



Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

**EVOLUTION DES COÛTS D'INVESTISSEMENTS
RELATIFS AUX INSTALLATIONS COLLECTIVES BOIS ENERGIE
(2000-2006)**

Rapport final - Synthèse
Version finale

9 avril 2009

Etude réalisée pour le compte de l'ADEME

par PERDURANCE
avec le concours de BIOMASSE NORMANDIE et DEBAT
Rédacteur : Jean-Michel SERVANT
(Marché n°0701C0109)

Coordination technique :

Sylvain BORDEBEURE, Département Bioressources – Direction des Énergies
Renouvelables des Réseaux et des Marchés Énergétiques – ADEME (Angers)

Remerciements

M. Frankie ANGEBAULT, ADEME Poitou-Charentes

M. Michel AZIERE, ADEME Bourgogne

M. Emmanuel BEJANIN, Agence Régionale Evaluation Environnement Climat (AREC)

Mlle. Sophie GOUTALAND, ADEME Franche Comté

MM. Volker LENZ, Matthias EDEL, DBFZ (Deutsches BiomasseForschungsZentrum), Leipzig -
Allemagne

DI Franz PROMITZER, Mme. Alexandra PACK, QM Heizwerke, LandesEnergieVerein Steiermark,
Graz - Autriche

L'ADEME en bref : L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables, et du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Elle participe à la mise en oeuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'agence met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public et les aide à financer des projets dans cinq domaines (la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit) et à progresser dans leurs démarches de développement durable.

www.ademe.fr

Avertissement

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

SYNTHESE

OBJECTIFS ET MODALITES DE L'ETUDE

Pour le compte de l'ADEME, une étude a été réalisée visant à identifier et analyser l'évolution des coûts d'investissement des chaufferies bois dans le secteur collectif, par poste et par gamme de puissance bois, entre le début et la fin du programme bois énergie 2000-2006.

Cette étude a été réalisée au moyen d'un **large échantillon** de 90 projets français, principalement issus de 3 régions (Poitou-Charentes, Franche Comté, Bourgogne), pour lesquels les caractéristiques techniques et les ratios économiques ont été collectés et analysés. Une comparaison avec l'Allemagne et l'Autriche a été effectuée à partir d'échantillons similaires (76 projets allemands, 36 autrichiens) constitués avec l'aide de partenaires des pays concernés : DBFZ¹ et LEV Steiermark².

La recherche de la meilleure homogénéité de résultats, par gamme de puissance bois des installations, a conduit à retenir les 3 classes suivantes :

- **C1** : entre **100 kW** et 299 kW
- **C2** : entre **300 kW** et 1 200 kW
- **C3** : plus de **1,2 MW**.

Les **coûts réels** des projets, reconstitués à partir des factures, ont été actualisés pour être **ramenés aux mêmes conditions économiques** : celles du 1^{er} janvier 2007³. Les dates médianes des plages utilisées pour les projets de début de période (juin 1999 à juin 2002) et de fin de période (juillet 2004 à février 2007) forment un intervalle de 5 ans : de juillet 2000 à juillet 2005.

Au cours de l'étude, plusieurs limites pratiques sont apparues qui doivent inciter à une **grande prudence quant à l'interprétation des résultats**, notamment s'agissant des écarts de coûts entre périodes. Ces limites sont les suivantes :

