste de postes de construction sur trois critères principaux :

- Le poids dans le coût global de la construction
- Le lien avec l'efficacité énergétique
- Le contexte réglementaire associé (normes et subventions).

Cette sélection a pour but d'identifier les matériaux et équipements représentant des coûts non négligeables dans le coût de la construction, pouvant être utilisés dans des bâtiments à haute efficacité énergétique, et permettant également de comparer l'impact des réglementations.

Etude des modes constructifs de chaque pays cible

Cette liste est ensuite étudiée dans chaque pays cible afin de caractériser techniquement les matériaux et équipements en fonction des modes constructifs nationaux. Cette démarche permet de définir de manière précise des matériaux et équipements présents de manière significative dans l'ensemble des pays de l'étude.

Le niveau de maturité ainsi que les caractéristiques techniques doivent être comparables entre les pays pour éviter les différences de prix dues uniquement aux effets d'échelle, à l'organisation émergente des filières ou à une variation trop importante de performance.

Lorsque l'identification de matériaux ou équipements communs aux pays de l'étude est impossible en raison de modes constructifs trop différents, la comparaison peut être limitée à une partie des pays seulement. De manière exceptionnelle, un pôle matériau ou équipement (exemple : maçonnerie) peut être étudié en prenant en compte plusieurs matériaux ou équipements différents (exemple : béton prêt à l'emploi ET brique d'argile).

Enfin, on pourra, lorsque jugé nécessaire, comparer à titre indicatif le coût des matériaux et équipements dominants dans les habitudes constructives des pays cibles, bien qu'ils soient différents.

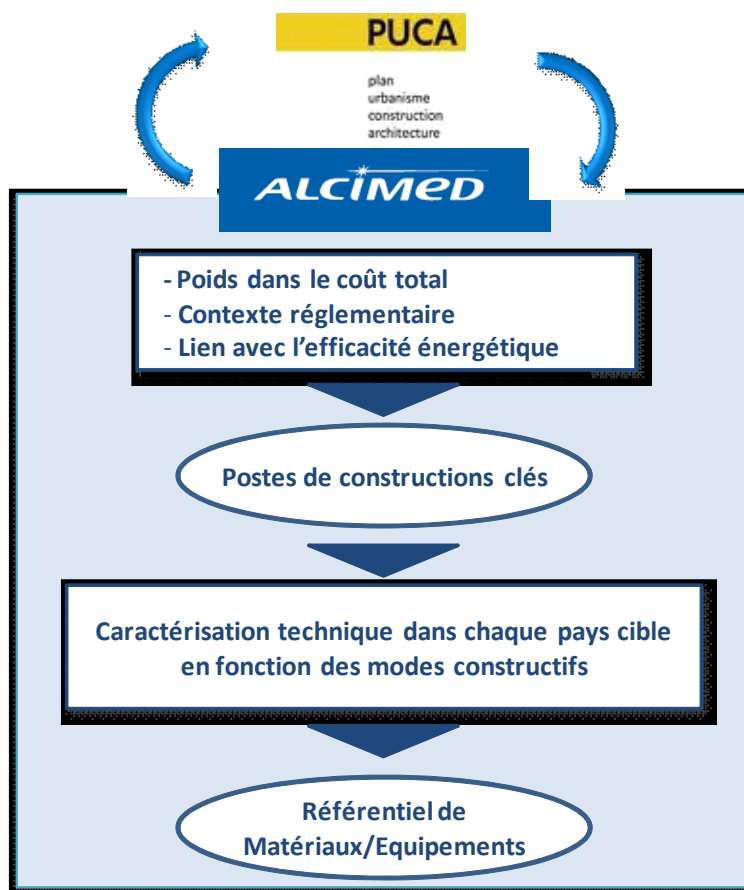


Figure 3 : Processus de sélection et de caractérisation des matériaux et équipements de référence

3.2. MÉTHODOLOGIE DE LA PHASE 2.1 : COMPARAISON DES PRIX

La phase 2.1 vise à collecter et analyser les coûts des matériaux et équipements sélectionnés lors de la phase 1 dans chaque pays.

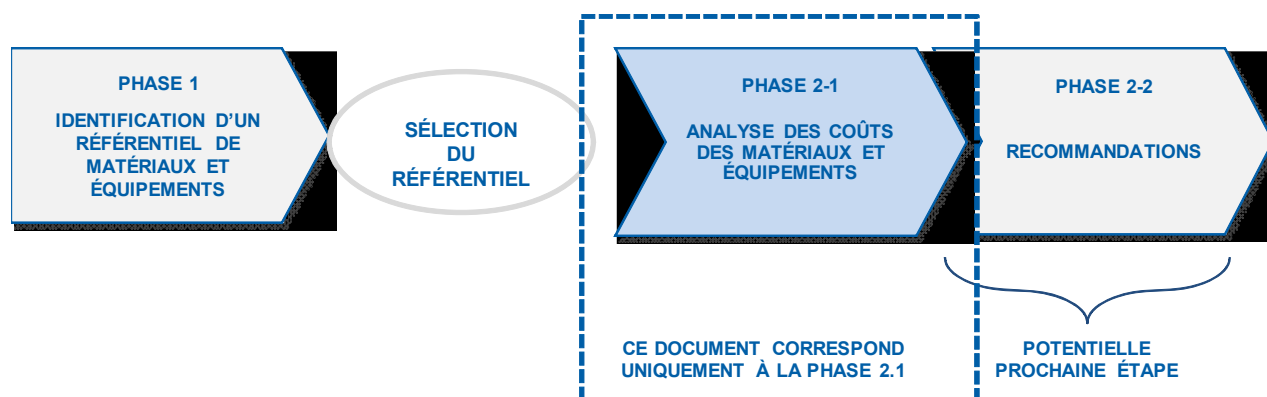


Figure 4 : Phasage de l'étude

Analyse des coûts des matériaux et équipements

Dans un premier temps, les niveaux de prix des matériaux et équipements de référence seront étudiés afin de repérer les différences éventuelles entre les pays. Dans la mesure du possible, les raisons macro-économiques, politiques et de structuration de marché associées à ces différences seront expliquées.

Enfin, une synthèse des informations récoltées au cours de l'étude dans les différents pays sera effectuée afin de dresser un état des lieux :

- sur la position de la France pour le coût des matériaux et équipements par rapport aux autres pays étudiés,
- sur les bonnes pratiques observées dans les autres pays européens.

Afin de s'affranchir des différences de pouvoir d'achat entre la France, l'Allemagne, l'Italie et le Danemark, des prix harmonisés sont calculés en tenant compte des INP fournis par EUROSTAT pour l'année 2009.

Pays	INP (%)
Danemark	144,9
France	114,2
Allemagne	105,8
Italie	105,4

Tableau 1 : Indices de Niveau de Prix (INP) fournis par EUROSTAT pour l'année 2009 dans les différents pays

Le Tableau 1 ci-dessus révèle que l'Italie et l'Allemagne présentent non seulement des Indices de Niveau de Prix (INP) similaires mais aussi les plus faibles par rapport à la France (environ 9 points d'écart) et le Danemark (environ 40 points d'écart).

Les INP représentent le rapport entre les parités de pouvoir d'achat (PPA) des pays et les taux de change correspondants. En exprimant les PPA dans une unité monétaire commune, ils mesurent les différences de niveaux de prix entre les pays, en indiquant, pour un produit ou un groupe de produits donné, le nombre d'unités de la monnaie commune permettant d'acheter le même volume du produit ou du groupe de produits dans chaque pays.

Tous les prix présentés dans le présent document sont fournis non harmonisés et harmonisés sur les INP.

Les indices de prix fourni-posé prennent la France comme référence (indice = 1) pour faciliter la comparaison.

Le taux de change moyen sur l'année 2009 entre la Couronne Danoise et l'Euro sont tels que :

- 1 DKK = 7,446326 EURO
- 1 EURO = 0,134294 DKK

Il est utilisé pour réaliser la conversion des prix danois en euros.

Ce taux de change n'a pas subi de fluctuations importantes depuis l'année 2009, par exemple variant entre 1 DKK = 7,3693 et 7,4792 de mai 2010 à mars 2011.

4. Matériaux et équipements de référence

4.1. MATÉRIAUX ET ÉQUIPEMENTS TYPES SÉLECTIONNÉS

L'étude du poids des différents lots de construction dans le coût global des logements collectifs, des enjeux réglementaires associés et de leurs impacts sur l'efficacité énergétique a permis de sélectionner 9 postes de construction clés (cf. Tableau 2).

Les matériaux et équipements associés forment un échantillon représentatif d'un point de vue du coût global de la construction, compatible avec des bâtiments à haute efficacité énergétique et avec des mesures incitatives et normatives variées.

<u>Poids du lot dans le coût global</u>	<u>Lots</u>	<u>Enjeu réglementaire</u>	<u>Impact sur l'efficacité énergétique</u>	<u>Postes de construction</u>
Fort >50%	Gros-oeuvre	Faible	Fort	✓ Maçonnerie ✓ Isolation mur ✓ Isolation toiture ✓ Cloisons
Moyen 5-15%	Menuiserie	Modéré	Fort	✓ Fenêtre
	Electricité/Chauffage	Modéré	Fort	✓ Pompe à chaleur ✓ Ventilation ✓ Chaudière
	Revêtements intérieurs	Faible	Faible	✓ Aucune sélection
Faible <5%	Plomberie/Sanitaires	Faible	Faible	✓ Aucune sélection
Non identifié	Production d'électricité	Fort	Fort	✓ Panneaux photovoltaïques

Tableau 2 : Matériaux et équipements types sélectionnés

4.2. GRANDS POSTES DE COÛTS

4.2.1. COMPARAISON ENTRE LES PAYS CIBLES

La distribution globale des coûts de construction est très similaire d'un pays à l'autre, indépendamment des modes constructifs.

Les principaux postes de coûts sont les lots du gros œuvre, de la menuiserie, des installations électriques et de chauffage, et des travaux de plomberie/sanitaire.

Les autres postes de coûts correspondent aux divers travaux d'excavations, de démolitions, de fondations, aux divers équipements communs (ex. ascenseurs), aux systèmes domotiques, etc.

La production d'électricité photovoltaïque n'est pas prise en compte dans ces distributions car elle ne représente pas une pratique systématique. Toutefois, lorsque ce choix est fait, un système de production d'électricité sur toiture peut également représenter un poste de coût important.

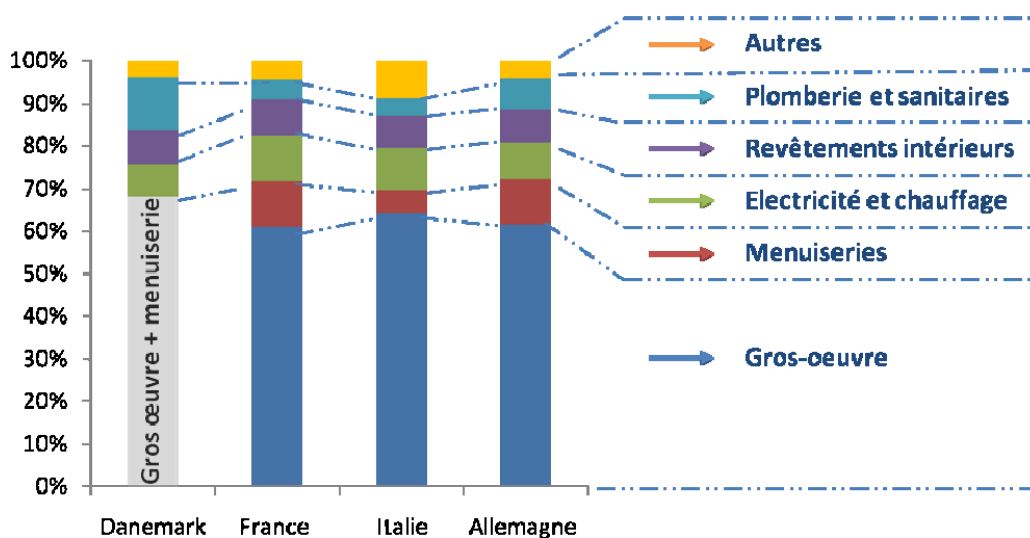


Figure 5²: Distribution des coûts de construction au Danemark³, en France, Italie et Allemagne⁴

² Distributions calculées à partir des facturations des lots fournis-posés incluant les taxes.

³ Source : Estimation ALCIMED à partir de la publication du Socialministeriet (Ministère danois des affaires sociales) 2006 en supposant le poids des revêtements intérieurs égal à 50% des revêtements de surface totaux.

⁴ Sources : AQC (Agence Qualité Construction) pour la France ;

4.2.2. DETAIL DES MATERIAUX ET EQUIPEMENTS

Gros-œuvre

L'impact des différents lots sur le coût de la construction met en avant le gros-œuvre qui représente plus de 50% du coût global. Il convient toutefois de noter que le lot du gros-œuvre est considéré ici au sens large. Il s'agit d'une vaste notion regroupant des matériaux très différents en fonction des divers modes constructifs.

La maçonnerie représente toujours le coût principal du gros œuvre, bien qu'elle soit constituée de matériaux différents d'un pays à l'autre. Les matériaux de la maçonnerie ont donc été retenus devant la charpente et les structures métalliques.

Viennent ensuite les cloisons qui peuvent atteindre dans la plupart des logements collectifs plus de 5% du coût global de la construction.

Enfin, l'isolation des toitures et des murs est sélectionnée en raison de leur importance cruciale pour l'efficacité énergétique et de la possibilité de comparaison internationale.

Menuiseries

Les fenêtres ont également été sélectionnées. Elles représentent le principal coût dans les menuiseries pour logements collectifs⁵.

Electricité/chauffage

Le coût des équipements d'électricité et de chauffage a un impact relativement fort sur le coût global de la construction (proche de 15%). Les chaudières pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire, les pompes à chaleur et les systèmes de ventilation ont été retenus.

Revêtements intérieurs

La répartition des différents revêtements intérieurs est très fragmentée et le choix des matériaux utilisés dépend fortement des habitudes constructives locales. Les matériaux inclus dans ce lot sont donc nombreux et aucun, pris séparément, ne semble représenter un coût majeur. En conséquence, aucun matériau type n'a été sélectionné dans ce lot.

ANCE ALESSANDRIA (Association des entrepreneurs privés de la construction de la province d'Alexandrie) pour l'Italie ;

BKI (Chambre allemande des architectes) Baukosten 2010 pour l'Allemagne

⁵ Sources : BKI Baukosten 2010 ; ANCE ALESSANDRIA

Plomberie/Sanitaires

Aucun élément majeur n'a été retenu parmi la tuyauterie et les installations d'eau.

Production d'électricité locale

Dans les logements collectifs, la production d'électricité locale est essentiellement assurée par des panneaux photovoltaïques. Le prix de l'installation justifie son implémentation dans les équipements types.

4.3. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE

Matériau ou équipement	Réglementations	Mesures incitatives	Commentaires
Maçonnerie	Principalement liées aux propriétés mécaniques et de résistance au feu	Non	
Fenêtre	Seuil de propriétés thermiques minimales: coefficient de transmission thermique et déperditions énergétiques maximaux imposés	Seulement pour les bâtiments existants	- Les performances techniques sont définies dans les réglementations nationales de la construction éventuellement complétées par des précisions ou ajustements régionaux et locaux - Toutes ces réglementations ont pour base les Directives 2002/91/CE du Parlement européen du 12 décembre 2002 sur la performance énergétique des bâtiments et 96/57/CE, toutes deux abrogées par 2005/32/CE
Cloison	- Résistance au feu - Isolation thermique - Isolation acoustique	Seulement pour les bâtiments existants	
Chaudière gaz	Seuil de valeur du rendement	Seulement pour les bâtiments existants	
Pompe à Chaleur	Seuil de coefficient de performance (COP)	Dépendant du type de technologie	
Ventilation	- Seuils de valeur des débits d'air - Plafond de consommation énergétique	Non	
Isolation thermique des murs	Seuil de résistance thermique des parois	Seulement pour les bâtiments existants	Les performances thermiques sont définies pour chaque pays avec des adaptations locales
Isolation thermique des toits	Seuil de résistance thermique de la toiture	Seulement pour les bâtiments existants	
Installation photovoltaïque sur toiture	Conformité des installations électriques	- Obligation d'achat à tarifs préférentiels pour la production d'électricité renouvelable - Aides régionales - Crédit d'impôt de 25% en France	- Prix de rachat variables en fonction des pays et des niveaux d'intégration au bâtiment - Baisse des prix de rachat en cours

Tableau 3 : Réglementations et mesures incitatives

Les principaux critères influençant les réglementations sur les matériaux et équipements de construction sont :

- La résistance mécanique, qui assure la tenue du bâtiment dans le temps et sa résistance sismique,
- La résistance au feu, qui assure la protection des individus en cas d'incendie,
- L'efficacité énergétique, afin de limiter la consommation énergétique et d'améliorer le confort de l'habitat,
- L'isolation acoustique.

Les réglementations et politiques incitatives influent fortement sur le choix des matériaux et équipements et également sur leurs prix.

Les postes de construction sélectionnés en première approche permettent de comparer l'effet des politiques publiques sur les coûts.

4.4. POSTES DE CONSTRUCTION LIÉS À L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

4.4.1. DEFINITION

Les matériaux et équipements sélectionnés dans le référentiel de comparaison doivent pouvoir être utilisés dans des bâtiments à haute efficacité énergétique.

La notion d'efficacité énergétique regroupe principalement trois notions :

- La réduction des déperditions thermiques du bâtiment (cf. Figure 6), principalement à travers la toiture, les murs, les fenêtres, la ventilation, le sol et les ponts thermiques,
- La mise en jeu d'équipements plus performants qui permettent un meilleur rendement par rapport à l'énergie consommée ou qui limitent, eux aussi, les déperditions thermiques,
- La production d'énergie renouvelable qui compense l'énergie consommée par celle produite par le bâtiment. La production d'énergie renouvelable devient une solution indispensable pour les objectifs d'efficacité énergétique du bâtiment les plus ambitieux.

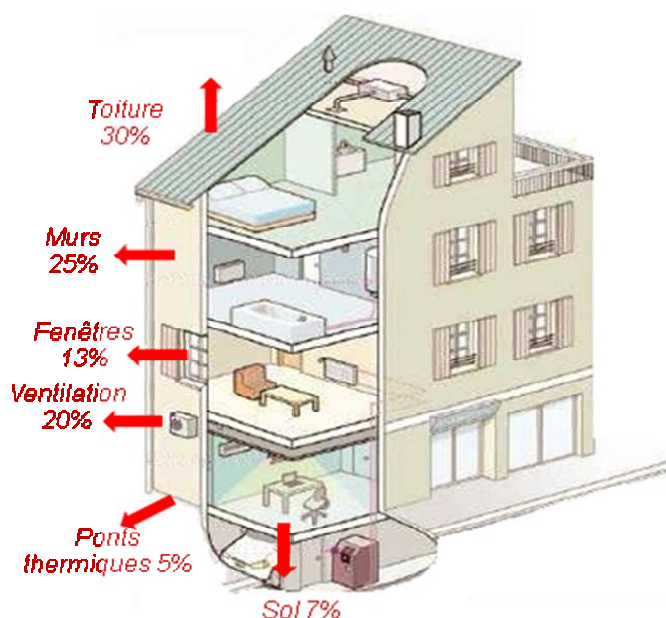


Figure 6 : Déperditions thermiques du bâtiment collectif⁶

⁶ Source : ADEME

Les notions de conception bioclimatique ne sont que peu prises en compte dans cette étude car elles concernent avant tout la problématique architecturale.

4.4.2. MATERIAUX CONSIDERES

Les postes de construction choisis permettent principalement de réduire les déperditions thermiques, ce qui correspond au principal levier d'augmentation de l'efficacité énergétique des bâtiments (cf. Tableau 4).

Importance pour l'efficacité énergétique			
	<u>Réduction de déperditions énergétiques</u>	<u>Equipements plus performants</u>	<u>Energie renouvelable</u>
	✓ Isolation thermique des toits ✓ Isolation thermique des murs ✓ Fenêtre ✓ Ventilation ✓ Maçonnerie ✓ Cloisons	✓ Chaudière	✓ Panneaux photovoltaïques ✓ Pompe à Chaleur

Tableau 4 : Lien entre les différents postes de construction sélectionnés et l'efficacité énergétique

Certains postes de construction sont faiblement en lien avec l'efficacité énergétique mais demeurent clés en raison de leur poids important dans le coût des bâtiments.

5. Caractérisation et analyse des matériaux et équipements de référence

Rappel : Une dizaine de matériaux et équipements ont été sélectionnés afin de servir de référentiel pour la comparaison des coûts des produits de construction en France, en Allemagne, en Italie et au Danemark (figure 7).

<u>Postes de construction</u>	<u>Matériaux et équipements de référence</u>
Maçonnerie	✓ Béton prêt-à-l'emploi - OU ✓ Brique d'argile
Isolation thermique des murs	✓ ITE avec polystyrène expansé à enduit minéral - OU ✓ ITE avec polystyrène expansé à enduit hydraulique
Isolation thermique des toitures	✓ Laine de verre - OU ✓ Laine de roche
Cloison	✓ Plaque de plâtre de 12,5mm d'épaisseur pour système de cloison sur ossature métallique
Fenêtre	✓ PVC double-vitrage 4-16-4mm ✓ Lame d'air ✓ Couche de faible d'émissivité ✓ U : 1,3 W/m²K
Pompe à Chaleur	✓ Pompe à chaleur air/air
Ventilation	✓ Système centralisé de ventilation double flux avec récupération de chaleur - OU ✓ Système de ventilation simple flux
Chaudière	✓ Chaudière gaz à condensation murale individuelle étanche double-service de puissance P: 23kW avec ballon de stockage d'eau de 75-100L
Système photovoltaïque	✓ Système photovoltaïque sur toiture ✓ 3-10kWh ✓ modules en Silicium monocristallin -> Totalement intégré au bâti - OU -> Surimposé

Figure 7 : Synthèse des matériaux et équipements de référence retenus

5.1. PRÉSENTATION DES FICHES MATÉRIAUX/EQUIPEMENTS

Cette partie traite de l'analyse des matériaux et équipements retenus dans le cadre de l'étude. Une fiche détaillée a été élaborée pour chacun des matériaux/équipements. Chaque fiche est organisée sur les points suivants :

- Choix du matériau ou équipement de référence
- Le niveau de prix par pays du matériau ou équipement retenu
- Discussion des différences de prix observées : cette partie correspond à l'analyse des différences de prix suivant 6 thèmes :
 - Chaîne de valeur
 - Environnement concurrentiel
 - Maturité
 - Descriptif technique
 - Construction des prix
 - Réglementation
- Synthèse : un tableau présente le classement des pays par niveau de prix et les principaux facteurs influençant les prix « fourni/posé ».

5.2. MAÇONNERIE

5.2.1. CHOIX DE LA MAÇONNERIE DE REFERENCE

5.2.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

La maçonnerie est un domaine extrêmement difficile à comparer internationalement. Chaque pays utilise en majorité un dispositif différent de celui de son voisin européen. Si l'on trouve des matériaux communs comme la brique à alvéoles verticales, il est à noter que celle-ci n'est majoritaire qu'en Allemagne. En Italie elle est largement minoritaire au profit du système poteau/brique à alvéoles horizontales et en France, elle est encore très loin des parts de marché du béton banché. Deux facteurs expliquent cette diversité :

- Le poids de la tradition. Certains pays comme le Danemark utilisent le même système depuis plus de 80 ans. Les filières du béton sont historiques en France, et ce depuis la fin de la seconde Guerre Mondiale. Or les briques de structures connues aujourd'hui sont issues d'innovations bien plus récentes.
- La réglementation variable selon les pays est aussi source de diversité. En effet ces règlements ne sont pas partout aussi stricts. Le Danemark dispose par exemple, en raison du climat, du règlement le plus strict

d'Europe concernant l'isolation. Seul le mur manteau satisfait à ce règlement.

La maturité est également très différente selon le pays. Ce critère est clé pour la comparaison car il influe sur l'outil industriel qui a lui-même un impact fort sur le prix de la brique. En effet la brique est un matériau qui voyage difficilement en raison de son poids. Au-delà de 300km, le coût devient trop important pour que l'industrie dégage un quelconque bénéfice.

Selon le matériau, le coût de main-d'œuvre va lui aussi revêtir une importance variable. La part de la main-d'œuvre sera moins importante pour l'analyse du prix du béton banché car le système ne demande qu'un homme pour effectuer le processus. A l'inverse, la pose d'un mur en briques demande plusieurs personnes à chaque étage.

5.2.1.2. MATERIAUX DE REFERENCE

Matériau le plus courant pour la maçonnerie	
France	• Béton banché avec du béton prêt à l'emploi
Italie	• Brique d'argile
Allemagne	• Brique d'argile
Danemark	• Double mur: mur intérieur en béton préfabriqué et mur extérieur en argile



Matériau de référence pour la maçonnerie	✓ Béton prêt à l'emploi OU ✓ Brique d'argile
--	--

Tableau 5 : Matériaux de référence pour la maçonnerie

5.2.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays		Prix pose	Prix matériel	Prix fourni posé	Indice de prix fourni-posé	
					Non harmonisé	Harmonisé INP
Danemark ⁷	Double mur	(75/100) 106/141	(170/158) 248/262	(245/258) 355/375	7,1-7,5	5,6-5,9
	Béton (mur intérieur)	(34) 50	(52) 76	(86) 126	2,5	2
	Brique porteuse (mur extérieur)	(28/33) 40/43	(42/49) 61/64	(70/82) 101/107	2-2,1	1,6-1,9
France	Béton banché ⁸	(57/69) 65/78	(29/35) 33/41	(86/104) 98/119	2-2,4	2-2,4
	Brique à alvéoles verticales ⁹	(26) 30	(18) 20	(44) 50	1	1
Allemagne ¹⁰	Double mur	(94) 99	(99) 105	(193) 204	4,1	4,4
	Brique porteuse (en mur intérieur)	(24) 25.5	(27) 28.5	(51) 54	1,1	1,2
	Brique de façade (mur extérieur)	(44.5) 48	(44.5) 47	(90) 95	1,9	2
	Brique à alvéoles verticales	(24) 25.5	(27) 28.5	(51) 54	1,1	1,2
Italie ¹¹	Brique à alvéoles horizontale	(19) 20	(19) 20	(38) 40	0,8	0,9
	Brique à alvéoles verticales	(23) 24	(23) 25	(46) 49	1	1

Les prix sont indiqués en € HT/m² indexés sur l'INP. Différents matériaux ont été indiqués afin de prendre en compte la diversité des modes constructifs.

Tableau 6 : Niveau de prix des systèmes de maçonnerie
(La brique à alvéole verticale constitue la référence pour l'indice de prix fourni-posé)

⁷ Source : Responsable de la fédération danoise de la brique et de la tuile.

⁸ Source : Directeur, Entreprise MTP Mougins / L'annuel des prix du BTP - Batiactu 2011

⁹ Source : Directeur marketing gros œuvre, Terreal / Responsable Bouyer-Leroux auprès de la FFTB

¹⁰ Source : Directeur de la fédération allemande de tuiles et briques

¹¹ Source : Responsable Italie, Wienerberger / Responsable division technologique, Fédération Italienne des tuiles et briques Laterizio

5.2.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.2.3.1. CHAÎNE DE VALEUR

En France, les opérateurs du béton ont bénéficié d'une baisse de leurs coûts liée à la dissipation des tensions sur les cours des matières premières (ciments et sables et granulats) en 2009 grâce à la crise. Ils ont donc modéré leurs revalorisations tarifaires ponctuellement.

Ceci n'est cependant pas représentatif du marché au regard des prix à la production des fabricants de béton qui n'ont cessé d'augmenter depuis le début de la décennie. Les opérateurs n'ont jamais hésité à répercuter la majeure partie de l'augmentation de ces coûts dans leurs tarifs (+4,9% pour les prix à la production de béton prêt à l'emploi en 2008)¹².

Les fabricants français de brique en terre cuite passent tous par des négociants pour vendre leurs produits. Il n'existe pas de filière directe¹³. Il en est de même au Danemark et en Italie¹⁴. En France, les 3 principaux négociants sont Réseau Pro/Point P/Vendée Matériaux. Ils commandent aux fabricants, approvisionnent leur stock, et revendent ensuite aux entreprises de maçonnerie sans que le fabricant de brique n'intervienne plus. Il arrive cependant que les services prescription du fabricant soit à la base de la commande de briques chez le négociant¹⁵. Ils travaillent généralement avec tous les fabricants. Néanmoins, dans certaines régions, ces négociants sont connus pour avoir une relation d'exclusivité avec certains fabricants. Réseau Pro distribue parfois seulement Wienerberger. Point P est plus proche de Bouyer-Leroux. Enfin Vendée Matériaux dispose d'une relation particulière avec Imerys¹⁶. Le marché permet aux fabricants d'augmenter leurs prix si nécessaire sans problème¹⁷. Cette situation est inverse à celle de l'Allemagne où la chaîne de valeur allemande est restreinte par la concurrence et la guerre des prix. Il est à noter que la situation du bâtiment tend tout de même à s'améliorer depuis quelques années en Allemagne, ceci permettant aux opérateurs de mieux vivre. Cette compétition concurrentielle n'est pas du tout la même en France en raison d'un secteur tout juste en construction.

¹² Source : Etude Xerfi Béton 03/2010

¹³ Source : M. Raison, Responsable d'étude dans le service technique, Bouyer-Leroux

¹⁴ Source : M. Bisgaard, Responsable de la fédération danoise de la brique et de la tuile / M. D'anna, Division technologique, Laterizio

¹⁵ Source : M. Grandchamps, Responsable prospection grands comptes, Imerys

¹⁶ Source : M. Raison, Responsable d'étude dans le service technique, Bouyer-Leroux

¹⁷ Source : Etude Imerys 2008

5.2.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

La pression concurrentielle est très forte en France concernant le béton prêt à l'emploi et ceci en raison de la hausse du nombre d'entreprises dans le secteur (+14,6% entre 2000 et 2007).

Les $\frac{3}{4}$ des sociétés sont des petites ou très petites structures employant moins de 20 salariés. Néanmoins, la filière béton est relativement concentrée puisque les 25% d'opérateurs avec 20 salariés ou plus ont réalisé 84% du chiffre d'affaire sectoriel. Le nivellement vers le haut des prix semble être le fruit des acteurs majeurs de l'industrie ayant un poids suffisant pour réguler à leur guise le marché.

En 2007, 103 entreprises de fabrication de béton prêt à l'emploi sont recensées par l'INSEE.

L'industrie du béton est dominée par les filiales de majors du ciment, tels que Lafarge, Cemex et Vicat, et de groupes spécialisés dans les matériaux de construction, comme Saint-Gobain et CRH. Elles se caractérisent par la présence de nombreux opérateurs étrangers, dont l'Italien Italcementi Group et le Suisse Holcim, qui détiennent les deux leaders du secteur (respectivement Unibéton et Holcim Bétons France).

A l'inverse de la situation du ciment, seuls quatre acteurs se partagent le marché de la brique en terre cuite en France. Le leader Imerys Structure dispose de 39% de part de marché, Wienerberger le suit avec 28% de part de marché, puis Bouyer Leroux avec 18%, et enfin Terréal avec 8%¹⁸. Ce marché de la brique de mur en terre cuite était en 2007 d'une valeur de 230 millions € pour environ 2 millions de tonnes, avec une augmentation moyenne annuelle de 7,6%¹⁹. Ces fabricants disposent par ailleurs de gammes très resserrées concernant les briques à destination du collectif. Ils disposent en réalité d'une seule brique chacun, au maximum deux pour les leaders, servant à construire des murs extérieurs pour le collectif. Les allemands, quant à eux, subissent la même pression concurrentielle dans l'industrie de la brique que les Français subissent dans l'industrie du béton prêt à l'emploi. Les faibles prix de la brique en Allemagne sont principalement dus à la très forte pression concurrentielle qui sévit dans le domaine de la maçonnerie mais aussi dans tout le domaine du bâtiment.²⁰ Ainsi le grand écart de près de 20€ que l'on peut trouver entre certaines briques n'est pas dû qu'à la différence technique qui peut exister entre deux modèles. Il s'explique également par les disparités régionales de concentration d'acteurs et donc de concurrence.

¹⁸ Source : Document Imerys 06/2007

¹⁹ Source : Document Imerys 2008

²⁰ Source : M. Roth, Directeur de la fédération Allemande de tuiles et briques.

Quatre entreprises majeures peuplent le paysage concurrentiel des fabricants de briques en Allemagne : Poroton / Unipor / Thermopor / Mein Ziegelhaus / Wienerberger. Ce dernier est le leader en Allemagne et dans le Monde. Cette concurrence est bien plus féroce en Allemagne qu'en France qui reste un marché à construire et non mature pour la brique. C'est cette concurrence allemande qui est la source des faibles prix constatés Outre-Rhin et des variations allant d'une région à une autre.

Le Danemark ne compte qu'un seul acteur, Saint-Gobain, capable de fournir tous les éléments du double mur. C'est une exception. Les structures industrielles de la brique et du béton sont très différentes. Pour la brique, il existe 20 usines dans le pays et seules 2 appartiennent à de grands groupes comme Wienerberger. Le reste des usines est possédé par des entreprises familiales plus petites et nationales. La concurrence n'est donc pas très forte puisque les moyens des fabricants ne sont pas comparables. A l'inverse de la France, le Danemark voit quant à lui une réelle et très forte concurrence dans l'industrie du béton. De très nombreuses entreprises sont sur ce marché. Il y a donc une guerre des prix²¹.

5.2.3.3. MATURITE

En France, 60% des logements collectifs (de 20 à 50 logements) voient leurs murs porteurs constitués de béton banché, contre 32% en bloc béton et seulement 7% en briques creuses et pleines²². Le béton banché n'est utilisé que pour le logement collectif et non individuel.

La France est le 4eme pays producteur de béton en Europe, après l'Italie, l'Espagne et l'Allemagne. Elle produit 37 millions de m³/an. Entre 2008 et 2009, cette production a chuté de 15,3%, dans un mouvement fortement baissier à l'instar de l'Europe entière. La France, en 2009 a consommé environ 20,3 millions de tonnes de béton soit 57 millions de m³, dont 54,4% de béton prêt à l'emploi, soit un peu plus de 11 millions de tonnes et 31 millions de m³²³. Paradoxalement au fait que la consommation française de béton soit une des plus élevée d'Europe, c'est aussi en France que son prix au m³ est le plus élevé.

Le marché français, depuis 2009, souffre de la baisse de la demande dans le domaine du bâtiment, ceci entraînant une moindre activité pour les fabricants de béton. Ceci est le fruit de la crise économique mondiale.

²¹ Source : M. Bisgaard, Responsable de la fédération danoise de la brique et de la tuile

²² Source : Etude de l'Agence Qualité Construction « L'évolution des parts de marché des produits et matériaux de la construction »

²³ Source : Etude Xerfi Béton 03/2010

Indices de prix de production de l'industrie française pour le marché français : Tuiles, briques et produits de construction en terre cuite - CPF 23.32 - Marché français - Prix départ usine	
Identifiant : FM0D 2332000005M	
Version active : référence 100 en 2005	
Période observée	Moyenne annuelle
déc-10	111
déc-09	112,2
déc-08	111,5
déc-07	108,1
déc-06	104
déc-05	100

Indices de prix de production de l'industrie française pour le marché français : Béton prêt à l'emploi - CPF 23.63 - Marché français - Prix départ usine	
Identifiant : FM0D 2363000005M	
Version active : référence 100 en 2005	
Période observée	Moyenne annuelle
déc-10	114,4
déc-09	116,1
déc-08	113,2
déc-07	107,9
déc-06	103,1
déc-05	100

Depuis 2 à 3 ans, la France utilise de plus en plus la brique en terre cuite à alvéoles verticales. Celle-ci est très présente en Alsace et en Nord/Picardie. Elle représente respectivement pour ces régions 74% et 38% des murs périphériques²⁴. La France a une très forte tradition de béton depuis la 2eme guerre mondiale que n'ont pas les autres pays d'Europe. Il n'y avait que très peu de chantiers en brique avant 2009. Cette brique à alvéoles verticales représente 70% de la production française de briques de structure avec une variation 2009/2010 de + 24%. Les briques traditionnelles horizontales sont, elles, en recul de 5% et représentent les 30% restants.

L'Allemagne concentre une très forte industrie de la terre cuite à la différence de la France. La tradition est de loin le premier facteur expliquant la domination

²⁴ Source : Etude de l'Agence Qualité Construction « L'évolution des parts de marché des produits et matériaux de la construction »

de la brique²⁵. De plus c'est un pays qui a très vite pris à bras le corps le problème de l'isolation et des ponts thermiques. Ils ont donc depuis longtemps mis en place des murs avec de la brique en terre cuite, bien plus efficace que le ciment pour éviter ces ponts thermiques²⁶. Les marges sont en train de s'améliorer petit à petit en raison de l'amélioration structurelle du marché du bâtiment en Allemagne. Au Nord de Francfort, on trouve désormais 2/3 des constructions collectives neuves équipées de double mur et 1/3 de murs en briques à alvéoles verticales. La situation est inverse au Sud de la ville de Francfort²⁷.

L'Italie dispose comme l'Allemagne de cette grande tradition de fabrication de brique. C'est le plus grand producteur de briques en Europe avec 220 carrières d'argile. 90% des murs extérieurs de logement collectif italiens sont en brique contre 10% en France.

Le Danemark possède une tradition différente. En 1930 le Danemark est passé au double mur parce que cela permettait une meilleure isolation pour l'hiver. C'est donc une tradition aujourd'hui. Avant 2005, l'épaisseur du dispositif isolant était en moyenne de 34cm (contre un peu plus de 10 en Allemagne). En 2006 la réglementation a imposé de passer à 41cm. Pour 2015, il est prévu de passer à 48cm. Cela impacte le choix du double mur. 70% des logements collectifs sont composés de doubles murs avec du ciment sur le mur intérieur et des briques sur le mur extérieur.

5.2.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Le béton banché nécessite l'usage d'un matériel coûteux comme les banches, en plus du ciment très cher comme matière première en France. Néanmoins en termes de main d'œuvre, l'artisan maçon n'a besoin que d'une personne pour couler un mur en béton banché. A l'inverse, monter un mur en briques nécessite la présence de 4 à 5 personnes par étage²⁸. Ainsi ses coûts de main d'œuvre restent limités. Le béton français est vendu à un prix moyen élevé au m³. Cela s'explique car la part des bétons spéciaux est plus importante en France que dans les autres pays européens. Le béton est moins considéré comme une commodité. A l'inverse, le béton allemand représente un élément plus que marginal en ce qui concerne les murs extérieurs pour la construction

²⁵ Source : M. Roth, Directeur de la fédération Allemande de tuiles et briques.

²⁶ Source : M. Sykes, Responsable de la Fédération Européenne de Briques et Tuiles

²⁷ Source : M. Rosen, Directeur Technique de la fédération Allemande de tuiles et briques

²⁸ Source : M. Bridoux, Technico-commercial, Coiro

collective neuve. Son usage est restreint aux murs intérieurs. Sa part de marché est presque nulle en raison de la forte tradition de la brique et aussi de la réglementation très stricte²⁹.

La brique française utilisée dans le logement collectif est porteuse. Elle doit être à alvéoles verticales pour respecter les conditions techniques de ce type de bâtiment à plus de 3 étages. Les briques en terre cuite française datant de 10 ou 20 ans ne satisfaisaient pas aux exigences techniques de la construction de logements collectifs. Le problème de leur résistance au-delà de 2 étages se posait. Les bureaux d'études ont commencé à s'intéresser aux briques en 2009 à cause des réglementations thermiques et en 2010 de nombreux chantiers de logements collectifs ont été lancés³⁰. Aujourd'hui les briques à alvéoles verticales ont été mises en place et ont permis aux matériaux d'acquérir la résistance physique verticale et la résistance au feu nécessaires pour être des matériaux avantageux pour le collectif jusqu'à 5 à 6 étages³¹. On retrouve ces mêmes briques dans le sud de l'Allemagne majoritairement depuis bien plus longtemps. Elles servent à porter l'édifice. Elles sont donc plus larges et profondes que les italiennes. Ces dimensions entraînent une baisse des coûts de main-d'œuvre car les murs sont plus vite construits mais le volume de la brique, plus important, entraîne un coût de matériel supérieur. On comprend en partie alors comment on peut trouver des prix allant seulement de 5,7€ à 11,4€/m² pour la main d'œuvre en Allemagne et restant faible. Ces briques récentes à alvéoles verticales sont les seules utilisées dans ce pays pour la construction de logements collectifs. On ne retrouve jamais le système italien des briques horizontales³². La nouvelle technique de la pose collée a aussi eu un impact sur la cohérence de ce produit pour le collectif, en remplacement de la pose en mortier sorti de bétonnière classique³³. Cette méthode de pose a aussi eu comme effet de réduire le temps de pose de 30% et donc les coûts, permettant par exemple de maintenir des prix bas autour de 50€ malgré une main d'œuvre chère en France³⁴. Ces briques sont plus efficaces contre les ponts thermiques que le béton et ne nécessite donc pas un isolant aussi performant que celui apposé aux murs en béton banché. Le coût du système entier en sera donc encore réduit pour la brique à alvéoles verticales comparativement au béton banché. Cependant, libre choix au poseur d'utiliser l'isolation de son choix puisque les matériaux de structure (brique, béton

²⁹ Source : M. Rosen, Directeur Technique de la fédération Allemande de tuiles et briques

³⁰ Source : Eric Risser, Directeur marketing gros œuvre, Terreal

³¹ Source : M. Regrettier, Responsable Bouyer-Leroux auprès de la FFTB.

³² Source : M. Roth, Directeur de la fédération Allemande de tuiles et briques.

³³ Source : M. Auffret, service statistiques, FFTB

³⁴ Source : M. Lagier, Directeur France, Wienerberger

banché, bloc béton, ...) supportent n'importe quel type d'isolant, par l'intérieur ou l'extérieur³⁵.