- La **qualité des données** : la collecte puis l'analyse des données a été réalisée principalement à partir des dossiers gérés par les délégations régionales de l'ADEME. Or ces dossiers ne sont, de fait, pas établis pour les besoins d'un suivi qualité, ce qui se traduit par des incertitudes (en terme de disponibilité, fiabilité, présentation des données élémentaires) plus ou moins importantes ;
- La **taille de l'échantillon** constitué : celle-ci, bien que conforme à ce qui était escompté, reste encore trop modeste pour limiter l'incertitude liée à l'utilisation de méthodes d'analyse statistique ;
- L'**hétérogénéité des projets** : la principale difficulté de l'analyse tient à ce que l'on rencontre au sein de l'échantillon une grande variété de cas, depuis la restructuration d'une chaufferie bois (ou charbon) existante jusqu'à la création d'une chaufferie bois dans le cadre d'une opération d'ensemble (par exemple un nouvel immeuble), combinées ou non à la création ou à l'extension d'un réseau de chaleur pour desservir des bâtiments existants ;
- La **dispersion des valeurs économiques** : quelque soit le poste de coût d'investissement étudié, on rencontre une variabilité importante des valeurs de ratios entre projets. Malgré les techniques mises en œuvre pour réduire l'amplitude de cette dispersion (dont le rejet de 20% des projets présentant des valeurs extrêmes), des écarts significatifs et non explicables par des inducteurs apparents demeurent de façon systématique. Cette **grande variabilité est une constante** que l'on retrouve également chez les projets allemands et autrichiens analysés ; elle limite l'identification des facteurs inducteurs structurels de variations et l'interprétation qui peut en être faite.

¹ Deutschen BiomasseForschungZentrum gemeinnützige GmbH (centre de développement de la biomasse), Leipzig, avec l'appui de C.A.R.M.E.N eV en Bavière, du Bureau du Gouvernement de Fribourg, et de l'agence pour l'énergie de Hesse

² LandesEnergieVerein (LEV) Steiermark : agence pour l'énergie de la Province de Styrie, Graz

³ Au moyen de l'Indice IPC de l'INSEE (valeur 01/01/2007 : 114,3)

La méthodologie de recueil et d'analyse⁴ a dû s'adapter à cette situation. La constitution de l'échantillon a nécessité un important et **minutieux travail de pointage** et de vérification. La totalité des projets potentiellement candidats a été examinée de façon à constituer l'échantillon ; des projets d'autres régions ont été utilisés en complément pour la classe de puissance la plus élevée. Enfin, la typologie des projets d'une part, la méthode d'évaluation des ratios et de leurs variations d'autre part, ont été mises au point de façon itérative et ajustées pour **permettre de dégager les tendances** présentées ci-après.

EVOLUTION DES COÛTS D'INVESTISSEMENT DES PROJETS FRANÇAIS

Coût global

L'étude du **coût spécifique global** du projet (rapporté à la puissance bois) en fonction de cette puissance montre une **dispersion importante** du ratio étudié entre 300 EUR/kW de puissance bois installée et 2 800 EUR/kW (facteur de 1 à 9 entre minimum et maximum), toutes classes de puissance et toutes périodes confondues.

Cette dispersion peut être ramenée à un facteur de l'ordre de 2, d'une part, en raisonnant sur chaque classe de puissance et chaque période, d'autre part, en retirant à l'intérieur de chaque classe les projets comportant les valeurs extrêmes de part et d'autre du groupe (tableau ci-après, valeurs des ratios en EUR/kW). L'amplitude de l'écart reste néanmoins forte, d'autant plus si l'on considère que la réduction est obtenue en écartant 20% des projets, soit une proportion plutôt importante.

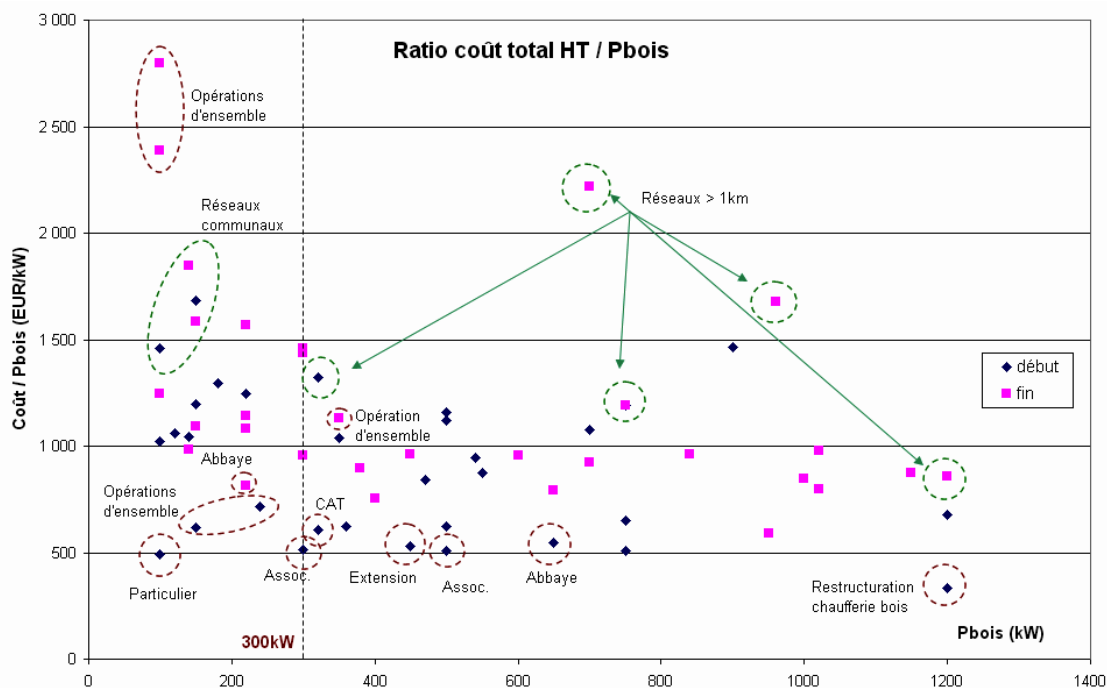
(ratios en EUR/kW)	début			fin			variation
	moyenne pondérée			moyenne pondérée			
	min	max	max/min	min	max	max/min	
C1	1 105			1 334			21%
	717	1 459	2,0	983	1 846	1,9	
C2	751			934			24%
	509	1 157	2,3	755	1 437	1,9	
C3	578			733			27%
	369	807	2,2	459	1 037	2,3	

Toutefois, ces valeurs ne doivent être considérées que comme **indicatives**, du fait de la disparité des caractéristiques des projets, notamment entre les périodes.

Une analyse des particularités des projets situés de part et d'autre de la « bande médiane » (dans laquelle se trouve la majorité des projets) apporte de premières indications sur certains facteurs d'écarts de coûts (cercles bruns sur le graphique ci-après, établi pour les 2 premières classes) :

- Le **type de projet** : lorsqu'un projet bois s'inscrit dans le cadre d'une opération plus vaste (notamment la construction d'un bâtiment HQE), il répond pour la partie génie civil à des spécifications conduisant à des coûts en général plus élevés. Par ailleurs, la part de l'opération, notamment des honoraires ou du génie civil, qui lui est « affectée » par la comptabilité du projet est très variable, dans un sens ou dans un autre ;
- La **nature du Maître d'ouvrage** : les projets réalisés par des particuliers, des associations voire des abbayes, comportent des postes « à prix coûtant » voire minorés parce que réalisés par des moyens propres ; de ce fait, ils constituent des cas particuliers à isoler ;
- La **reprise d'un existant** (bâtiment, réseau, appoint...) peut apporter une économie plus ou moins importante au projet considéré, par rapport à une construction ex-nihilo. Sur l'illustration, le ratio le plus bas correspond au cas d'une rénovation de chaufferie bois existante.