Ces briques à alvéoles verticales servent aussi dans le Nord de l'Allemagne ainsi qu'au Danemark mais au sein d'un système plus complexe. Il s'agit du double mur. Celui-ci est composé d'un mur intérieur, d'un mur extérieur, et entre les deux d'un panneau isolant (de l'air pour les constructions anciennes). Le premier mur est le plus souvent composé de béton même si d'autres matériaux peuvent servir. Le second, positionné à l'extérieur du système, est presque toujours fait de briques à alvéoles verticales³⁶.

En Italie, le système se rapproche de l'Allemagne même s'il diffère par l'utilisation régulière de briques non porteuses absentes Outre-Rhin. Ces briques sont encadrées par des poteaux poutres. Elles n'ont donc pas besoin d'être profondes et épaisses³⁷. Ces briques sont utilisées dans 20 à 25% des cas. Il faut noter que le choix de ce système ou de celui plébiscité en Allemagne dépend tout de même grandement de la région. La région de Rome utilise beaucoup cette petite brique par exemple. La brique majoritaire reste tout de même la brique à alvéoles verticales représentée dans 70% des constructions collectives. Enfin on peut trouver dans 5 à 10 % des cas des murs en bloc béton mais jamais de béton banché³⁸.

5.2.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

Cf. 5.2.3.4. Descriptif technique

5.2.3.6. REGLEMENTATION

Le Danemark possède la réglementation la plus stricte d'Europe concernant l'isolation, ce qui joue dans le choix du dispositif double mur. La valeur u doit être de 0.18 ou 0.17. Certes moindre qu'au Danemark, la sévérité des normes françaises est tout de même parmi les plus importantes d'Europe.³⁹ L'Allemagne, quant à elle, possède des règles concernant l'isolation qui ne permettent pas d'utiliser du béton pour les murs porteurs extérieurs des constructions collectives.

³⁵ Source : M. Grandchamps, Responsable prospection grands comptes, Imerys

³⁶ Source : M. Rosen, Directeur Technique de la fédération Allemande de tuiles et briques

³⁷ Source : M. Regrettier, Responsable Bouyer-Leroux auprès de la FFTB.

³⁸ Source : M. D'anna, Division technologique, Laterizio

³⁹ Source : M. Lagier, Directeur France, Wienerberger

5.2.4. SYNTHÈSE

Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP

Facteurs influençant les prix à la hausse

Facteurs influençant les prix à la baisse

Danemark	2,6	• Système de construction (deux parois) • Prix du matériau béton • Acteur unique capable de fournir tous les éléments du double mur • Entreprises familiales de fabrication de briques • Réseau de distribution indirecte	• Marge brut du poseur très faible (jamais plus de 10%) • Concurrence de plus en plus forte sur le secteur du béton
France	1	• Coût de la matière première ciment • Valorisation du ciment comme produit spécial et non commodité • Position dominante des gros acteurs sur un marché concentré	• Concurrence de petits acteurs sur les marchés locaux • Concurrence naissante de la brique thermique • Réglementation poussant la brique
Allemagne	0,60	• Pression concurrentielle faible selon certaines zones géographiques • Réglementation thermique	• Pression concurrentielle très forte sur la majorité du territoire • Réseau de distribution direct • Important maillage du pays en manufactures de briques
Italie	0,50	• Réseau de distribution indirecte	• Important maillage du pays en manufactures de briques • Coût de la pose

Note : Seuls les modes constructifs majoritaires de chaque pays sont comparés ici : Double mur au Danemark, Béton banché en France, Briques en Italie et Allemagne.

Figure 8 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour la maçonnerie

5.3. ISOLATION THERMIQUE DES MURS PAR L'EXTÉRIEUR

5.3.1. CHOIX DE L'ISOLATION DES MURS DE REFERENCE

5.3.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

L'isolation thermique par l'extérieur est un système que l'on ne retrouve que dans trois des pays analysés, la France, l'Italie et l'Allemagne. Le Danemark ayant adopté le double mur comme système de maçonnerie unique, l'ITE ne peut pas être installée. Le matériau isolant utilisé pour ce dispositif dans ces 3 pays est le polystyrène expansé (PSE). Dans de très rares cas seulement, il arrive que l'isolant soit composé de polystyrène extrudé, plus cher mais très toxique en cas d'incendie et très peu efficace en termes d'isolation acoustique.

La première différence technique que l'on retrouve se place plutôt au niveau de la dernière couche, la finition. Celle-ci peut être réalisée avec un enduit organique, aussi appelé RPE. C'est majoritairement le cas en France et en Italie. A l'inverse l'Allemagne dispose de systèmes ITE préférentiellement composés d'une finition avec enduit minéral, aussi appelé hydraulique.

Ces finitions disposent de légères différences techniques. On citera par exemple la meilleure résistance au feu de l'enduit minéral. Néanmoins la qualité de l'isolation pure dépend tout de même bien plus de la taille de la couche d'isolant du système que des couches annexes.

Ces dimensions sont par ailleurs directement liées aux réglementations en vigueur dans chacun des trois pays, tout comme la résistance thermique (R) de l'isolant. En Allemagne, la résistance est de 5 ou légèrement plus, ce qui correspond à une épaisseur théorique d'isolant de 16cm. En France, la résistance réglementaire est inférieure, à savoir 3.8. Enfin, en Italie la résistance correspond à celle fournie grâce à un polystyrène de 8cm d'épaisseur.

L'application de l'enduit peut également varier selon sa mécanisation ou le nombre de couches que l'on va disposer. L'enduit hydraulique, appliqué à la pompe en Allemagne ou France, sera multicouche dans le premier pays quand il ne sera que monocouche dans le second.

5.3.1.2. SYSTEMES MAJORITAIRES DANS CHAQUE PAYS

Matériau le plus courant pour l'ITE dans chaque pays	
France	Polystyrène expansé
Italie	Polystyrène expansé
Allemagne	Polystyrène expansé
Danemark	Double mur : ITE non applicable



Matériau de référence pour l'ITE sous enduit	✓ Polystyrène expansé
--	-----------------------

Tableau 7 : Matériaux d'isolation par l'extérieur

Le Danemark n'entre pas dans le cadre de comparaison pour l'isolation des murs par l'extérieur. En effet, comme il a été précisé dans la phase 1, le mode constructif danois est caractérisé par le double mur dont l'isolation est réalisée par la pose de matériau isolant dans la cavité interne. L'ITE n'est donc pas applicable.

5.3.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays		Prix pose (€/m²)	Prix matériel (€/m²)	Prix fourni posé (€/m²)	Indice de prix fourni-posé	
					Non harmonisé	Harmonisé INP
France	Enduit organique (80%) ^{40 41}	56 (50)	24 (20)	80 (70)	1	1
	Enduit minéral (20%) ⁴²	60 (53)	30 (26)	90 (79)	1,13	1,13
Allemagne ⁴³	Enduit organique (40%)	54 (51)	26 (25)	80 (76)	1	1,09
	Enduit minéral (60%)	54 (51)	26 (25)	80 (76)	1	1,09
Italie ^{44 45}	Enduit organique (80%)	22-25 (21-24)	18-20 (17-19)	40-45 (38-43)	0,5-0,56	0,54-0,61
	Enduit minéral (20%)	Non Identifié				

Tableau 8 : Synthèse des prix de l'ITE pour 12cm de polystyrène expansé
Les prix sont indiqués en € HT. Entre parenthèses figurent les prix indexés sur l'INP.

⁴⁰ Source : M. Delassus, Président du Groupement du Mur Manteau / Etudes ALCIMED 2009 et 2011 / M. Deron, Commercial ITE, Weber

⁴¹ La pose d'1 m² d'ITE nécessite 1h20 de travail pour un poseur. A 25€/h, cela représente 30€ de coût de main d'œuvre par m². Pour ce qui concerne le matériel, le polystyrène coûte 11€/m² et la colle/fibre de verre/sous enduit/finition coûtent 13€/m². Cela représente 24€ de coût de matériel. Le reste, comprenant l'échafaudage, la mise en chantier, les frais généraux et amortissements ainsi que la marge bénéficiaire représentent 26€, ce qui laisse penser que les marges sont faibles.

⁴² Source : M. Deron, Commercial ITE, Weber

⁴³ Source : Communiqué de presse, Hessische energiespar-aktion, 2009 / DIMaGB, 2008 et M. Kuppel, Expert ITE, Sto

⁴⁴ Source : Mme Bossi, Responsable ITE, Waler

⁴⁵ Source : M. Rechichi, Service technique, Waler

Le prix fourni-posé de systèmes d'isolation thermique par l'extérieur est similaire en France et en Allemagne malgré la maturité plus forte de cette méthode outre-rhin. Ce résultat est en partie dû au fait que cette étude ne concerne que le logement collectif neuf. En effet, les prix s'échelonnent entre 80€/m² HT et 120€/m² HT en France et entre 80€/m² HT et 95€/m² HT en Allemagne. Le logement collectif correspond aux fourchettes basses. D'autre part, les isolants utilisés en Allemagne sont plus épais (jusqu'à 16cm) qu'en France (souvent 12cm) ou en Italie (8cm). La maturité et le savoir-faire sur le marché Allemand permettent également aux installateurs de passer moins de temps pour poser les systèmes ITE (1h/m² en moyenne en Allemagne contre 1h20/m² en France, soit une réduction de 25%).

L'Italie apparaît également moins chère, principalement en raison du coût de la pose qui est facturée deux fois moins que dans les deux autres pays de comparaison.

5.3.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.3.3.1. CHAÎNE DE VALEUR

Il existe deux canaux de distribution différents des systèmes ITE qui se retrouvent en France, en Allemagne et en Italie, dans des proportions similaires.

Le premier canal de distribution consiste en la vente du dispositif en direct aux poseurs ou via de nombreux centres de distribution sous l'enseigne de la marque du fabricant⁴⁶. L'avantage de ce système réside dans le renforcement de la notoriété de la marque et la reconnaissance de son expertise. Cette intégration verticale permet également de faire baisser les coûts « intermédiaires ». Le passage en direct ne concerne bien entendu que les plus grosses entreprises de peintres et façadiers, les petits ne commandant pas assez de volume pour en bénéficier.

Ce système est celui mis en pratique par STO, leader mondial, mais aussi de fabricants de peinture leaders comme MATERIS PAINTS (Via ZOLPAN ou TOLLENS) ou encore CAPAROL également importants dans les 3 pays de l'étude.

Il existe également d'autres types de canaux de distribution. Weber (Groupe Saint-Gobain) vend son dispositif ITE via des négoce, notamment comme Point P (appartenant également au groupe Saint-Gobain). Il est dans ce cas

⁴⁶ Source : Etude Alcimed 2009

question de toucher une clientèle plus large et plus facile d'accès. Ces clients sont généralement de moins grosse taille que ceux visés par la vente directe.

Au final, ces deux canaux de distribution ne semblent pas induire de différence de coût final.

5.3.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

En France, il existe une vingtaine de fournisseurs de systèmes ITE avec les trois premiers qui représentent 60% du marché : STO, le groupe MATERIS (avec en particulier ZOLPAN et PAREX LANKO) et WEBER (SAINT GOBAIN).⁴⁷

On retrouve une situation similaire en Italie et en Allemagne, avec toutefois une concurrence un peu plus accrue. En Allemagne, par exemple, il existe une trentaine de fabricants. STO reste le leader du marché mais d'autres acteurs possèdent des parts de marché importantes, comme DOW ou RELIUS⁴⁸.

La concurrence française concernant l'ITE avec finition à enduit minéral est encore relativement restreinte, puisque ces matériaux ne représentent que 20% du marché. On y retrouve des acteurs comme PAREXLANKO (Groupe MATERIS), WEBER (Groupe SAINT GOBAIN) ou PRB. Ces industriels peuvent encore en France afficher des prix de matériel plus élevés pour la finition minérale que la finition organique mais dans le logement collectif, le premium prix reste limité : 10€/m² HT. En Allemagne, la concurrence est sans commune mesure où l'on trouve un grand nombre d'acteurs positionnés sur la finition minérale qui est majoritaire avec 60% des chantiers.

Il convient de noter qu'il existe des écarts de prix régionaux très forts dans les différents pays de l'étude. Cette variation est principalement due à l'environnement concurrentiel en aval au niveau des poseurs, qui peut varier d'une région à une autre.

5.3.3.3. MATURITE

En France, il est à noter que l'essentiel du marché de l'ITE en résidentiel collectif (95%) est constitué par la rénovation avec 3,6 millions de m². L'ITE est présente dans le résidentiel collectif neuf à hauteur de 0,2 millions de m² de façades. Cela correspond à un taux de pénétration sur le nombre total de façades dans le résidentiel collectif neuf de 2,5% seulement sur ce segment de

⁴⁷ Source : Etude Alcimed 2008

⁴⁸ Source : M. Delassus, Président du Groupement du Mur Manteau

marché⁴⁹. La technique sous enduit organique (RPE) est la moins coûteuse et la plus couramment proposée, plus de 80%, par les fabricants dans le domaine résidentiel. L'enduit hydraulique – ou minéral - est beaucoup moins répandu. Le marché est donc en plein développement mais l'ITE reste encore perçue comme une technique complexe et chère.

La France manque de poseurs disposant d'un savoir-faire suffisant. Le risque d'un tel critère est de voir le marché détruit par des années de pose de mauvaise facture, comme ce fut le cas lors de la première vague d'ITE dans les années 70. Des organismes comme la FEE Bat ont pour rôle de former les artisans du Bâtiment aux différentes techniques de travaux d'économie d'énergie dont fait partie l'ITE⁵⁰. Cet organisme est le fruit de l'investissement de grandes entreprises comme EDF et GDF-Suez. En effet aujourd'hui le nombre d'artisans réellement formés à l'ITE est très faible et parfois nul dans certaines régions. Ceci a pour conséquences deux aspects fortement discriminants pour cette méthode :

- Premièrement, les consommateurs se tournent vers des artisans peu ou pas expérimentés et non formés en raison de carnets de commandes trop remplis des spécialistes.
- Deuxièmement, la croissance est naturellement limitée par manque d'offre et déception des clients par la qualité de pose.

En comparaison avec la France, le marché allemand est bien plus mature. Il a connu une croissance très importante au début des années 90 passant de 15 millions de m² posés en 1990 à 46 millions de m² en 1996, augmentant de 5 millions chaque année. Ce marché était déjà constant avant 1990 avec entre 13 et 14 millions de m² posés chaque année. En 2009, 40 millions de m² ont été posés, dont 35% dans le neuf⁵¹. L'ITE est donc reconnue en Allemagne depuis plus de 30 ans. Cette maturité plus grande ne se traduit pourtant pas par une différence forte de prix. Ceci est en grande partie dû au fait que le prix pour le logement collectif en France soit le plus bas du marché. Ainsi, bien que le coût de l'ITE dans le logement collectif soit de 80€/m² HT dans les deux pays, la fourchette française s'étale jusqu'à 120€/m² HT alors que les prix dépassent très rarement 95€/m² HT en Allemagne.

En Italie, le marché est de 10 millions de m² par an avec, comme en France, une forte croissance. On note une hausse de 16 à 17% par an⁵². Cette hausse du marché Italie s'explique en partie par le faible prix du système, quasiment

⁴⁹ Sources ALCIMED 2009

⁵⁰ Source : Etude Alcimed 2011

⁵¹ Source : Etude Alcimed 2008

⁵² Source : Antonio Romano, Commission technique de Cortex

deux fois inférieur au prix français. Cela est en grande partie la conséquence d'une main d'œuvre très bon marché puisque le coût du matériel en lui-même est peu différent des autres pays Européens⁵³.

5.3.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Cf. 5.3.1.1. Différences techniques

Le descriptif technique est inclus dans le paragraphe 5.3.3.3. Maturité

5.3.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

Cf. 5.3.3.3. Maturité

5.3.3.6. REGLEMENTATION

En Europe, l'ITE est régie par l'ETAG 04 « Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems ».

L'ensemble des réglementations tendent à favoriser le développement de l'ITE. En France, la RT2012 prévoit :

- L'obligation de traiter les ponts thermiques. Cela implique soit d'installer des rupteurs de ponts thermiques dans le cas de l'isolation par l'intérieur, soit d'utiliser un système d'isolation par l'extérieur.
Le surcoût de l'ITE par rapport au système équipé par des rupteurs de ponts thermiques est alors de 7%.
- Des exigences en matière d'isolation plus importantes, ce qui implique l'épaississement des couches de matériaux isolants pour les murs.
La satisfaction de ces nouvelles exigences avec l'ITE engendre un gain de surface habitable d'au moins 4 à 5%.

Ainsi, la RT2012 présente des conditions favorables au développement de l'ITE d'une part pour son surcoût faible par rapport à l'ITI et d'autre part pour le gain de surface habitable dans les logements.

Les industriels du secteur de l'énergie sont dit « obligés » depuis 2006. Cela signifie que ceux-ci doivent réunir des certificats d'économie d'énergie (CEE) en échange de leur implication dans des travaux de réduction de consommation d'énergie de tiers, sous peine d'amendes très importante. EDF a indiqué avoir positionné l'ITE comme priorité à développer afin d'obtenir ces CEE.⁵⁴ Cette obligation renforce encore la réglementation en faveur du développement de l'ITE.

⁵³ Source : M. Rechichi, Service technique, Waler

⁵⁴ Source : Etude Alciméd 2011

En Allemagne, l'EnEV 2012 qui prévoit une nouvelle réduction des limites de consommation énergétique de 30% par rapport à l'EnEV 2009, devrait également favoriser ce mode constructif.⁵⁵

5.3.4. SYNTHÈSE

<u>Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
Allemagne	1,09 • Résistance thermique supérieure • Qualification des poseurs et marges plus élevées qu'en France	• Forte maturité du marché de l'ITE • Temps de pose 25% plus court qu'en France en raison de l'expérience des poseurs
France	1 • Faible concurrence des fabricants sur le marché de l'ITE à finition minéral • Temps d'installation long • Faible concurrence des poseurs et manque de savoir-faire	• Main d'œuvre bon marché sur ce type de travaux et marges faibles • Résistance thermique inférieure à l'Allemagne
Italie	0,54/0,61 NA	• Coût de la main d'œuvre faible • Résistance thermique la plus faible • Concurrence non homogène sur le territoire mais parfois forte
Danemark	NA Utilisation du réseau de chaleur urbain.	

Le système italien est moins isolant avec généralement 8cm de polystyrène expansé, le système Français comporte 12cm de polystyrène expansé et le système Allemand est le plus isolant avec souvent 16cm. En France, la RT 2012 n'indique pas d'épaisseur d'isolant mais la norme BBIO pourrait standardiser une épaisseur de 16cm pour atteindre une résistance thermique de 5 (au lieu de 3,8 aujourd'hui).

Figure 9 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour un système d'isolation thermique par l'extérieur

⁵⁵ Source : EnEV 2009 und Wärmegesetz: Neue Regeln für die Energieeffizienz, DETAIL Green, Melita Tuschinski

5.4. ISOLATION THERMIQUE DES TOITURES

5.4.1. CHOIX DE L'ISOLATION THERMIQUE DES TOITURES DE REFERENCE

Matériau le plus courant pour l'isolation sous toiture inclinée dans chaque pays (isolation entre chevrons)	
France	• Laine minérale (laine de verre ou laine de roche)
Italie	• <i>Sarking: isolation sous toiture non applicable</i>
Allemagne	• Laine minérale (laine de verre ou laine de roche)
Danemark	• Laine minérale (laine de verre ou laine de roche)



Matériau de référence pour l'isolation sous toiture inclinée (isolation entre chevrons)	✓ Laine de verre OU ✓ Laine de roche
---	--

Tableau 9 : Matériaux d'isolation sous toiture de référence

Les immeubles italiens sont systématiquement construits avec une légère inclinaison de la toiture. En termes d'isolation, l'Italie a opté pour le sarking qui consiste à couvrir l'extérieur des toitures inclinées par des panneaux rigides d'isolant.

En France, en Allemagne et au Danemark, les toitures-terrasses et les toitures inclinées sont présentes en proportions similaires avec une représentativité plus grande des toitures inclinées en petit logement collectif.

Ces trois pays procèdent par la pose de plusieurs couches⁵⁶ de laine minérale sous la toiture, entre les chevrons ou fermettes industrialisées en bois.

⁵⁶ Sources :D. Quénard, Chef de la division caractérisation physique des matériaux dans le département enveloppe et revêtements, CSTB ;
 S. Salhi, Responsable marketing en charge du collectif, ROCKWOOL FRANCE ;
 L. Eriksen, Ingénieur produit, ROCKWOOL DENMARK

Remarque :

Les épaisseurs des isolants les plus fréquemment utilisées sont fonctions des conditions climatiques et/ou exigences réglementaires variant entre les pays.

Exemple pour la laine de roche⁵⁷ :

- o Epaisseur recommandée et courante en France : 250-300 mm soit un coefficient de transmission thermique de $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ (par rapport à une recommandation RT2005 pour $U < 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$).
- o Epaisseur recommandée et courante au Danemark : 360 mm jusqu'à fin 2010 pour obtenir un coefficient de transmission thermique $U = 0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$ et 486 mm à partir du 1^{er} janvier 2011 pour $U = 0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$ (exigences réglementaires de $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ et $U = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ à partir du 1^{er} janvier 2011).

Ces différences n'auront que peu de conséquences pour la comparaison internationale. En effet, chaque pays utilise la superposition de couches donc nous pourrions utiliser comme référence unitaire de comparaison un rouleau de laine minérale de même épaisseur dans chaque pays.

⁵⁷ Sources : S. Salhi, Responsable marketing en charge du collectif, ROCKWOOL FRANCE ;
L. Eriksen, Ingénieur produit, ROCKWOOL DENMARK

5.4.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays	λ (W/m/C°)	Prix		Indice de prix laine de verre		Indice de prix laine de roche		Prix fourni-posé		Indice de prix fourni-posé verre		Indice de prix fourni-posé roche	
		verre	roche	NH	HINP	NH	H INP	verre	roche	NH	H INP	NH	H INP
Danemark ⁵⁸	0,037	5,4- 6,7 (3,7-4,6)		1,1	0,86	1,1	0,86	24,1 (16,7)		0,77	0,63	0,77	0,63
	0,034	6,7-8,1 (4,6-5,6)		1,3	1,1	1,3	1,1	28,2 (19,4)		0,9	0,73	0,9	0,73
France	0,04 ⁵⁹	5,5 (4,8)	9 (7,9)	1	1	1,6	1,4	31,5 ⁶⁰ (26,7)	34 (29,8)	1	1	1,1	1,1
	0,035	10,5 ⁶¹ (9,2)	-	1,9	1,9	-	-	35,5 (31,1)	-	1,13	1,16	-	-
Allemagne ⁶²	0,035	11 (10,4)	12,6 (11,9)	2	2,2	2,3	2,5	17-21 (16,1-19,8)	18,6-22,6 (17,6-21,4)	0,53	0,60-0,74	0,6-0,7	0,7-0,8

Les prix sont indiqués en € HT/m² ; les valeurs entre parenthèse sont harmonisées sur l'INP

NH : Non harmonisé, H INP : Harmonisé sur l'INP

Tableau 10 : Synthèse des prix de l'isolation thermique des toitures

⁵⁸ Sources : STARK ;
BYGMA ;

⁵⁹ Sources : PoinP Paris, produits Isover, IBR Contact, (laine de verre) et Rockwool Easyrock (laine de roche)
2plac plaquiste professionnel ; prix d'achat de 5,50€ HT/m² refacturé 7,20€ HT/m² pour de grandes quantités sur chantier.

⁶⁰ Sources : L'annuaire du BTP, 28,47€ HT/m² fourni-posé laine minérale, $\lambda=0.040$ W/m.K, ép. 200 mm (R = 5.00) Ibr Contact ®
2plac plaquiste professionnel, 33,40€ HT/m² fourni-posé avec : plafond simple à 26,10€ HT/m² et laine de verre IBR, Isover à 7,20€ HT/m².

⁶¹ Sources : PoinP Paris

⁶² Sources : G. Kallweit, Product manager, ROCKOOL GERMANY ; laine de roche 12€ TTC/m² ; 20-25€ TTC/m² fourni-posé.
S. Schultz, Technical assistant, ISOVER GERMANY ; produits Integra ZKF1, laine de verre et Ultimate Klemmfilz, laine de verre/roche.

5.4.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.4.3.1. CHAINE DE VALEUR

Le canal de distribution préférentiel est la vente des matériaux isolants des fabricants vers des réseaux de négoce qui commercent avec les installateurs.

5.4.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

La production de laine minérale est très concentrée avec quatre acteurs principaux : Saint-Gobain Isover, Rockwool, Knauf et Ursa. En France par exemple, le leader du marché est Isover, filiale de Saint-gobain positionnée principalement sur la laine de verre.

En France et en Allemagne, la laine de verre est dominante. La laine de roche, estimée à 30% du marché en Allemagne⁶³, est un marché de niche en France.

Contrairement à la France et l'Allemagne, la laine de roche est plus importante au Danemark avec un partage de marché approximatif de 60% par rapport à 40% pour la laine de verre.⁶⁴ Le marché y est resté pendant longtemps oligopolistique avec deux acteurs dominants : Isover, filiale de Saint-Gobain positionnée sur la laine de verre et la société danoise Rockwool exclusivement positionnée sur la laine de roche. Cependant, de nouveaux acteurs sont entrés sur le marché lors des années de crise comme Paroc, troisième acteur d'importance moindre sur le marché danois positionné sur la laine de roche ou encore Knauf et Ursa.⁶⁵ Le domaine est donc devenu plus concurrentiel, notamment entre les filières des laines minérales avec les matériaux isolants alternatifs comme les matériaux plastiques, le bois ou encore le chanvre.

Les négoce sont des négoce généraux en matériaux de construction. On observe une concentration décroissante entre la France, le Danemark et l'Allemagne. En France, les négoce sont concentrés car la plupart sont détenus par de grandes sociétés de fabricants. Une centaine d'acteurs est dénombrée au Danemark, ce qui est relativement important par rapport à la taille du pays (environ 5,5 millions d'habitants) et aucun acteur ne domine totalement le marché⁶⁶. Parmi eux, les trois plus importants dans l'ordre décroissant sont Stark, Bygma et Saint-Gobain Optimia. La part de marché

⁶³ Source : G. Kallweit, Product manager, ROCKWOOL GERMANY

⁶⁴ Source : STARK ;

⁶⁵ Sources : STARK;

L. Eriksen, Product engineer, ROCKWOOL DENMARK

⁶⁶ Source : BYGMA

cumulée de Stark et Bygma est estimée à environ 30%, ce qui laisse une place importante à la concurrence tout comme en Allemagne où plus de 5000 négoce sont présents sur le marché⁶⁷.

En ce qui concerne les installateurs, les interlocuteurs s'accordent sur le fait que l'offre est éclatée entre une multitude de petites et moyennes entreprises.

⁶⁸ Au Danemark par exemple, environ 80% des installateurs professionnels sont des entreprises employant 10-20 personnes⁶⁹ et leur nombre est estimé jusqu'à 10 000⁷⁰.

5.4.3.3. MATURITE

Isolation thermique des toitures avec laine minérale mature dans tous les pays de l'étude.

5.4.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Les niveaux de performances les plus courants sont différents dans chaque pays. En effet, la conductivité thermique λ est la plus élevée en France (0,04 W/(m.K)), la plus faible en Allemagne (0,035 W/(m.K)) qui utilise donc le matériel le plus performant. Ces deux niveaux de performance y sont disponibles alors que le Danemark est positionné sur une performance intermédiaire (0,037 W/(m.K)) spécifique au pays.

En France, le positionnement majoritaire sur la laine de verre avec $\lambda=0,04$ W/(m.K) permet un prix de vente plus bas de la part des négoce grâce à la possibilité d'approvisionnement en grande quantité ce qui explique le prix de vente jusqu'à deux fois plus faible de ce type de produit par rapport à la laine de roche de même performance ou encore à la laine de verre de performance supérieure $\lambda=0,035$ W/(m.K).

En Allemagne, la part de marché significative de la laine de roche (environ 30%) réduit les écarts de prix entre les deux types de laines minérales.

Enfin, le Danemark ne présente pas de différence significative de coût entre la laine de verre et la laine de roche. Cela est dû à une concurrence très importante entre les deux filières dont les ampleurs de distribution sont proches (la laine de roche atteindrait jusqu'à 60% de part de marché).

⁶⁷ Source : G. Kallweit, Product manager, ROCKWOOL GERMANY

⁶⁸ Source : B. Fjeldsted, Consultant, BYGGEMATERIALER (Fédération danoise des matériaux de construction)

⁶⁹ Source : STARK ;

⁷⁰ Source : BYGMA

5.4.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

Les remises pratiquées par les négoce envers les installateurs professionnels varient d'un pays à l'autre et d'un négoce à l'autre. Au Danemark, par exemple, les installateurs spécialisés obtiennent une remise de la part des négoce allant jusqu'à 30%, voire 40-50% suivant la quantité, la fidélité ou encore les accords passés.⁷¹ En Allemagne, cette remise est estimée plus faible : 10-20%. Du fait du contexte concurrentiel entre les négoce, les marges sont évaluées autour de 15-25%.

Bien que la concurrence entre laine de verre et laine de roche soit importante, notamment en Allemagne et au Danemark, les fabricants principaux, à savoir Isover et Rockwool ont un positionnement haut de gamme avec des prix élevés par rapport à d'autres acteurs comme Ursa qui se positionne sur une gamme de prix plus faible.

5.4.3.6. REGLEMENTATION

Différents seuils de valeur du coefficient de transmission thermique U sont imposés dans les différents pays de l'étude.

	Coefficient de transmission thermique U (W/m ² K)
Danemark	0,4 jusqu'en 2010 0,3 depuis le 1 ^{er} janvier 2011
France	0,45 (valeur garde-fou)
Italie	0,33 – 0,62
Allemagne	0.2-0.35 (valeurs de référence)

Tableau 11 : Valeurs seuils de coefficient de transmission thermique des isolations des toitures

Ces valeurs imposent une épaisseur totale d'isolation plus ou moins importante qui est atteinte par la superposition de plusieurs couches d'isolant. Ainsi, la comparaison est rationalisée par le prix au m² d'un matériau isolant avec des conductivités thermiques λ égales.

La réglementation thermique danoise des parois impose des limites faibles de performances qui n'ont, en fait, pas pour ambition d'atteindre une performance en termes d'efficacité énergétique mais d'atteindre un seuil pérenne de qualité de la construction. Cependant, il est à noter que les habitudes constructives

⁷¹ Sources : B. Fjeldsted, Consultant, BYGGEMATERIALER (Fédération danoise des matériaux de construction)
STARK

intègrent systématiquement un système d'isolation de performance supérieure à celle exigée par la réglementation et cela d'autant plus que le climat est rude.

5.4.4. SYNTHÈSE

<u>Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP</u>		<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
France	1	• Domination de la laine de verre et situation oligopolistique des fabricants. • Position forte des distributeurs dans la négociation avec les artisans. • Accords entre fabricants et distributeurs	• Acteurs locaux
Danemark	0,63	• Nombre de fabricants limité • Matériaux principalement importés	• Fortes remises (jusqu'à 50%) • Compétition accrue entre différents types de laines minérales
Allemagne	0,60-0,74	• Nombre de fabricants limité	• Remises (jusqu'à 20%) • Concurrence des négoces • Compétition accrue entre différents types de laines minérales
Italie	NA	Isolation des toits via la méthode du sarking	

Les produits comparés sont les plus couramment utilisés dans chaque pays : $\lambda=0.04 \text{ W/(m.K)}$ en France et $\lambda=0.035 \text{ W/(m.K)}$ en Allemagne et $\lambda=0.037 \text{ W/(m.K)}$ au Danemark. La France possède donc les prix les plus hauts sans pour autant avoir les meilleures performances.

Figure 10 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour des matériaux d'isolation sous toiture

5.5. CLOISON

5.5.1. CHOIX DU MATERIAU DE REFERENCE

5.5.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

Deux technologies principales existent pour les cloisons :

- les cloisons alvéolaires constituées d'une plaque alvéolaire en bois recouverte par deux plaques de plâtre,
- les cloisons constituées de deux plaques de plâtre posées sur une structure métallique remplie de matériau isolant, le plus souvent de laine minérale.

La première solution n'est que très peu utilisée en Allemagne, Italie et Danemark. Elle représente 67% des logements collectifs français mais est considérée comme un système bas de gamme et une tendance de développement de la cloison sur ossature semble s'imposer.⁷²

La cloison standard la plus représentative dans tous les pays est la cloison d'épaisseur totale 72mm constituée de deux plaques de plâtre standards non hydrofuges d'épaisseur réelle 12,5mm sur ossature métallique.

⁷² Sources : AQC ;
PLACO FRANCE ;
GYPROC ITALIE ;
GYPROC DANEMARK.

5.5.1.2. MATERIAU DE REFERENCE

Systèmes de cloisons les plus courants dans chaque pays	
France	• Planche de bois alvéolaire recouverte de deux plaques de plâtre de 10 mm d'épaisseur - OU • Deux plaques de plâtre d'épaisseur 12,5mm vissées sur ossature métallique remplie de laine de verre
Italie	• Deux plaques de plâtre d'épaisseur 12,5mm vissées sur ossature métallique remplie de laine de verre
Allemagne	• Deux plaques de plâtre d'épaisseur 12,5mm vissées sur ossature métallique remplie de laine minérale
Danemark	• Deux plaques de plâtre d'épaisseur 12,5mm vissées sur ossature métallique remplie de laine minérale (verre ou roche)

Matériau de référence pour la cloison	✓ plaque de plâtre de 12,5 mm
	ET
	✓ système de cloison d'épaisseur totale 72mm sur ossature métallique avec 2 plaques de plâtre d'épaisseur 12,5mm sans matériau isolant

Tableau 12: Cloison de référence

La cloison de référence est analysée sans matériau isolant intérieur pour éviter toute déviation due aux différences de prix et de nature de l'isolant (laine de verre ou laine de roche). L'accent est mis sur le prix des plaques de plâtre et sur la cloison fourni-posée.

5.5.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays	Prix grossiste d'une plaque de plâtre d'épaisseur 12,5mm	Indice de prix de la plaque de plâtre		Prix fourni posé : 2 plaques + structure métallique	Indice de prix fourni-posé	
		Non harmonisé	Harmonisé INP		Non harmonisé	Harmonisé INP
Italie ⁷³	1,7-2 (1,6-1,9)	0,71	0,76	30-33 (28,5-31,3)	0,79	0,85
France ⁷⁴	2,5-2,7 (2,2-2,4)	1	1	40 (35)	1	1
Allemagne ⁷⁵	Non identifié					
Danemark ⁷⁶	4-4,7 (2,8-3,2)	1,67	1,3	81 (56)	2	1,6

Les prix sont indiqués en € H/m²T indexés sur l'INP

Le prix fourni-posé est donné pour une cloison d'épaisseur totale 72mm avec deux plaques de plâtre vissées sur ossature métallique (une plaque de chaque côté) sans matériau isolant intérieur

Tableau 13 : Synthèse des prix des cloisons d'épaisseur totale 72mm

- ⁷³ Source: 2mgcostruzioni : 32-33±5 € HT/m² fourni-posé variant suivant la quantité commandée
GYPROC ITALY ; 28 € HT/m² fourni-posé pour un bâtiment commercial ; + 5% pour les bâtiments résidentiels soit 29,7 € HT/m²
- ⁷⁴ Sources : PointP (négociant français en matériaux de construction)
2plac (plaquiste professionnel)
UNEP (Union Nationale des Entrepreneurs Plâtriers, plaquistes, staffiers et stucateurs)
- ⁷⁵ Source : RIGIPS GERMANY
- ⁷⁶ Sources : BYGMA (négociant danois en matériaux de constructions)
MTHOJGAARD (entrepreneur en construction)

5.5.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.5.3.1. CHAINE DE VALEUR

La chaîne de valeur est telle que dans tous les pays de l'étude, la distribution des plaques de plâtre est réalisée via réseaux de négociants. Les négociants fournissent les installateurs professionnels.

5.5.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

La fabrication des éléments de construction en plâtre dont les plaques pour cloisons sèches est extrêmement concentrée dans les 4 pays de l'étude. Les deux entreprises les plus présentes sont Saint-Gobain, leader en France et en Italie et Knauf, leader au Danemark et en Allemagne⁷⁷. La fabrication des plaques de plâtre est locale car il s'agit d'un produit pondéreux dont les coûts de transport sont minimisés par la proximité. Dans chaque pays, les produits proposés par chaque fabricant pour la gamme standard sont équivalents et il n'y a pas de différence de prix significative au sein d'un même pays.

La filière française est caractérisée par une concentration des négoce. De même, le territoire danois est couvert par une centaine de distributeurs dont les deux premiers réalisent environ 30% du chiffre d'affaire⁷⁸. Ceci n'est pas le cas en Italie où il existe une multitude de négoce au niveau local.

Enfin, l'atomisation des installateurs est constatée dans tous les pays. En France, cela représente 57994 personnes réparties dans 16789 entreprises recensées en 2007 dont 94% comptent moins de 10 salariés et réalisent 54,4% du chiffre d'affaire.

5.5.3.3. MATURITE

Cf. 5.5.1.1. Différences techniques

⁷⁷ La concentration forte des fabricants peut être illustrée par le cas français. En 2007, 27 entreprises de fabrication d'éléments en plâtre pour la construction étaient recensées sur le territoire français. Seulement quatre d'entre elles emploient plus de 250 salariés et ont réalisé plus de 85% du chiffre d'affaire⁷⁷. Les deux entreprises françaises Saint-Gobain (Placoplatre) et Lafarge (Lafarge Plâtre, Clips, SVPI) se partagent l'essentiel du marché français. Elles sont concurrencées par l'entreprise allemande Knauf (Knauf Plâtre et Cie). Les entreprises les plus présentes en Allemagne, Danemark et Italie sont Saint-Gobain et Knauf.

⁷⁸ BYGMA (négociant danois en matériaux de constructions)

5.5.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Pas de différences techniques notables.

5.5.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

En raison de la concentration décroissante de la filière dans tous les pays, les marges diminuent avec la progression en aval de la filière :

- La position forte en amont résulte en un prélèvement important de marges par les fabricants, estimées à des valeurs proches de 20%,
- Les négociants pratiquent des marges moyennées à 15% en France grâce à la position de force due à leur concentration. Les marges sont plus faibles en Italie en raison de la concurrence plus grande qui résulte du nombre plus élevé de négociants,
- Enfin, aux installateurs professionnels correspondent les marges les plus faibles, estimées à environ 10%. En France par exemple, les marges réalisées par ces derniers sont compressées par une concurrence intra-sectorielle de plus en plus importante. En effet, entre 2000 et 2007, 3800 nouvelles entreprises ont été recensées et l'abaissement des tarifs des prestations est devenu un moyen de remporter les contrats sur les chantiers qui se font plus rares. Enfin, les opérateurs font également face à la concurrence du « travail au noir » et à la montée du « faire soi-même » par les particuliers grâce à la disponibilité de produits plus faciles à installer.

Le coût de la main d'œuvre qui est plus élevé au Danemark et plus faible en Italie se répercute fortement sur les coûts de production des plaques de plâtre ainsi que sur le prix fourni-posé des cloisons. En effet, les ressources papier et gypse représentent seulement 20% et 15% du coût de production des plaques de plâtre⁷⁹ et en France par exemple, une cloison fourni-posé se compose principalement de main d'œuvre : 65% contre 35% de part produit⁸⁰. Ainsi, les prix danois sont plus élevés qu'en France pour les prix des plaques en sortie de négoce et des cloisons « fourni/posé ». A l'opposé, l'Italie présente des coûts de production et de pose plus faibles. De plus, il semble que le marché y est particulièrement saturé avec 5 fabricants principaux et 6 sites de production. Au cours des deux dernières années, une baisse des commandes dans le secteur de la construction a provoqué une baisse des prix suite à la compression des marges réalisées par l'ensemble de la filière soumise à une concurrence accrue.

⁷⁹ Source : Lafarge Plâtre, Rapport annuel 2009

⁸⁰ Source : UNEP (Union Nationale des Entrepreneurs Plâtriers, plaquistes, staffiers et stucateurs)

5.5.3.6. REGLEMENTATIONS

Tous les pays de l'étude se conforment à des normes équivalentes et assimilables aux classes européennes. Pour la protection contre les incendies, les plaques de plâtre les plus couramment utilisées dans chaque pays sont toutes conformes à la classe A2S1D0 qui correspond à l'exigence réglementaire française M0 de :

- Quantité et dégagement faibles de fumées,
- Pas de goutte ou débris enflammés.

Pour l'isolation phonique, les seuils sont harmonisés sur la gamme 50-53dB selon la norme allemande DIN4109 ou encore la RT2005 en France.

L'homogénéité des réglementations quant aux propriétés minimales des plaques de plâtre permet véritablement aux industriels européens de se baser sur un modèle commun disponible dans les quatre pays de l'étude comme le produit standard. La valeur ajoutée des industriels est créée par le développement de produits nationaux à propriétés améliorées spécifiques vendues comme produits de meilleure qualité.

5.5.4. SYNTHESE

<u>Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP</u>		<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
Danemark	1,6	- Coût élevé de la main d'œuvre impactant le coût de la production et de la pose - Concentration des négoces par rapport à l'Italie	NA
France	1	- Concentration des négoces par rapport à l'Italie - Coût de main d'œuvre plus élevée qu'en Italie	NA
Italie	0,85	NA	- Concurrence accrue des négoces au niveau local - Coût de la main d'œuvre faible
Allemagne	NA	Prix non identifiés avec précision	

Figure 11 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix « fourni/posé » pour les cloisons

5.6. FENÊTRE

5.6.1. CHOIX DE LA FENETRE DE REFERENCE

5.6.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

Les trois principales différences techniques entre les fenêtres sont :

- Le vitrage
- Le matériau d'encadrement
- La lame de gaz

Le vitrage et la lame de gaz, ainsi que le design de la fenêtre, influencent le coefficient de transmission thermique U_w , exprimé en W/m^2K et donc la performance du vitrage. Plus la valeur de U_w est faible, plus la fenêtre est performante. Une valeur de 1,3 W/m^2K pour le coefficient de transmission thermique de la fenêtre est un bon compromis entre les exigences en termes de performance et les régions climatiques.

Le vitrage principalement utilisé dans tous les pays de l'étude est le double vitrage. Plus précisément, le modèle comportant 2 lames de verre de 4mm d'épaisseur et une lame d'air ou de gaz de 16mm d'épaisseur avec une couche de faible émissivité est généralisé dans tous les pays.

Les principaux matériaux des fenêtres sont le PVC, le matériau meilleur marché et l'aluminium et le bois, les matériaux les plus chers. Il existe également des fenêtres composites (ex. bois/aluminium).

Le marché de la fenêtre en PVC est dominant en France et en Allemagne alors que l'Italie et le Danemark ont une tradition de fenêtres en bois en raison du rendu esthétique et de leur meilleure réputation. La pénétration moyenne de la fenêtre PVC n'excède pas 20% du marché italien⁸¹ et 10% du marché danois⁸², alors qu'elle est d'environ 60% en France⁸³ et en Allemagne⁸⁴.

⁸¹ Source : ALPHACAN ITALIE

⁸² Sources : VELFAC ; maximum de 10% de pénétration de marché de la fenêtre PVC ; SCHÜCO DANEMARK ; 1 à 5% de pénétration de marché de la fenêtre PVC.

⁸³ Source : UFME (France)

⁸⁴ Source : VFF : Verband Fenster + Fassade

Pour la lame de gaz, l'Italie et la France utilisent majoritairement des fenêtres à lame d'air alors que l'Allemagne et le Danemark utilisent quasi-exclusivement des lames d'argon, plus adaptées à leur climat.

80% du processus de fabrication de la fenêtre est automatisé et la production d'une fenêtre requiert une moyenne de 3h avec un minimum d'1h pour les usines les plus performantes. L'envoi de la commande de fabrication des fenêtres est réalisé via informatique : le menuisier enregistre les paramètres mesurés et la fabrication automatique est lancée dès le lendemain.

5.6.1.2. FENETRES LES PLUS COURANTES DANS CHAQUE PAYS

Fenêtres les plus courantes dans chaque pays	
France	• PVC double-vitrage 4-16-4mm • Lame d'air • Couche de faible émissivité • $1,4 < U < 2 \text{ W/m}^2\text{K}$
Italie	• Bois double-vitrage 4-16-4mm • Lame d'air ou d'argon • Couche de faible émissivité • $U : 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ pour lame d'air • $1,1 < U < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ pour lame d'argon
Allemagne	• PVC double-vitrage 4-16-4mm • Lame d'argon • Couche de faible émissivité • $U < 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Danemark	• Bois ou bois/aluminium double-vitrage 4-16-4mm • Lame d'argon • Couche de faible émissivité • $U < 2 \text{ W/m}^2\text{K}$



Equipement de référence pour les fenêtres	✓ PVC double-vitrage 4-16-4mm ✓ Lame d'air ✓ Couche de faible d'émissivité, ✓ $U : 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
--	---

Tableau 14 : Fenêtres de référence

5.6.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays	Type de lame	U (W/m²K)	Dimensions	Matériau	Prix	Prix	Prix	Indice de prix fourni-posé	
					fabricant	Pose (*)	Fourni-posé facturé	Non-harmonisé	Harmonisé INP
Danemark	Argon	1,2-1,3	1,33m x 1,48m	PVC ⁸⁵	400-450 (270-310)	<i>Construction opaque des prix ne permettant pas d'identifier le prix de la pose.</i>	790-850 (540-580)	2	1,5
				aluminium ⁸⁶	650 (450)		1000 (690)	2,4	1,9
France ⁸⁷	air	1,3-2	1,5m x 1,2m	PVC	280 (245)		410 (360)	1	1
				bois	400 (350)		-	-	-
				aluminium	590 (520)		-	-	-
Allemagne	Argon	1,3	1,3m x 1,3m	PVC ⁸⁸	210 (200)	50 (47)	260 (250)	0,63	0,7
		1-1,1		Bois/aluminium ⁸⁹	350 (330)	50-70 (45-65)	400-420 (375-395)	1	1,1
Italie ⁹⁰	air	1,3	1,5m x 1,3m	PVC	425-470 (400-450)	70 (65)	495-540 (465-515)	1,26	1,36

Les prix sont indiqués en € HT ; les valeurs entre parenthèse sont harmonisées sur l'INP. Seuls les prix en gras correspondent aux matériaux de référence, les autres sont présents à titre indicatif.

Tableau 15: Synthèse des prix des fenêtres PVC

⁸⁵ Sources : SCHÜCO DANEMARK

OBS Company Ltd Construction

⁸⁶ Source : SCHÜCO DANEMARK

⁸⁷ Source : UFME (France). Etude 2008 auprès de plus de 100 fabricants et 1500 entreprises artisanales de fabrications et/ou pose.

⁸⁸ Sources : VFF (Association allemande des fenêtres). Etude fin 2009 auprès de différentes sources, fabricants et installateurs.

Source : VELFAC ; Le contact indique un prix de pose égal à 15-20% du prix fabricant.

Source : FINSTRAL Italie ; prix de pose égal à 15% du prix fabricant ;

Une disparité forte de prix a été communiquée : de 200€ HT fourni-posé à 550€ HT pour la fenêtre seule.

DRAFT

Pays	Type de lame	Coefficient U (W/m²K) (*)	Matériau	Prix/m²	Indice de prix	
				fabricant	Non- harmonisé	Harmonisé INP
Danemark	Argon	1,2-1,3	PVC	205-230 (140-160)	1,4	1,1
			Aluminium	330 (230)	2,1	1,7
France	air	1,4-2	PVC	155 (135)	1	1
			Bois	220 (190)	1,4	1,4
			Aluminium	330 (290)	2,1	2,1
Allemagne	Argon	1,3	PVC	125 (120)	0,8	0,89
		1-1,1	Bois/aluminium	210 (200)	1,35	1,5
Italie	air	1,3	PVC	220-240 (210-230)	1,5	1,6

Les prix sont indiqués en € HT ; les valeurs entre parenthèse sont harmonisées sur l'INP. Seuls les prix en gras correspondent aux matériaux de référence, les autres sont présents à titre indicatif.

Tableau 16 : Synthèse des prix des fenêtres PVC ramenés au m²

Après harmonisation par les indices de niveau de prix et à surface égale, le prix des fenêtres en France est très proche des prix identifiés en Allemagne et au Danemark (cf. tableau 16). Seul les prix en Italie sont plus élevés, notamment car le PVC ne représente qu'une part mineure du marché transalpin - inférieure à 20%. Par ailleurs, il est important de souligner qu'il existe au sein du pays une très grande variation des prix pour cet équipement. Les différences de coût de la main d'œuvre désavantagent le Danemark pour les prix « fourni-posé » et avantagent l'Allemagne.

Le prix apparent de la pose en France et au Danemark est plus élevé qu'en Italie et en Allemagne en raison des chaînes de valeur intégrées permettant une opacité plus grande des prix et des marges supérieures des fabricants.

Il convient également de noter que les industriels danois et allemands ont déjà généralisé les fenêtres à lame d'argon et que les performances y sont globalement supérieures aux autres pays de l'étude.

5.6.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.6.3.1. CHAÎNE DE VALEUR

La fabrication du verre float composant la fenêtre n'est pas prise en compte dans le cadre de cette étude. En effet, bien que le verre représente environ 20% du prix d'une fenêtre, ce marché oligopolistique et mondial n'induit pas de différences de prix significatifs entre les quatre pays de l'étude.

Il existe ensuite 4 chaînes de valeur différentes⁹¹ sur le marché du logement collectif :

- Fabrication pose chantier
- Vente directe chantier
- Vente directe à des menuisiers poseurs indépendants
- Vente aux négoce

La « Fabrication pose chantier » domine le marché Français du logement collectif neuf⁹², tout comme au Danemark. Dans ce schéma, les entreprises de menuiserie sont intégrées verticalement et prennent en charge à la fois la

⁹¹ Source : UFME (France)

⁹² Exemple : En France, le premier circuit de distribution « fabrication pose chantier » est le plus répandu avec 64% des chantiers collectifs neufs. La vente directe à des menuisiers poseurs indépendants représente 15% des circuits empruntés (Source : UFME, 2008).

fabrication et la pose des fenêtres. Cette chaîne de valeur intégrée semble induire une opacité plus grande dans le processus de formation du prix et favoriser une augmentation des niveaux de marge pour les fabricants.

5.6.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

Le marché des fenêtres, de la fabrication à la pose, compte une multitude d'acteurs locaux voire nationaux, rarement internationaux⁹³ et ce, dans tous les pays de l'étude. Les fabricants en amont représentent généralement plusieurs centaines de sociétés et on peut dénombrer plusieurs milliers de poseurs.

On observe par exemple, en France, 250 à 300 fabricants sur le marché des fenêtres dominé par une dizaine d'industriels tels Lapeyre, Tryba, Grosfillex, Bouvet et Pasquet⁹⁴, ainsi que des sociétés plus spécialisées sur le segment du logement collectif comme Les Zelles⁹⁵ (les 10 premières entreprises détiennent plus de 60% de parts de marché). La situation concurrentielle des fabricants est relativement similaire dans les autres pays de l'étude pour les fenêtres majoritaires de chaque pays. Au Danemark, marché dominé par les fenêtres en bois, une dizaine de grandes entreprises spécialisées dans ce type de matériau dominant le marché⁹⁶.

Il convient toutefois de différencier l'environnement concurrentiel pour les matériaux minoritaires. On note en Italie, par exemple, très peu d'acteurs positionnés sur le marché des fenêtres PVC, ce qui peut expliquer le prix plus élevé de cet équipement⁹⁷.

Le rôle plus important des poseurs indépendants en Allemagne et en Italie semble induire une concurrence en aval plus forte, avec de nombreux acteurs locaux (plus de 40 000 poseurs potentiels en Italie par exemple⁹⁸), très majoritairement de petite taille (90% d'entreprises de moins de 20 personnes en Allemagne⁹⁹). Cette concurrence plus forte peut expliquer les prix de pose plus faibles dans ces deux pays.

⁹³ Le marché français des fenêtres est auto-suffisant : l'importation de fenêtres PVC n'est que de 2,5% en France.

⁹⁴ Source : UFME (France)

⁹⁵ Source : Travaux de menuiseries, XERFI, 2010

⁹⁶ Source : SCHÜCO DANEMARK

⁹⁷ Source : FINSTRAL ITALIE

⁹⁸ Source : ALPHACAN ITALIE

⁹⁹ Source : VFF (Association allemande des fabricants de fenêtres et façades)

5.6.3.3. MATURITE

Cf. 5.6.1.1. Différences techniques

5.6.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Cf. 5.6.1.1. Différences techniques

5.6.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

La formation des prix est donc très différente entre le système observé en France et au Danemark et celui observé en Italie et en Allemagne.

Les entreprises intégrées françaises et danoises calculent le prix final en ajoutant le prix de l'équipement et le coût de la main d'œuvre et en y appliquant un pourcentage assurant la marge et les frais de fonctionnement (généralement entre 20 et 35%)¹⁰⁰. Les prix sont donc généralement « fourni-posé » et ne permettent pas de faire le *distinguo* entre prix de pose et prix d'équipement.

En Italie et en Allemagne, à l'inverse, les devis proposent un prix d'équipement et un prix de la pose de manière séparée¹⁰¹. Ce dernier peut être calculé comme un coût fixe (50€ HT par exemple en Allemagne) ou en pourcentage du prix de la fenêtre (entre 15% et 20% du prix de la fenêtre généralement¹⁰²).

Au global, les prix de pose français et danois sont plus élevés bien que n'apparaissant pas sur les devis. Par ailleurs, il faut savoir que les prix de pose danois sont également plus élevés en raison du coût de la main d'œuvre qui peut atteindre jusqu'à 80€/h HT¹⁰³, contre 20€/h à 35€/h en France. Les cadences pourraient également induire des variations (jusqu'à six fenêtres peuvent être posées par jour en France et souvent moins au Danemark).

Il convient de noter que les prix évoqués dans cette étude, qui correspondent uniquement aux prix sur le segment du logement collectif neuf, sont fortement inférieurs aux prix moyens du marché total. En effet, les coûts sur le segment de la rénovation - 70% du marché - sont plus élevés, notamment en raison d'une part plus élevée de main d'œuvre nécessaire.

¹⁰⁰ Sources : VFF (Association allemande des fabricants de fenêtres et façades)

¹⁰¹ Sources : VELFAC;

¹⁰² Source : FINSTRAL ITALIE

¹⁰³ Source : SCHÜCO DANEMARK

5.6.3.6. REGLEMENTATION

Les réglementations fixent des valeurs maximales U du coefficient de transmission thermique.

Ces valeurs diffèrent d'un pays à l'autre et s'échelonnent d'un maximum de 2,6 W/m²K pour la France à un minimum de 1,3 W/m²K en Allemagne. Ces valeurs peuvent également varier à l'intérieur même d'un pays. L'Italie a notamment défini 6 régions climatiques différentes et a mis en place des valeurs maximales adaptées à chaque région.¹⁰⁴ Le Nord de l'Italie se caractérise ainsi par l'utilisation de fenêtres à triple vitrage avec une valeur U_w autour de 1 W/m²K alors que les autres régions restent en double vitrage avec des valeurs U_w entre 1,1 et 1,3 W/m²K.

Les performances les plus courantes dans chaque pays (cf. tableau 14) se situent au-dessus des exigences réglementaires afin de répondre aux besoins en termes d'isolation et de confort suivant les climats dominants. Ainsi, même si la valeur réglementaire maximale en France est de 2,6 W/m²K, la majorité des fenêtres posées en 2008 ont des performances entre 1,4 et 2 W/m²K¹⁰⁵. De même, pour le Danemark, où les exigences réglementaires ont été abaissées à 1,8 W/m²K en janvier 2011 (elles étaient de 2 W/m²K jusqu'au 31 décembre 2010), les coefficients thermiques se situent généralement dans la gamme 0,8-1,3 W/m²K¹⁰⁶. Il en est de même en Allemagne où il existe une demande forte pour des fenêtres très performantes.

Dans les pays étudiés, il n'existe ni subvention ni crédit d'impôt dans la construction neuve.

L'activité du marché français des fenêtres est soutenue par la rénovation avec 70% des fenêtres posées contre seulement 30% destinées à la construction neuve. Ainsi, la possibilité de crédits d'impôt dans les logements de plus de 2 ans en France (15% de crédit d'impôt) pour l'installation de fenêtres avec U_w inférieurs à 1,4 W/m²K pousse les consommateurs dans ce sens. L'Italie dispose également de mesures incitatives pour les rénovations.

¹⁰⁴ Source : Requisiti energetici degli edifici, Allegato C, 1-2-2007 (annexe C du texte de loi italien sur les exigences énergétiques) ; L'annexe définit des valeurs U_{max} allant de 1,3 W/m²K à 3,7 W/m²K pour les 6 régions climatiques des plus froides aux plus chaudes.

¹⁰⁵ Source : UFME (France)

¹⁰⁶ Source : SCHÜCO DANEMARK
VELFAC

5.6.4. SYNTHÈSE

<u>Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP</u>		<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
Danemark	1,5	- Chaîne de valeur intégrée permettant un construction opaque des prix et des marges fabricants importantes - Généralisation des lames d'argon	NA
Italie	1,4	Faible présence des fenêtres PVC sur le marché	- Concurrence avale permettant des prix de pose faibles - Fenêtres à lame d'air
France	1	Chaîne de valeur intégrée permettant un construction opaque des prix et des marges fabricants importantes	Fenêtres à lame d'air
Allemagne	0,7	Fenêtres à lame d'argon	Concurrence avale permettant des prix de pose faibles

Notes : Les fenêtres sont parfois de tailles légèrement différentes. Le prix des fenêtres au m² est très similaire au Danemark, en Allemagne et en France. La différence se fait essentiellement sur le prix de la pose. Il existe peu de fenêtres PVC au Danemark et en Italie. Les fenêtres danoises et allemandes sont à lames d'argon et les fenêtres françaises et italiennes à lames d'air.

Figure 12 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour des fenêtres PVC

5.7. POMPE À CHALEUR

5.7.1. CHOIX DE LA POMPE A CHALEUR DE REFERENCE

5.7.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

Les pompes à chaleur air-air réversibles permettent d'assurer le chauffage et la climatisation de l'air intérieur. Les systèmes air-air sont composés d'une unité extérieure chargée d'extraire la chaleur ou le froid et d'unités intérieures pour leur redistribution. Lorsqu'il y a plusieurs unités intérieures, il s'agit d'un multi-split. Un système air-air individuel tri-split est le plus commode pour équiper un logement.

Les pompes à chaleur air-eau sont surtout destinées au chauffage et parfois aussi à l'eau chaude sanitaire.

Le marché italien est peu développé : environ 28 000 PAC vendues en 2008 par rapport à 77 000 en Allemagne (soit 2,75 fois plus) et 158 000 en France (soit 5,6 fois plus). Les marchés français et italiens sont positionnés sur l'aérothermie air-air et air-eau avec une pénétration de marché de la PAC air-air à 90% en France¹⁰⁷ alors que l'Allemagne se positionne à parts égales sur l'aérothermie air-eau et la géothermie avec 52% et 48% respectivement en 2010¹⁰⁸. Les PAC air-air y sont très peu répandues. Le marché allemand des PAC air-eau individuelles, plus coûteuses que les PAC air-air, se positionne principalement sur les maisons individuelles.

La pose dans le cadre de la construction neuve d'une pompe à chaleur air-air est beaucoup plus simple que celle d'une pompe à chaleur air-eau étant donné qu'il n'y a pas de raccordement hydraulique à effectuer. Elle est relativement simple par rapport à la rénovation. Elle nécessite un à deux jours et fait intervenir deux corps de métier séparés :

- les installateurs chauffagistes pour l'installation de la PAC et son raccordement au réseau de chauffage
- les électriciens pour le raccordement au réseau électrique.

¹⁰⁷ Source : UNICLIMA ;

¹⁰⁸ Source : BdH Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (German association of heating manufacturers); Bundesverband wärmepumpe e.V.(German association of heat pump association)

5.7.1.2. POMPE A CHALEUR DE REFERENCE

Matériau le plus courant pour les Pompes à Chaleur	
France	• Pompe à Chaleur individuelle air/air réversibles tri-split avec 2,5-3kW/split
Italie	• Pompe à Chaleur individuelle air/air réversibles tri-split avec 2,5-3kW/split
Allemagne	• Pompe à Chaleur individuelle air/eau de puissance totale 7,5-9kW
Danemark	• Réseau de chaleur urbain



Matériau de référence pour la maçonnerie	✓ Pompe à Chaleur individuelle air/air tri-split avec 2,5-3kW/split avec un COP de 3,5
	OU ✓ Pompe à Chaleur individuelle air/eau de puissance totale 7,5-9kW

Tableau 17: Pompe à chaleur de référence

5.7.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays	Type de PAC	Prix			Indice de prix fourni-posé	
		installateur	pose	fourni posé	Non harmonisé	Harmonisé INP
Italie ¹⁰⁹	Air-air	2000-2100 (1900-2000)	750-1050 (720-990)	2900-3000 (2500-2650)	0,79	0,79
France ¹¹⁰	Air-air	2600-3200 (2250-2800)	850 (750)	3450-4050 (3000-3550)	1	1
Allemagne ¹¹¹	Air-eau	5150 (4850)	2200-3000 (2050-2800)	7350-8150 (6950-7700)	2,07	2,2
	Air-air	2200-3050 (2000-2900)	750 (700)	2900-3700 (2700-3500)	0,88	0,95

Les prix sont indiqués en € HT ; les valeurs entre parenthèses correspondent aux prix indexés sur l'INP

Les PAC air-air sont des systèmes tri-split de puissance totale 7,5-10kW

Les PAC air-eau sont des systèmes de puissance totale 7,5-10kW

Tableau 18 : Synthèse des prix des PAC

¹⁰⁹ Source : COAER (Association italienne des fabricants d'équipement de climatisation ;

¹¹⁰ Source : NEOSUN ; Daikin (positionnement haut de gamme) tri-split de puissance totale 7,5kW : 3100-3200€ HT seule et 3950-4050€ HT fourni-posé

¹¹¹ Sources: Outlook 2009 European Heat Pump Statistics, Report from the EUROPEAN HEAT PUMP ASSOCIATION
IZW e.V., (Information Centre on Heat Pumps and Refrigeration); PAC de 10kW
VIESSMANN GERMANY

Après harmonisation par les indices de niveau de prix, la France présente des prix similaires avec l'Allemagne et supérieurs à l'Italie pour les PAC air-air en raison de prix italiens plus faibles de l'équipement.

Ceci pourrait être dû à une concurrence accrue en Italie entre les réseaux de distribution directe et indirecte permettant aux installateurs d'acquérir le matériel à moindre coût et de valoriser la main d'œuvre en construisant le prix-fourni posé. D'un autre côté, la situation locale d'oligopole des installateurs français et allemands leur permet de pratiquer des marges élevées, aussi bien sur la pose que sur l'équipement dont, suivant leur discours commercial, le prix élevé est justifié par la qualité.

Le surcoût allemand des PAC air-eau s'explique par un système plus complexe par rapport à la PAC air-air ainsi que par la nécessité d'une main d'œuvre plus importante, notamment pour réaliser les liaisons hydrauliques. De plus, l'ampleur du marché des PAC air-air est internationale alors que celle des PAC air-eau est européenne et permet une économie d'échelle moindre.

5.7.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.7.3.1. CHAÎNE DE VALEUR

En France, le marché des PAC air-air est majoritairement indirect avec un réseau de distribution entre le fabricant et l'installateur¹¹² alors que le marché italien semble plus équilibré entre réseau direct et indirect. Par contre, le marché allemand des pompes à chaleur air-eau est caractérisé par un réseau de distribution direct.¹¹³ Cela est particulièrement vrai pour les modèles de grande puissance pour l'installation de chaufferie collective dans un immeuble résidentiel collectif.

Le surcoût d'une PAC air-eau par rapport à une PAC air-air est expliqué par des ampleurs de marché différentes. Le marché des PAC air-air est international, notamment avec des fabricants comme Daikin, Mitsubishi, Hitachi et Samsung notamment car les coûts de production sont plus avantageux en

¹¹² Sources : UNICLIMA

Outlook 2009 European Heat Pump Statistics, Report from the EUROPEAN HEAT PUMP ASSOCIATION

¹¹³ Sources: Outlook 2009 European Heat Pump Statistics, Report from the EUROPEAN HEAT PUMP ASSOCIATION

IZW e.V., (Information Centre on Heat Pumps and Refrigeration)
VIESSMANN GERMANY

Asie.¹¹⁴ Les fabricants des PAC air-eau sont des industriels européens qui couvrent les besoins des quatre pays de l'étude. En particulier, les acteurs présents sur le marché allemand sont par exemple les entreprises allemandes Dimplex, Alpha-Innotec, Stibel-Eltron, Klima-Innovativ, Viessmann, le groupe japonais Daikin, le groupe français CIAT ou encore l'industrie irlandaise Ochsner.¹¹⁵ Les PAC air-air sont des produits internationaux de très grandes séries avec quelques millions d'unités produites dans le monde chaque année contre moins d'un demi-million de PAC air-eau en Europe.

5.7.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

Le prix des PAC reste élevé en France et en Allemagne en raison du faible développement de la filière. En France, on dénombre environ 70 000 plombiers-chauffagistes potentiellement installateurs de PAC. Il y a environ 50 000 chauffagistes et 50 000 électriciens en Allemagne où la concurrence se positionne entre la filière PAC et les filières de chauffage au gaz et au fioul.

Les industriels du chauffage, principalement positionnés sur le marché des chaudières, exercent un frein au développement de la filière des PAC. Les chauffagistes dépendent entièrement de ces industriels et subissent leur lobby sur les chaudières au détriment des PAC plus onéreuses.

Une situation oligopolistique au niveau locale est présente au niveau des installateurs français et allemands. Bien que leur nombre ne fasse pas défaut, ils ne souffrent pas d'une concurrence très forte du fait de la valorisation du savoir-faire de la pose et de l'obtention des licences associées. Cette situation est d'autant plus importante du fait que peu d'installateurs possèdent la certification délivrée par l'EHPA (European Heat Pump Association), par exemple, alors qu'elle est recherchée par les consommateurs.

Ainsi, les installateurs surtaxent les équipements et la main d'œuvre comme par exemple avec un taux horaire allant jusqu'à 80€ HT/personne aussi bien en France qu'en Allemagne. Une pompe à chaleur air-eau de 10kW facturée à environ 5550€ HT indexé sur l'INP en Allemagne est estimée à un coût de 3350-4200 € HT dans le cas fictif de conditions raisonnables de ventes.¹¹⁶

5.7.3.3. MATURITE

Cf. 5.7.1.1. Différences techniques

¹¹⁴ Source : CO.AER (Association italienne des fabricants d'équipements aérauliques).

¹¹⁵ Source : IZW e.V., (Information Centre on Heat Pumps and Refrigeration)

¹¹⁶ Source : IZW e.V., (Information Centre on Heat Pump and Refrigeration)

5.7.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Les PAC air-air et air-eau présentent des différences de prix significatives qui permettent d'expliquer le prix plus élevé de la PAC air-eau très présente en Allemagne. En effet, non seulement l'équipement est plus coûteux mais la main d'œuvre nécessaire est aussi plus importante.

5.7.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

En France, le marché des PAC est actuellement en difficulté. Les marges prises par les négociants ont été reportées comme faibles avec par exemple une marge nette inférieure à 6%.¹¹⁷ Les PAC requièrent notamment un complément d'accompagnement et de formation de la part des négociants envers les installateurs. Cet accompagnement a un poids financier qui s'associe aux conjonctions défavorables de la filière pour comprimer les marges réalisées par les intermédiaires. Cependant, une marge plus importante serait appliquée par les installateurs qui valorisent notamment la qualité de l'équipement.

La situation est différente en Allemagne : le marché des pompes à chaleur représente 20-30% des nouvelles constructions. En effet, l'investissement financier est moindre par rapport à la mise en place d'un réseau complet de raccordement au gaz avec chaudière gaz à condensation.

5.7.3.6. REGLEMENTATION

En France, bien qu'il n'y ait plus de crédit d'impôt pour les pompes à chaleur air-air depuis 2009, il subsiste des crédits d'impôt à hauteur de 22% pour les PAC air-eau.

A la suite de la mise en place du crédit d'impôt de 50% pour encourager le développement du marché, la filière a été victime d'une contre-performance qui explique aujourd'hui les difficultés auxquelles elle doit faire face. En effet, le crédit d'impôt a été détourné dans le gonflement des marges d'entreprises opportunistes dont le savoir-faire dans le domaine du conseil, de la pose et de l'entretien des PAC était insuffisant.¹¹⁸ La filière pâtit aujourd'hui des conséquences des retours d'expérience négatifs.

Un consensus semble s'être dessiné pour la suppression des crédits d'impôt et plus largement des mesures incitatives. Une alternative au crédit d'impôt basé sur un certain pourcentage du prix de l'équipement serait un crédit d'impôt à valeur fixe.

¹¹⁷ Source : FNAS Fédération des Négociants en Appareils Sanitaires, chauffage, climatisation et canalisation

¹¹⁸ Source : FNAS Fédération des Négociants en Appareils Sanitaires, chauffage, climatisation et canalisation

En Allemagne, ce phénomène n'a pas eu lieu en raison des subventions plus faibles et de plus courtes durées mises en place dans le passé. En effet, le montant de la subvention n'excédait pas 1300€ et exigeait l'installation d'un système de mesure de la production d'électricité valant 800€. Le gain financier final peu attractif n'a suscité qu'une augmentation des ventes d'environ 40 000 à 60 000 pièces puis à une retombée à 50 000 pièces sur 3 ans de 2007 à 2009.

5.7.4. SYNTHÈSE

<u>Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP</u>		<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
France	1	• Lobby des industriels du chauffage • Manque de concurrence locale des installateurs • Anciennes mesures incitatives	• Marché en difficulté
Allemagne	0,95	• Lobby des industriels du chauffage • Manque de concurrence locale des installateurs	• Anciennes mesures incitatives peu avantageuses
Italie	0,79	• Lobby des industriels du chauffage	• Concurrence accrue entre réseau de distribution directe et indirecte
Danemark	NA	Utilisation du réseau de chaleur urbain.	

Figure 13 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour les pompes à chaleur Air-Air

La filière française est en difficulté suite aux contre-performances causées par l'effet d'opportunisme lié au crédit d'impôts. Les mesures incitatives avantageuses ont permis de faire croître le marché français des PAC de manière très importante au détriment de la qualité des installations. Cela n'a pas eu lieu en Allemagne en raison du faible avantage financier proposé par le gouvernement. Un redressement de la filière passerait par une exigence accrue en termes de qualification concernant la pose des PAC ainsi que par une adaptation éventuelle des mesures incitatives.

5.8. VENTILATION

5.8.1. CHOIX DE LA VENTILATION DE REFERENCE

5.8.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

Il existe deux types de ventilation mécanique :

- La ventilation simple flux qui consiste à renouveler l'air du logement en le mettant en dépression afin de provoquer une entrée d'air extérieur à travers des ouvertures pratiquées au-dessus des fenêtres par exemple,
- La ventilation double flux qui consiste en l'extraction de l'air intérieur et l'insufflation simultanée d'air extérieur. La récupération de chaleur de l'air sortant permet de réchauffer l'air entrant en hiver ou de le rafraîchir en été. Les écarts de température entre l'air entrant et la température intérieure du logement sont donc minimisés. L'air entrant est également filtré.

Ainsi, la ventilation simple flux nécessite l'installation de conduits d'aération et d'un caisson d'extraction contenant un ventilateur. La ventilation double flux, qui est un système plus complexe, requiert non seulement deux conduits d'aération séparés et deux systèmes de soufflerie, à savoir l'extraction et l'insufflation mais aussi des éléments complémentaires tels un système de filtrage de l'air entrant et un échangeur à plaque pour la récupération de chaleur.

Le Danemark, ayant généralisé la ventilation double flux à plus de 90% dans les logements collectifs, est le pays le plus avancé alors que la ventilation naturelle reste à ce jour la plus répandue en Allemagne dans le résidentiel collectif, qu'elle soit réalisée en ouvrant les fenêtres ou par des conduits sans ventilation mécanique. Les nouvelles constructions sont de plus en plus souvent équipées d'une ventilation mécanique simple flux et la ventilation double flux est très peu employée.¹¹⁹

En France, la ventilation simple flux est utilisée à plus de 60% dans les logements collectifs. La pénétration de marché de la ventilation double flux, qui n'excède pas 5%, jouit d'une montée en réputation de meilleure technologie déjà exploitée dans les PassivHaus allemandes à hautes performances énergétiques. Les fabricants ainsi que les installateurs se préparent donc à cette demande grandissante. La pénétration de marché pourrait atteindre 10 à 15% à horizon 3 ans avec une croissance annuelle de plus de 40%.¹²⁰

¹¹⁹ Source : Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. (Professional Institute for AirConditioning in Buildings).

¹²⁰ Source : ALDES FRANCE

Enfin, la pénétration de la ventilation mécanique est extrêmement réduite en Italie où la ventilation reste naturelle. Ce pays a donc été exclu de l'analyse.

Pour anticiper la RT2012, la ventilation double flux est mise en avant comme un équipement plus performant en termes d'efficacité énergétique. Cependant, les acteurs du marché soulignent que sa vocation première n'est pas l'économie d'énergie de chauffage mais l'amélioration de la qualité de l'air et du confort des logements. En effet, la récupération de chaleur évite les courants d'air inconfortants et le filtrage de l'air entrant accroît la pureté de l'air intérieur.

Ainsi, en parallèle avec la RT2012 qui vise à réduire la consommation énergétique, le secteur de la construction se tourne également vers une meilleure qualité de vie.

5.8.1.2. VENTILATIONS LES PLUS COURANTES DANS CHAQUE PAYS

Systèmes de ventilation les plus courants dans chaque pays	
France	• Système de ventilation mécanique contrôlée simple flux hygroréglable
Italie	• Ventilation naturelle
Allemagne	• Système de ventilation simple flux
Danemark	• Système centralisé de ventilation double flux avec récupération de chaleur



Équipement de référence pour la ventilation	✓ Système centralisé de ventilation double flux avec récupération de chaleur
	OU
	✓ Système de ventilation simple flux

Tableau 19 : Systèmes de ventilation de référence

5.8.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays	Ventilation simple flux			Ventilation double flux			Débits d'air totaux minimum (m3/h)
	Prix fourni-posé	Indice de prix fourni-posé		Prix fourni-posé	Indice de prix fourni-posé		
		Non harmonisé	Harmonisé INP		Non harmonisé	Harmonisé INP	
Allemagne ¹²¹	1250-3350 (1180-3170)	2,9	3,1	5050-6700 (4770-6330)	2,1	2,3	115
Danemark ¹²²	1350-2650 (925-1830)	2,5	2	4050-5450 (2780-3700)	1,7	1,3	126
France ¹²³	700-900 (610-790)	1	1	2500-3000 (2190-2630)	1	1	60

Les prix sont indiqués en € HT/ logement ; les valeurs entre parenthèse sont harmonisées sur l'INP.

Tableau 20 : Synthèse des prix des systèmes de ventilation par logement

¹²¹ Source: Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. (Professional Institute for AirConditioning in Buildings). Ces valeurs sont fournies pour une installation typique dans un résidentiel individuel. Cependant, la différence de prix avec une installation dans un résidentiel collectif est qualifiée de faible par le contact.

¹²² Source : EXHAUSTO DANEMARK

¹²³ Source : ALDES FRANCE; Le contact a fourni les valeurs pour une ventilation double flux décentralisée, appelée aussi répartie. La main d'œuvre est estimée à 30% du prix fourni-posé
DALKIA; Le contact confirme la même gamme de prix pour une ventilation double flux centralisée, plus commune dans les constructions neuves.

Après harmonisation par les indices de niveau de prix, la France présente les prix les moins élevés par rapport à l'Allemagne et au Danemark, aussi bien sur la ventilation simple flux que double flux.

Ces différences s'expliquent principalement par les exigences réglementaires plus importantes au Danemark et en Allemagne qui entraînent l'installation d'équipements plus coûteux et également par les climats plus rigoureux dans ces pays qui exigent des travaux de finition et d'isolation des conduits d'aération plus importants. On note également une faible maturité de la ventilation mécanique en Allemagne où la ventilation naturelle joue toujours un rôle important.

Il est à noter que la ventilation double flux est une installation visant à augmenter le confort d'habitation et la qualité de l'air intérieur. Selon les retours d'expériences actuels, la ventilation double flux ne permet pas d'augmenter l'efficacité énergétique des logements en raison du défaut d'étanchéité des bâtiments. Cependant, cela est amené à changer avec une future amélioration de la qualité des nouvelles constructions.

5.8.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.8.3.1. CHAÎNE DE VALEUR

Deux canaux de distribution sont possibles :¹²⁴

- les équipements de ventilation sont vendus directement par le fournisseur à un installateur spécialisé qui traite ensuite directement avec le consommateur final.
- Les équipements de ventilation sont vendus par le fournisseur à un réseau de négoce. Ces négoce revendent ensuite à des installateurs non spécialisés comme des plombiers et assurent aussi l'apport de conseils et d'informations.

Les deux chaînes de valeurs ne semblent pas présenter de différence notable de coût final au consommateur.¹²⁵ En effet, lorsque l'installation est réalisée par un installateur spécialisé, ce dernier facture la main d'œuvre à un prix plus élevé en valorisant ses compétences. Lorsque l'installation est réalisée par un installateur non-spécialisé, le surcoût engendré par la présence du négoce est compensé par les frais plus faibles liés à l'installation.

¹²⁴ Sources: ALDES FRANCE;
EXHAUSTO DANEMARK

¹²⁵ Source : EXHAUSTO DANEMARK

5.8.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

Il n'existe pas de différence fondamentale de l'environnement concurrentiel entre les différents pays de l'étude.

Dans les trois pays étudiés (France, Allemagne et Danemark), les fabricants d'équipement de ventilation sont composés de quelques grandes entreprises et d'un grand nombre d'entreprises de petites tailles. Pour l'installation, une multitude de petites et moyennes entreprises non-spécialisées ou spécialisées occupent le marché.¹²⁶ Cette concurrence nationale entraîne des prix nationaux homogènes.

Au Danemark, à titre d'exemple, la cinquantaine de fabricants se compose d'une dizaine de grandes entreprises internationales qui détiennent 80% du marché alors qu'une quarantaine de fabricants nationaux détiennent les 20% du marché restant.

Les installateurs présentent une organisation plus atomisée avec 10% des installateurs qui sont des entreprises internationales et 90% qui sont des petites et moyennes entreprises. Ces deux catégories d'acteurs se partagent le marché de l'installation à parts égales.

5.8.3.3. MATURITE

Du fait du manque de maturité de la filière allemande, les quantités produites et vendues en Allemagne sont plus faibles qu'en France, pays particulièrement mature sur la ventilation simple flux. L'Allemagne ne peut donc bénéficier d'une économie d'échelle sur les équipements et présente des coûts très élevés.

En revanche, la maturité de la ventilation double flux au Danemark est traduite par un écart de coefficient multiplicateur faible avec la France (1,3).

5.8.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Le coût d'installation fourni-posé d'une ventilation double flux est supérieur au double de celui d'une ventilation simple flux. La ventilation double flux nécessite tout d'abord de doubler l'équipement et la main d'œuvre nécessaires à la ventilation simple flux. Elle nécessite aussi des éléments supplémentaires tels que l'échangeur thermique et des travaux additionnels d'isolation des gainages et d'évacuation des condensats autour du caisson. Ainsi, aussi bien le coût de

¹²⁶ Source : ALDES France

Fachinstitut Gebäude-Klima e.V. (Professional Institute for AirConditioning in Buildings). Le contact estime que le marché allemand est caractérisé par une trentaine de fabricants et deux milliers d'installateurs.

l'équipement que le coût de l'installation sont multipliés par un coefficient supérieur à deux.

La ventilation double flux a été choisie en tant qu'équipement de référence de par son fort potentiel d'amélioration de l'efficacité énergétique d'un logement. Cependant, les 30% d'économie d'énergie de chauffage généralement annoncées par les calculs théoriques ne peuvent être réalisées que si l'étanchéité du bâtiment est excellente.¹²⁷

5.8.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

Cf. 5.8.3.3.Maturité

Cf. 5.8.3.4. Descriptif technique

5.8.3.6. REGLEMENTATION

En France, la réglementation de la ventilation repose sur deux principes :

- La ventilation doit être générale et permanente
- Elle doit balayer la totalité du logement

Les réglementations française, danoise et allemande fixent des débits minimums à respecter dans la cuisine et les salles d'eau suivant le type de bâtiment. Dans le cas d'un logement collectif, la France fixe des seuils dépendant de la configuration du logement, c'est-à-dire suivant le nombre de pièces alors que le Danemark fixe des seuils dépendants de la surface totale du logement. L'importance de ces seuils (cf. Tableau 21) oblige à l'installation d'une ventilation mécanique dans les logements contrairement à l'Allemagne où une ventilation est obligatoire uniquement lorsque la salle de bain n'est pas dotée de fenêtre. Cependant, dans le cadre d'une installation mécanique, elle impose aussi une équation permettant de calculer les débits seuils pour chaque pièce de la maison suivant sa surface. Des valeurs nominales sont également fournies.

¹²⁷ Sources : ALDES France
DALKIA

Pays	Ventilation	Débits d'air
France ¹²⁸	Mécanique	- WC : 15-30 m³/h - Salle de bain : 15-30 m³/h - Cuisine : 30-135 m³/h suivant les activités de l'utilisateur
Danemark ¹²⁹ (*)	Mécanique double flux	En extraction : - Salle de bain : 54 m³/h - Cuisine : 72 m³/h En insufflation : - Chambre + Salle à manger : 126 m³/h
Allemagne ¹³⁰	Mécanique	- WC : 25 m³/h - Salle de bain : 45 m³/h - Cuisine : 45 m³/h
	Naturelle	- WC : 10-15 m³/h - Salle de bain : 10-15 m³/h - Cuisine : 10-15 m³/h

(*) Pour une surface habitable $\leq 100 \text{ m}^2$ (débits additionnels prescrits pour surfaces $\geq 100 \text{ m}^2$)

Tableau 21 : Synthèse des débits d'air réglementaires

Les seuils stricts danois et allemands sont deux fois plus élevés que les seuils minimums français et impliquent l'utilisation d'équipements de base plus performants comme un ventilateur deux fois plus puissant ainsi que des travaux plus importants sur les conduits d'aération deux fois plus larges. Ceci explique en partie les coûts plus élevés. En effet, les bâtiments danois, par exemple, possèdent une étanchéité très haute nécessitant une ventilation plus performante pour renouveler l'air des logements.

De plus, les climats allemands et danois étant plus froids qu'en France, la mise en œuvre y est aussi plus conséquente avec des travaux d'isolation des gainages et conduits d'aération plus importants.

¹²⁸ Source : Arrêté du 24 mars 1982 modifié le 28 octobre 1983 ; le document détaille les débits d'air minimums en cuisine, salle de bain, WC et autres salles d'eau. Ces débits sont abaissés lors de l'utilisation d'une ventilation mécanique contrôlée hygroréglable à 10 – 35L/s suivant le nombre de pièces composant le logement.

¹²⁹ Sources : EXHAUSTO DANEMARK
Ideemaison.com, VMC: VMC double flux, simple flux, hygroréglable

¹³⁰ Source : DIN 1946-6 :2009-05

Il est à noter que les nouvelles réglementations thermiques en Allemagne et en France, EnEV 2012 et RT2012 respectivement, ne devraient pas modifier les normes spécifiques à la ventilation mais pourraient exiger une meilleure efficacité énergétique. De ce fait, elles sont favorables au développement du marché de la ventilation double flux pour obéir à ces exigences croissantes.

5.8.4. SYNTHÈSE

<u>Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP</u>		<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
Allemagne	2,3	- Faible développement de la ventilation mécanique. - Exigences réglementaires élevées (débit minimaux). - Travaux d'installations importants.	NA
Danemark	1,3	- Exigences réglementaires élevées. - Travaux d'installations importants.	Forte maturité du double flux.
France	1	NA	- Faibles exigences réglementaires (débits minimaux) - Maturité du marché de la ventilation mécanique.
Italie	NA	Pas de ventilation mécanique. Ventilation naturelle encore majoritaire.	

Note : La ventilation naturelle est encore largement utilisée en Allemagne et ce poste de coût est donc souvent négligeable. Les travaux d'installations importants en Allemagne et au Danemark sont dus aux exigences en termes d'isolation des bâtiments.

Figure 14 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour la ventilation double flux

Remarque :

Les retours d'expérience tendent à montrer que la ventilation double flux ne permet aujourd'hui pas encore de réaliser des économies énergétiques très importantes en France. Cela est dû au défaut de savoir-faire lors de la mise en œuvre sur le chantier pour assurer l'étanchéité des bâtiments.

Cependant, la ventilation double flux reste intéressante car :

- elle permet de meilleures conditions d'habitation et de la qualité de l'air ;
- une amélioration de l'étanchéité et de l'isolation des bâtiments est attendue dans les années à venir ce qui permettrait dès lors une économie d'énergie liée à l'utilisation du système double flux par rapport à la ventilation simple flux.

5.9. CHAUDIÈRE

5.9.1. CHOIX DE LA CHAUDIERE DE REFERENCE

5.9.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

Il convient de distinguer différentes gammes de performances des chaudières au gaz :

- La chaudière basse température qui fonctionne à température plus basse qu'une chaudière standard et permet jusqu'à 15% d'économie d'énergie,
- La chaudière à condensation qui permet de récupérer l'énergie des gaz de combustion en condensant la vapeur d'eau et présente des performances jusqu'à 20% supérieures à une chaudière classique.

Dans le cadre d'un logement collectif, il est possible d'installer une chaudière individuelle dans chaque logement ou d'installer une chaufferie collective en sous-sol afin d'assurer les besoins de l'immeuble entier. Pour une chaufferie collective, il est commun de mettre en cascade deux chaudières de puissance intermédiaire qui permettent une économie d'énergie par rapport à une chaudière seule de grande puissance. Bien que la chaufferie collective semble être dominante en Allemagne, la chaudière individuelle sera choisie comme chaudière de référence pour la comparaison entre les pays en raison de la plus grande facilité d'évaluation de prix fourni-posé d'une chaudière individuelle par rapport à une chaufferie collective dont le dimensionnement et l'importance de la pose dépendent fortement de la conception globale du bâtiment.

Les chaudières individuelles peuvent être :

- à production instantanée ou à stockage dans un ballon pour couvrir les besoins en eau chaude sanitaire,
- murale ou au sol ; les modèles muraux sont de plus petites dimensions et conviennent particulièrement bien aux installations individuelles en logements collectifs,
- destinée au chauffage seul ou également produire l'eau chaude sanitaire ; elle est dite dans ce cas à double service.

Le chauffage au gaz représente 36% des logements collectifs¹³¹ en France et est le mode dominant en Italie et en Allemagne. De plus, 75% des immeubles français sont bâtis dans des communes desservies au gaz.

¹³¹ Source : AQC Agence de la Qualité de la Construction

Contrairement à l'Allemagne où les chaudières gaz à condensation dominent le marché, la chaudière à basse température est restée pendant longtemps l'équipement le plus représentatif en Italie et en France. Toutefois, ces deux pays rattrapent actuellement leur retard :

- o en France : le marché des chaudières gaz à condensation murales de puissance inférieure à 70kW est estimé aux alentours de 20% des appareillages domestiques au fioul et au gaz pour l'année 2010¹³²,
- o en Italie : les chaudières gaz à condensation représentent environ 20% des chaudières individuelles¹³³.

Pour le nouveau collectif en région parisienne, il semblerait que l'installation d'une chaudière gaz à condensation soit d'ores et déjà généralisée¹³⁴.

Le Danemark, avec un réseau de chaleur urbain (RCU) performant couvrant plus de 60% des besoins en chauffage des locaux et eau chaude sanitaire (et également en électricité par système de cogénération), n'a pas de besoins forts pour les chaudières¹³⁵.

Ainsi, l'équipement de référence retenu est la chaudière gaz à condensation qui représente les tendances d'évolution des marchés étudiés. De plus, grâce à ses rendements très élevés (104-106% par rapport à 90% pour une chaudière basse température), cet équipement permet de réduire sensiblement les dépenses énergétiques des immeubles collectifs.

¹³² Source : Estimation ALCIMED à partir des informations données par B. Asfaux, Responsable du comité stratégique chauffage, UNICLIMA

¹³³ Source : A. Fontana, Secrétaire technique, ASSOTERMICA

¹³⁴ Source : I. Paris, Responsable technique de la région parisienne, VISSMANN

¹³⁵ Sources : K. Haugbolle, Senior chercheur, DANISH BUILDING RESEARCH INSTITUTE;
J. Kristensen, Responsable zone d'approvisionnement, DANISH ENERGY AGENCY

5.9.1.2. SYSTEMES MAJORITAIRES DANS CHAQUE PAYS

Chaudières gaz les plus courantes dans chaque pays	
France	• Chaudière gaz basse température OU • Chaudière gaz à condensation murale individuelle étanche double-service OU • Chaufferie collective avec deux chaudières gaz à condensation en cascade de puissance P: 70kW
Italie	• Chaudière basse température individuelle double-service OU • Chaudière gaz à condensation murale individuelle double-service
Allemagne	• Chaudière gaz individuelle basse température double-service OU • Chaudière gaz à condensation individuelle double-service OU • Chaufferie collective avec deux chaudières gaz à condensation en cascade de puissance P: 70kW
Danemark	• Réseau de chaleur urbain



Equipement de référence pour les chaudières gaz	✓ Chaudière gaz à condensation murale individuelle étanche double-service à raccordement 3CE de puissance P: 23kW avec ballon de stockage d'eau de 75-100L
--	---

Tableau 22 : Chaudières de référence

5.9.2. NIVEAU DE PRIX PAR PAYS

Pays	Prix				Indice de prix fourni-posé	
	fabricant	installateur	pose	fourni-posé	Non harmonisé	Harmonisé INP
Italie ¹³⁶	-	1850-2350 (1750-2230)	450 (430)	2300-2800 (2180-2660)	0,86	0,93
France ¹³⁷	1850 (1600)	2010-2510 (1750-2200)	690 (600)	2700-3200 (2350-2800)	1	1
Allemagne ¹³⁸	-	2800-3800 (2200-2600)	850 (750)	3650-4650 (3450-4400)	1,4	1,52

Les prix sont indiqués en € ; les valeurs entre parenthèse sont harmonisées sur l'INP

¹³⁶ Source : ASSOTERMICA (Association italienne des fabricants en équipements de chauffage) . La facturation de pose peut varier du simple au double.

¹³⁷ Source : ENERGIES FLUIDES ; La pose prend 1 à 2 jours et est évaluée à 1/3-1/4 du coût fourni-posé ; pour une commande de 20 chaudières ;

L'annuaire du BTP, 2640€ HT pour une chaudière gaz à condensation murale fourni-posé avec chauffage et ECS

VISSMANN France ; Prix fourni au professionnel : 1850€ HT

¹³⁸ Source : BdH Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. (Association allemande des fabricants d'équipements de chauffage)

Tableau 23 : Synthèse des prix d'une chaudière gaz à condensation murale double service de puissance 23kW avec ballon de stockage intégré 70-100L, hypothèse d'un surcoût de 300-800 €HT pour un ballon de stockage

Après harmonisation par les indices de niveau de prix, la France et l'Italie présentent des prix similaires. L'Allemagne est quant à elle environ 50% plus onéreuse.

Les différences de prix s'expliquent par des prix de pose moins importants en Italie et jusqu'à 75% plus élevés en Allemagne. Outre la prise de marge plus importante des installateurs allemands, la prise de risque à assurer par rapport aux termes et durée de garantie est aussi plus importante en Allemagne et moindre en Italie par rapport à la France.

D'autres éléments peuvent expliquer les différences de prix entre les pays mais leur influence est plus difficile à quantifier. Les pratiques de marges arrière - entre 25% et 40% - sont fréquentes sur ce marché et sont présentes dans les trois pays de l'étude. Le niveau exact de ces marges peut toutefois varier d'un pays à l'autre et induire des différences. De plus, les fabricants peuvent faire varier de manière importante le prix d'un même produit sur différents pays.

5.9.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.9.3.1. CHAÎNE DE VALEUR

Les chaînes de valeurs principales pour les chaudières murales sont telles qu'en Europe, 80% des chaudières sont vendues par le fabricant/importateur à un négoce dont 78% des chaudières sont revendues à un entrepreneur/installateur.¹³⁹ Cela est particulièrement vrai pour la France et l'Allemagne alors que l'Italie semble présenter une distribution plus équilibrée entre vente indirecte et directe.

¹³⁹Source : VHK, Eco-design of boilers, 2007 (Rapport préparé pour la Commission européenne). Une étude sur le marché européen des chaudières a été menée pour le compte de la commission européenne et publiée en 2007.

BdH Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V. (German association of heating manufacturers); Le contact affirme que la vente au travers d'un réseau de négoce est généralisée en Allemagne.

FNAS Fédération des Négociants en Appareils Sanitaires, chauffage, climatisation et canalisation ; le contact confirme que le marché des chaudières fait intervenir les négoce dans 70-80% des cas.

L'intégration verticale reste anecdotique en France comme en Allemagne avec notamment l'industriel VIESSMAN qui a choisi de développer un réseau de vente directe de ses chaudières aux installateurs.¹⁴⁰

Les chaudières sont de provenance européenne et souvent, une usine est spécialisée sur la production d'un seul modèle afin de fournir l'ensemble du continent. Il a été reporté que les coûts de transports n'ont pas d'impact fort sur les prix de vente. Les chaudières murales individuelles, particulièrement, sont souvent issues de grandes séries,¹⁴¹ ce qui pousse à la normalisation des coûts de production.

5.9.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

Une dizaine de fabricants internationaux sont présents sur le marché des chaudières.

Une particularité de la France est la concentration du secteur des négoce en appareils sanitaires, chauffage-climatisation et canalisations avec les 6 premières entreprises réalisant les deux tiers de l'activité de la branche.¹⁴² Cela donne de la force aux négoce pour peser sur les fabricants afin de dégager plus de marges.

5.9.3.3. MATURITE

Cf. 5.9.1.1. Différences techniques

5.9.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Cf. 5.9.1.1. Différences techniques

5.9.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

Bien que les produits disponibles dans chaque pays soient similaires ou identiques, les pratiques de prix fournis aux négoce par un même fabricant

¹⁴⁰ Source : VIESSMAN FRANCE

Les contacts expliquent que le choix de l'intégration verticale engage aussi la société à donner des conseils de performances et d'aspect techniques pour assurer la bonne installation de leurs produits. Les prix à la fabrication des chaudières haut de gamme VIESSMAN sont plus élevés (10 à 30%) que la moyenne. Ainsi, un réseau direct sans négoce leur permet de contrôler les marges sur l'ensemble de la chaîne de valeur et de limiter l'impact sur les prix au consommateur pour rester compétitif.

¹⁴¹ Source : UNICLIMA

¹⁴² Source : FNAS Fédération Française des négociants en Appareils Sanitaires, chauffage, climatisation et canalisations

peuvent fortement varier d'un pays à l'autre, allant parfois jusqu'à 50% plus élevés en France qu'en Espagne.

De plus, la filière de chauffage-climatisation connaît un système de marge arrière chiffrée autour de 25-40% dans le cadre du commerce direct du fournisseur à l'installateur professionnel¹⁴³. Ces deux éléments rendent opaque la construction des prix et facilitent des pratiques élevées de marges.

Les installateurs italiens et français valorisent peu leur main d'œuvre par rapport aux installateurs allemands qui appliquent des marges élevées, aussi bien sur l'équipement que la pose. Ainsi, le prix fourni-posé allemand est élevé par rapport à la France et à l'Italie où les marges sont effectuées principalement sur l'équipement plutôt que sur la main d'œuvre.

Enfin, les prix augmentent avec les risques plus ou moins importants pris par l'installateur dans les différents pays. En effet, il semblerait qu'en France, la garantie assurée par l'installateur est le plus souvent de 3 ans alors qu'elle est de 5 ans en Allemagne. Des entretiens annuels sont obligatoires et en Allemagne, des entretiens biannuels de ramonage sont obligatoires. Ainsi, le prix fourni-posé allemand comprend également le premier entretien avec un professionnel du ramonage. En Italie, la garantie est moindre et les entretiens obligatoires se déroulent tous les 2 ans. Ainsi, le risque à assurer est plus élevé en Allemagne et plus faible en Italie. Cela se répercute sur les prix fourni-posé.

5.9.3.6. REGLEMENTATION

La directive européenne 92/42/CEE qui fixe un minimum de performance des chaudières à eau chaude¹⁴⁴ a été un véritable moteur de développement des marchés de chaudières basse température et à condensation en Europe. En France, la RT2005 qui fixe un plafond de consommation énergétique est particulièrement favorable aux chaudières à condensation.

Dans tous les pays européens, les exigences croissantes d'efficacité énergétique dans les rénovations et les constructions neuves¹⁴⁵ orientent les

¹⁴³ Source : VIESSMANN FRANCE

¹⁴⁴ Les performances seuils sont calculées grâce aux algorithmes suivant :

- Chaudière standard : $84 + 2 \log$ (Puissance nominale) %
- Chaudière basse température : $87,5 + 1,5 \log$ (Puissance nominale) %
- Chaudière à condensation : $91 + 1 \log$ (Puissance nominale) %

¹⁴⁵ Par exemple, la RT2012 réduira le plafond de consommation énergétique en France à 50kWh/m²/an alors que le Danemark a déjà vu le plafond amené à 52.5 + 1600/A) kWh/m²/an depuis le 1^{er} janvier 2011.

constructions neuves vers des systèmes d'isolation plus performants. Cela réduira les besoins en chauffage dans le futur. Par conséquent, le marché des chaudières se dirigera vers des puissances moindres tout en se focalisant sur des performances accrues.

En France, un crédit d'impôt de 13% est accordé aux particuliers pour l'installation d'une chaudière à condensation, à cela s'ajoute éventuellement une réduction de TVA à 5,5% dans un bâtiment de plus de 3 ans. Par le passé, les crédits d'impôt étaient plus importants, soit 25% à 40%. Ces mesures incitatives ont souvent été considérées comme accaparées par les installateurs au lieu de profiter au consommateur final. Ainsi, ce modèle de soutien à la filière tend à maintenir les prix fourni-posé élevés. Il semblerait que les mesures incitatives constituent une bonne initiative pour lancer une filière mais qu'une fois la structure formée, la poursuite de ces mesures incitatives encourage certaines pratiques opportunistes de la part des installateurs au détriment du bon développement du marché.¹⁴⁶ Le bienfondé du maintien des crédits d'impôts et réduction de TVA est aujourd'hui remis en question.

¹⁴⁶ Source : FNAS Fédération des Négociants en Appareils Sanitaires, chauffage, climatisation et canalisation

5.9.4. SYNTHÈSE

<u>Classement des prix fourni- posé harmonisés sur l'INP</u>		<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
Allemagne	1,52	- Niveau de service plus important assuré par les installateurs et valorisation de la pose. - Prix fabricants plus élevés - Marges arrières	NA
France	1	- Réglementations incitatives favorisant le <i>statu quo</i> des prix. - Marges arrières	- Pouvoir de négociation important des négoces. - Prix fabricants moins élevés ?
Italie	0,93	Marges arrières	- Prix de la pose plus faible avec un niveau de service moindre. - Part importante du marché assuré par une distribution directe aux installateurs. - Prix fabricants moins élevés
Danemark	NA	Utilisation du réseau de chaleur urbain.	

Figure 15 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour une chaudière à condensation

5.10. INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

5.10.1. CHOIX DE L'INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE DE REFERENCE

5.10.1.1. DIFFERENCES TECHNIQUES

Il existe différents degrés d'intégration des installations photovoltaïques sur toiture :

- Système surimposé : les panneaux solaires sont fixés sur le toit par l'intermédiaire de châssis métalliques vissés sur le toit directement à travers les tuiles,
- Système à intégration simplifiée : les panneaux sont intégrés au toit mais leur surface dépasse d'environ 5cm celle du toit,
- Système à intégration totale : les panneaux sont remplacés par des tuiles photovoltaïques de même surface mais d'épaisseur très faible permettant un niveau égal de surface.

Dans le cas d'une installation sur toit intégrée au bâti, les panneaux sont fixés à même le toit. Il faut ajouter en dernière étape l'intervention d'un couvreur qui s'assure de l'étanchéité en posant les tuiles autour des panneaux. Ainsi, même si l'équipement utilisé pour une installation photovoltaïque sur toiture intégrée ou non intégrée est le même, il y a un surcoût dû à l'intégration nécessitant du matériel et de la main d'œuvre supplémentaires.

L'Allemagne est positionnée sur les installations surimposées alors que la France et l'Italie ont développé le modèle d'intégration au bâti.

5.10.1.2. SYSTEMES MAJORITAIRES DANS CHAQUE PAYS

Système photovoltaïque sur toiture le plus courant dans chaque pays	
France	• Système sur toiture totalement intégré au bâti
Italie	• Système sur toiture totalement ou partiellement intégré au bâti
Allemagne	• Système sur toiture surimposé
Danemark	• Energie renouvelable d'origine éolienne

Equipement de référence pour la production d'électricité photovoltaïque par le biais d'installation sur toiture	✓ Système photovoltaïque sur toiture ✓ 3-10kWh ✓ modules en Silicium -> Totalement intégré au bâti OU -> Surimposé
--	---

Tableau 24 : Installation photovoltaïque de référence

5.10.2. NIVEAUX DE PRIX PAR PAYS

Pays	Prix fourni-posé (€ HT/Wc)		Indice de prix		Tarif de rachat (c€/kWh)	Indice des tarifs de rachat	
	Intégré	Surimposé	Non harmonisé	Harmonisé INP		Non harmonisé	Harmonisé INP
France	5,3-6 ¹⁴⁷ (4,6-5,3)	5-5,37 (4,4-4,7)	1	1	58 (51)	1	1
Italie ¹⁴⁸	4-5 (3,8-4,7)	-	0,8	0,85	40,2 (38)	0,7	0,75
Allemagne ¹⁴⁹	-	2,9-3,3 (2,7-3,1)	0,6	0,63	30 (28)	0,52	0,55

Les valeurs entre parenthèse sont harmonisées sur l'INP

Tableau 25: Synthèse des prix des installations photovoltaïques pour un système résidentiel sur toiture pour une puissance de 3kWc

¹⁴⁷ Sources :EPIA European Photovoltaic Industry Association ;

Outilssolaires.com Etude septembre 2010 auprès des installateurs membres : 5.93 c€ HT/Wc.

IGF et CGIET, Mission relative à la régulation et au développement de la filière photovoltaïque en France ; 5,5 c€ HT/Wc en 2009 ;

CREATHERMA ; 5,67 c€ HT/Wc fourni-posé en février 2011 dans la région parisienne.

ACCESUN ; 5,16 - 5,33 c€ HT/Wc fourni-posé en février 2011 dans la région du Var.

¹⁴⁸ Source : EPIA European Photovoltaic Industry Association

¹⁴⁹ Sources :EPIA European Photovoltaic Industry Association ;

EUPD-Research, Sondage auprès de 100 installateurs : 2,864 €/Wc HT et 2,912 €/Wc HT pour les 1^{er} et 2^e quartile 2010.

Après harmonisation par les indices de niveau de prix, la France présente les prix les plus élevés par rapport à l'Italie et l'Allemagne qui présente des prix plus faibles de 15% et 37% respectivement.

Le surcoût dû à l'intégration sur toiture par rapport à la surimposition étant très limité, les prix français très élevés s'expliquent par le manque de maturité de la filière photovoltaïque associée à un effet d'aubaine de la part des installateurs face aux mesures incitatives gouvernementales très avantageuses.

5.10.3. DISCUSSION DES DIFFERENCES DE PRIX OBSERVEES

5.10.3.1. CHAÎNE DE VALEUR

Les modules photovoltaïques utilisés dans les trois pays de l'étude (France, Italie et Allemagne) sont la plupart d'origines allemande ou chinoise.

Des filières intermédiaires existent pour intégrer ces modules, c'est-à-dire leur apporter un cadre mécanique avec des connexions électriques à l'image du verre d'une fenêtre qui doit être assemblé avec son cadre.

Les fabricants de modules vendent donc soit à ces acteurs de l'intégration de module, soit aux distributeurs qui proposent à la revente des modules ou des kits photovoltaïques à intégrer au bâti.

5.10.3.2. ENVIRONNEMENT CONCURRENTIEL

Cf. 5.10.3.3. Maturité

5.10.3.3. MATURITE

En amont, la montée en concurrence et les progrès technologiques au niveau mondial, notamment dans la production des modules, ont contribué à la baisse globale des prix. A titre d'exemple, il est reporté qu'en France, les coûts d'installation fourni-posé ont chuté de 20% en un an.¹⁵⁰

Les maturités décroissantes de l'Allemagne à la France avec l'Italie en position intermédiaire expliquent les prix croissants. L'Allemagne est actuellement le leader mondial en technologie photovoltaïque et détenait 68% du marché européen en 2009¹⁵¹. La montée en nombre d'acteurs au fil des ans s'accompagne d'une baisse constante des coûts d'installation (cf. tableau 26).

¹⁵⁰ Source: CREATHERMA

¹⁵¹ Source : EPIA : Global Market Outlook until 2014

En revanche, la France présente un marché émergent avec seulement 8471 emplois dans la fabrication et l'installation en 2009 contre 63000 emplois en Allemagne.

Année	Nombre d'emplois	Coût d'installation
2007	40400	4,44 €/Wc HT
2008	53300	4,26 €/Wc HT
2009	63000	3,49 €/Wc HT

Tableau 26 : Evolution du nombre d'acteurs et du coût d'installation entre 2007 et 2009 en Allemagne

L'émergence du marché photovoltaïque français est caractérisée par une filière désorganisée et un manque de contrôle des pratiques d'installation. En effet, certains abus ont été constatés devant le manque initial de connaissance et de définition précise de la notion d'intégration au bâti. Il est reporté que certaines installations hâtivement posées et onéreusement facturées n'obéissent pas aux normes désormais définies. La concurrence étant faible au niveau local, les marges restent élevées.

5.10.3.4. DESCRIPTIF TECHNIQUE

Dans le cadre d'une construction neuve, l'installateur intervient lors des travaux. Cela épargne les travaux et donc les coûts de détuilage nécessaire dans l'existant pour les installations intégrées au bâti. Ainsi, la différence de coût se situe principalement sur la main d'œuvre qui reste tenue entre surimposition et intégration au bâti. De légères différences d'équipements sont notées mais influent peu. Cette différence est évaluée à 1000 € HT sur l'installation d'un système résidentiel de 3kWc soit 0,33 €/HT/Wc.

5.10.3.5. CONSTRUCTION DES PRIX

Cf. 5.10.3.3. Maturité

Cf. 5.10.3.4. Descriptif technique

Cf. 5.10.3.6. Réglementation

5.10.3.6. REGLEMENTATION

Degré d'intégration	Type de bâtiment	Tarifs de rachat (c€/kWh)
Intégration au bâti	Résidentiel P < 3kWc	58
	Résidentiel P > 3kWc	51
	Enseignement et santé	51
	Autre	44
Intégration simplifiée	Tout bâtiment	37
Centrale au sol	Nord	33
	Sud	28
	DOM	35

Tableau 27 : Tarifs français de rachat du 01/09/11 au 09/03/11

Degré d'intégration	Type de bâtiment	Tarifs de rachat (c€/kWh)
Intégration au bâti	Résidentiel P < 9kWc	46
	Résidentiel 9 < P < 36kWc	40,25
	Enseignement et santé P < 36kWc	40,6
	Autre	35,2
Intégration simplifiée	Tout bâtiment P < 36kWc	30,35
	Tout bâtiment 36kWc < P < 100kWc	28,83
Tout type d'installation	P < 100MW	12

Tableau 28 : Tarifs français de rachat du 10/03/11 au 30/06/11

La France est le pays proposant les tarifs de rachat les plus élevés au monde avec un maximum de 58c€/kWh pour une installation de puissance inférieure à 3kWc intégrée au bâti sur un bâtiment résidentiel (cf. Tableau 27 et Tableau 28). Il a été reporté que les coûts «fourni-posé» sont maintenus dans des valeurs élevées, notamment avec des marges et des coûts d'installation très importants. Cela serait dû au fait que les mesures incitatives font pleinement partie des arguments de vente pour compenser l'investissement financier initial.¹⁵² En effet, les tarifs de rachat avantageux cumulés au crédit d'impôt (50% abaissé à 25% depuis septembre 2010) aux particuliers pour les

¹⁵² Source : CSTB;
EPIA

bâtiments construits il y a plus de 2 ans permettent la rentabilité d'une installation photovoltaïque après quelques années d'exploitation.¹⁵³ Plus les tarifs de rachat sont élevés, plus ce phénomène est marqué. Par ailleurs, le temps de retour sur investissement est estimé à environ 8-10 ans, ce qui est très similaire au cas allemand situé autour de 9-11 ans.

Type d'installation	Tarif de rachat	Economies dues aux consommations directes	Total
Sans consommation directe	28,74 c€/kWh	0	28,74 c€/kWh
Consommation directe >30%	16,74 c€/kWh	+ 20,00 c€/kWh	36,74 c€/kWh
Consommation directe ≤30%	12,36 c€/kWh	+ 20,00 c€/kWh	32,36 c€/kWh

Tableau 29 : Tarifs nominaux HT de rachat de l'électricité photovoltaïque en Allemagne à compter du 1^{er} janvier 2011 pour des installations de puissance inférieure à 30 kWc¹⁵⁴

Les gouvernements français et italiens encouragent le développement de systèmes intégrés au bâti en instaurant des tarifs de rachat plus avantageux par rapport à ceux attribués pour les systèmes surimposés en mettant en avant l'avantage esthétique. En revanche, la réglementation allemande encourage la consommation directe de l'électricité photovoltaïque produite (cf. Tableau 29). Bien que le tarif de rachat pour des systèmes d'alimentation directe avec injection dans le réseau de l'excédent soit inférieur à celui accordé aux systèmes sans consommation directe, son association avec l'économie d'électricité puisée dans le réseau aboutit à un gain financier plus avantageux.

Tous les pays suivent la même politique : diminuer les tarifs de rachat au fil des ans pour atteindre la parité avec l'électricité fournie par le réseau. Avec l'arrêt du 4 mars 2011, l'Etat français instaure un tarif dégressif trimestriel (cf. Tableau 28)

Le tableau 29 met en évidence la corrélation entre la baisse des coûts allemands d'installations avec la baisse annuelle des tarifs d'achat. Ainsi, la mise en place d'un système dégressif équivalent en France pourrait permettre d'abaisser progressivement les coûts moyens d'installation photovoltaïque.

¹⁵³ Source : CSTB ; Rentabilité d'une installation photovoltaïque pour un logement collectif après 6 ans d'exploitation

¹⁵⁴ Source : BSW-Solar, Association de l'Industrie Solaire Allemande

Année	Coût d'installation	Tarif de rachat
2007	4,44 €/kWc HT	49,21 c€ HT/kWh
2008	4,26 €/kWc HT	46,75 c€ HT/kWh
2009	3,49 €/kWc HT	43,01 c€ HT/kWh
2010 (6 premiers mois)	2,89 €/kWc HT	39,14 c€ HT/kWh

Tableau 30 : Evolution du coût d'installation photovoltaïque avec les tarifs de rachat en Allemagne

5.10.4. SYNTHÈSE

<u>Classement des prix fourni-posé harmonisés sur l'INP</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la hausse</u>	<u>Facteurs influençant les prix à la baisse</u>
France 1	- Manque de maturité de la filière. - Tarifs d'achat élevés permettant une marge plus importante des installateurs. - Intégration au bâtiment (impact très faible)	NA
Italie 0,85	Intégration au bâtiment (impact très faible).	- Tarifs de rachats plus faibles que la France. - Maturité du marché.
Allemagne 0,63	NA	- Tarifs de rachat beaucoup plus faibles que la France. - Plus grand marché Européen. - Structuration forte de la filière avec des acteurs nationaux sur toute la chaîne de valeur.
Danemark NA	Très faible développement du photovoltaïque.	

Note : A l'image de l'Allemagne, une baisse progressive des coûts d'installation est attendue en France avec la mise en place de tarifs de rachat dégressifs avec l'arrêté du 4 mars 2011, entré en vigueur le 10 mars 2011.

Figure 16 : Synthèse des principaux facteurs influençant les prix fourni/posé pour une installation photovoltaïque

6. Synthèse globale

6.1. MATÉRIAUX ET ÉQUIPEMENTS CHOISIS

L'étude du poids des différents lots de construction dans le coût global des logements collectifs, des enjeux réglementaires associés et de leurs impacts sur l'efficacité énergétique a permis de sélectionner 9 postes de construction clés (cf. Figure 17).

Les matériaux et équipements associés forment un échantillon représentatif d'un point de vue du coût global de la construction, compatible avec des bâtiments à haute efficacité énergétique et avec des mesures incitatives et normatives variées.

<u>Poids du lot dans le coût global</u>	<u>Lots</u>	<u>Enjeu réglementaire</u>	<u>Impact sur l'efficacité énergétique</u>	<u>Postes de construction</u>
Fort >50%	Gros-oeuvre	Faible	Fort	✓ Maçonnerie ✓ Isolation mur ✓ Isolation toiture ✓ Cloisons
Moyen 5-15%	Menuiserie	Modéré	Fort	✓ Fenêtre
	Electricité/Chauffage	Modéré	Fort	✓ Pompe à chaleur ✓ Ventilation ✓ Chaudière
	Revêtements intérieurs	Faible	Faible	✓ Aucune sélection
Faible <5%	Plomberie/Sanitaires	Faible	Faible	✓ Aucune sélection
Non identifié	Production d'électricité	Fort	Fort	✓ Panneaux photovoltaïques

Figure 17 : Matériaux et équipements types sélectionnés

6.2. POSITIONNEMENT DE LA FRANCE

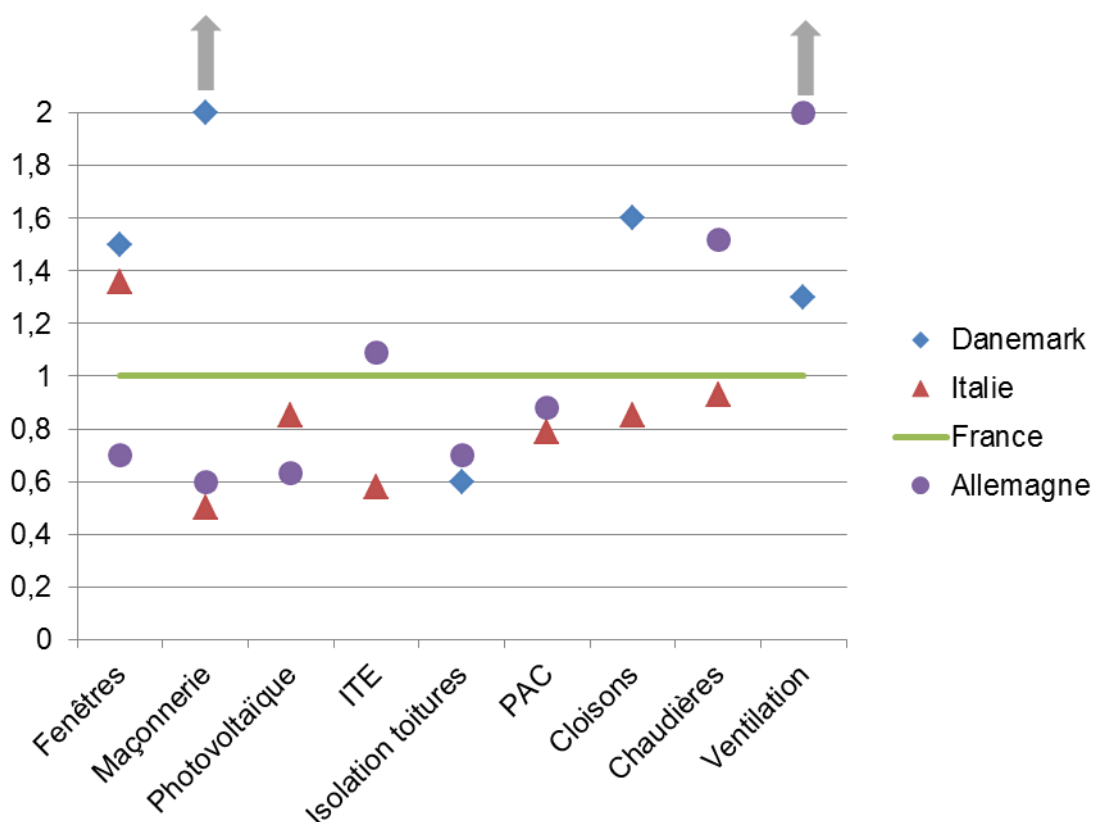


Figure 18 : Positionnement des prix fourni/posé harmonisés sur l'INP des matériaux et équipements de référence

Sur l'ensemble des matériaux et équipements étudiés, il ressort (cf Figure 18) que :

- Le Danemark apparaît clairement comme le pays où les prix des matériaux et équipements sont les plus chers. Les prix relevés sont systématiquement plus élevés qu'en France, à l'exception de l'isolation des toitures. Le marché danois des matériaux de construction est dominé par l'amont avec une concurrence limitée au sein de fabricants et des distributeurs et une utilisation très développée des marges arrière avec des méthodes de construction des prix particulièrement opaques.¹⁵⁵ Les prix danois sont également désavantagés par un coût de la main d'œuvre élevé et de fortes

¹⁵⁵ Voir également le rapport du gouvernement danois, Erhvervs- og Boligstyrelsen, Analyse des structures de remises et de la logistique dans les matériaux de construction.

exigences en termes d'efficacité énergétique qui induisent souvent à la fois des matériaux plus performants et une pose plus compliquée.

- Tous les prix allemands sont similaires ou inférieurs aux prix français, à l'exception de la ventilation mécanique – très peu développée outre-rhin et qui ne constitue donc généralement pas un poste de coût - et des chaudières – pour lesquelles il existe un niveau de service supérieur inclus dans le prix.
- Les prix italiens des matériaux et équipements de l'étude sont globalement les plus bas de l'étude. Tous les prix italiens sont inférieurs aux prix français, à l'exception des fenêtres PVC (mais celles-ci sont peu développées en Italie et il existe sur le marché une forte variation des prix).

Plus globalement, si on calcule un indice global indicatif du coût de construction lié aux matériaux et équipements étudiés, les prix français apparaissent comme globalement supérieurs à ceux des pays limitrophes que sont l'Italie et l'Allemagne, sans pour autant atteindre les niveaux observés au Danemark, qui sont parmi les plus élevés d'Europe (cf Tableau 31).

Pays	Indice global indicatif
Danemark	1,689
France	1
Allemagne	1.056
Italie	0,778

Tableau 31 : Indices globaux indicatifs ¹⁵⁶

¹⁵⁶ Indice global indicatif du coût de construction lié aux matériaux et équipement. Il combine ceux des matériaux et équipements étudiés à l'exception des PAC et des installations photovoltaïques. La contribution de chacun des éléments est pondérée en utilisant des coefficients multiplicatifs, fixés à partir du constat que les postes de coûts principaux étudiés que sont la maçonnerie, les menuiseries et les installations d'électricité/chauffage représentent des parts similaires entre les pays dans le coût total de la construction. Les matériaux et éléments participent au coût global à : 35% pour la maçonnerie, 15% pour l'isolation des murs, 12.5% pour les chaudières et ventilation, 10% pour les fenêtres et cloison et 5% pour l'isolation des toits.

6.3. PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS

6.3.1. DEFINITION D'UN MODELE DE COMPARAISON

La méthodologie qui consiste à définir une construction « modèle » (c'est-à-dire, dans le cadre de notre étude, un logement résidentiel petit collectif) comparable dans différents pays se heurte aux spécificités locales. En effet, il est important de souligner qu'il existe pour chaque pays un écart plus ou moins important avec le logement modèle lié à :

- des choix réglementaires différents,
- des choix de technologies différents,
- des maturités de filières différentes,
- des modes constructifs différents.

Ces différentes spécificités introduisent donc une distorsion au niveau de la définition d'un référentiel de comparaison, qui a au final une influence sur les niveaux de prix de la construction. Cette distorsion des prix entre pays liée à des paramètres locaux est difficile à extraire dans notre comparaison des prix. En conséquence, l'approche retenue dans le cadre de cette étude permet d'obtenir un premier niveau macroscopique d'analyse. Pour une analyse plus fine, il apparaît nécessaire d'utiliser une référence moins soumise aux spécificités locales.

Dans ce but, il pourrait être pertinent de retenir une référence dans le secteur non résidentiel, en prenant par exemple comme référentiel un bâtiment d'une chaîne hôtelière internationale. Pour ce type de logement, il est généralement important d'assurer pour le client un cadre connu, indépendant de la localisation. Cette référence permettrait vraisemblablement de limiter les distorsions liées à des choix technologiques particuliers.

6.3.2. IDENTIFICATION DE LEVIERS D'INFLUENCE SUR LA CONSTITUTION DU COUT DE LA CONSTRUCTION

L'approche globale permet un premier classement des pays entre eux mais ne permet pas une identification et une explication précise des distorsions des prix de la construction.

Cependant, une analyse au niveau des filières permet d'identifier 3 principaux leviers ayant un impact sur l'organisation et la structuration de filière et par conséquent, sur le coût des matériaux de construction

1- La formation

Les filières qui reposent sur la mise en œuvre de nouvelles technologies ou sur la mise en œuvre de techniques « de pointe » sont particulièrement sensibles au savoir-faire des professionnels.

Une main d'œuvre insuffisamment qualifiée entraîne des surcoûts notamment en termes de compétitivité au niveau de la pose, mais elle entraîne également des problématiques de sous-performance et enfin des défauts de qualité (retour sur chantier, litige, ...). Plus globalement, l'introduction de matériaux ou bien d'équipements mal maîtrisés et/ou mal posés, entraîne inexorablement une désaffection du marché pour ces produits (exemple des systèmes PAC et ITE dans les années 1970).

Dans le cadre de cette étude, la problématique du coût des défauts de qualité n'a pas été prise en compte. Par contre, il ressort des différents entretiens que les politiques d'assurance dans la construction sont différentes d'un pays à un autre (à titre d'exemple, la garantie décennale en France n'existe pas en Allemagne). Par ailleurs, aucune donnée statistique sur l'ensemble des pays étudiés traitant de cette problématique n'a pu être identifiée. En conséquence, la prise en compte de ce critère comme source potentiel de distorsion du coût de la construction nécessiterait une étude approfondie pays par pays.

Il est clair qu'à court terme, un défaut de formation ne peut pas être directement lié à une distorsion de prix entre les pays. Néanmoins, à plus long terme, la présence d'une main d'œuvre formée garantit la mise en place de filières compétitives où les coûts de pose ou d'installation sont parfaitement optimisés.

Il existe un enjeu imminent aujourd'hui sur l'ITE qui est une filière émergente en France. Techniquement, cette filière nécessite un changement profond au niveau de la pose (« passage du centimètre au millimètre»). La pérennité de cette filière est clairement liée à sa capacité à former une main d'œuvre qualifiée et nombreuse afin de soutenir son développement et garantir un taux de pénétration élevé pour atteindre un niveau de maturité comparable à celui de l'Allemagne.

2- La politique de subvention

Une réflexion sur la politique de subventions, aussi bien sur sa légitimité que sur la stratégie d'attribution, à savoir le montant, la durée ou encore le retrait, est aujourd'hui nécessaire.

Les subventions accordées à une filière pour aider à son émergence peuvent avoir des effets tout aussi bien positifs que négatifs suivant la manière dont elles ont été appliquées. Par exemple, l'historique de développement de la filière photovoltaïque en Allemagne s'oppose à celui de la filière française. L'instauration d'un tarif dégressif de rachat de

l'électricité s'est accompagnée de la bonne structuration de la filière allemande et à un positionnement très compétitif. Face à cela, la France a accumulé du retard du fait d'un maintien des tarifs de rachat élevés combinés à des crédits d'impôt qui n'ont finalement profité qu'aux installateurs et non aux consommateurs. En conséquence, l'Allemagne apparaît comme beaucoup plus compétitive que la France sur cette filière. Les changements réglementaires engendrés par la mise en place de la RT 2012 auront un impact sur la mise en œuvre de l'enveloppe du bâtiment. Ces changements pourraient favoriser la mise en place ou le renforcement de certaines filières émergentes, comme la filière ITE par exemple. Dans ce contexte, la mise en place de subventions maîtrisées pourrait être considérée afin d'instaurer des filières stables et compétitives.

3- Les marges arrière

Bien évidemment, la politique des marges arrière a une influence directe sur la constitution des prix et provoque des distorsions. Cependant, dans la plupart des cas et dans l'ensemble des pays étudiés, les marges arrière sont difficiles à quantifier. On constate notamment un marché danois des matériaux de construction dominé par l'amont avec une concurrence limitée au sein de fabricants et des distributeurs. L'utilisation des marges arrière y est très développée et les méthodes de construction des prix sont particulièrement opaques.¹⁵⁷ La France où la distribution joue également un rôle prépondérant connaît aussi ce type de phénomène.

Ces marges arrière sont parfois développées directement entre les fabricants et les professionnels installateurs, comme dans la filière chauffage-climatisation française par exemple.

En Italie, au contraire, on constate souvent une concurrence plus forte en amont, une distribution directe aux entrepreneurs et constructeurs plus développée, et une structure de prix plus transparente.

En général, il semble que les filières qui reposent sur des matériaux et des équipements pour lesquels la part de la pose est prédominante sont sujets à des pratiques de marges arrière plus importantes. Ainsi, la filière chauffage et sanitaire connaît des pratiques de marges arrière moins importantes pour les chaudières que pour les radiateurs dont le coût matériel est faible par rapport à la main d'œuvre nécessaire pour l'installation. Des marges arrières allant jusqu'à 60-70% sont alors constatées.

En raison de ces pratiques différentes, l'approche globale ou par filière montre ses limites. Une investigation sur des matériaux et équipements

¹⁵⁷ Voir également le rapport du gouvernement Danois, Erhvervs- og Boligstyrelsen, Analyse des structures de remises et de la logistique dans les matériaux de construction.

ciblés permettraient d’approfondir la compréhension de ces politiques ainsi que les spécificités par type de filière.