⁴ Les principes de la méthodologie sont détaillés en annexe du rapport

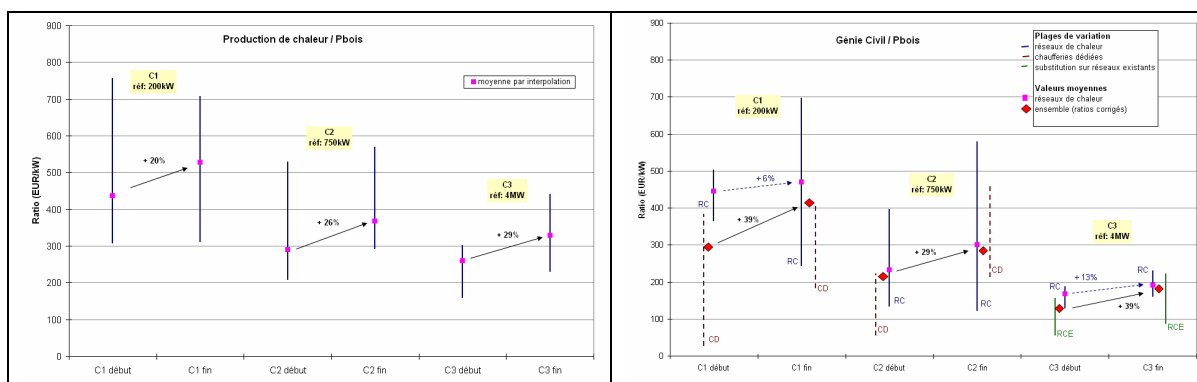


On vérifie en outre l'influence prévisible du **réseau de distribution** : au-delà de 300 kW de puissance bois, les projets pour lesquels a été créé un réseau supérieur à 1.000 m (cercles verts) présentent un ratio plus élevé que les autres projets de même puissance bois. Pour les projets situés en dessous de 300 kW, dont la longueur de réseau est systématiquement inférieure à 400 m, un groupe de réseaux de chaleur communaux présente les ratios les plus élevés. Dans la classe des projets au dessus de 1,2 MW⁵, les projets les moins chers sont ceux pour lesquels les travaux de réseau sont nuls (restructuration d'une chaufferie bois existante ou substitution d'énergie sur un réseau de chaleur existant).

Postes de coûts

La décomposition des coûts d'investissement selon **4 grands postes**, et l'analyse des ratios unitaires correspondants, permet de mieux approcher à la fois les valeurs « de référence » par catégories en fin de période, et la variation entre périodes, en regard de la dispersion observée sur chaque poste.

Les postes « **production de chaleur** » (chaudière, équipements et fluides) et « **génie civil** » (y compris VRD et abords) sont ramenés à la puissance bois et comparés.



⁵ Non illustré

Le poste « **génie civil** » (graphique de droite) comporte **les plus grandes disparités**. Des logiques différentes ont été mises en évidence selon **3 catégories** de projets :

- **Chaufferie dédiée** (y compris possédant un réseau technique dédié de distribution le cas échéant) : la plupart du temps, la chaufferie est intégrée à une construction existante ou nouvelle. Lorsqu'un bâtiment distinct est créé, l'opération peut tout de même être réalisée dans le cadre d'un programme plus large ;
- **Réseau de chaleur** : en général, la chaufferie est créée sous forme d'un bâtiment distinct d'où part le réseau desservant plusieurs bâtiments consommateurs. Le projet bois est en général un programme en soi ;
- **Réseau de chaleur existant** : il s'agit des cas de « substitution » où une chaufferie bois vient remplacer une autre chaufferie (bois plus ancienne, charbon, UIOM, fioul...) dans un complexe existant, en général déjà de taille importante, au prix d'une restructuration plus ou moins importante des bâtiments et la création éventuelle de silos adaptés.

La dispersion est importante dans les 3 catégories. Pour les chaufferies dédiées, celle-ci résulte essentiellement des caractéristiques déjà présentées⁶ au niveau du coût global. Les réseaux de chaleur en création, qui forment un groupe plus homogène, présentent des facteurs complémentaires, non pas forcément d'un écart dans un sens ou dans un autre, mais surtout de disparités importantes :

- Plusieurs projets situés en **zone rurale**, en début comme en fin de période, affichent des coûts plus bas. Toutefois, l'effet de ce critère n'est pas automatique : des installations de puissance comparable, construites à la même période et voisines l'une de l'autre, peuvent présenter des coûts de génie civil variant du simple au triple ;
- Un **accompagnement plus poussé** par une AMO ou une association locale expérimentée apparaît comme un facteur de meilleur encadrement des coûts, sans que cela soit une règle générale ;
- Les projets du **secteur de l'habitat social** montrent la plus forte variabilité, y compris dans une même région.

Les projets de substitution sur un réseau de chaleur existant, se caractérisent par un coût spécifique sensiblement plus bas que les autres projets, en fonction du niveau de réemploi ou d'intégration à un existant.

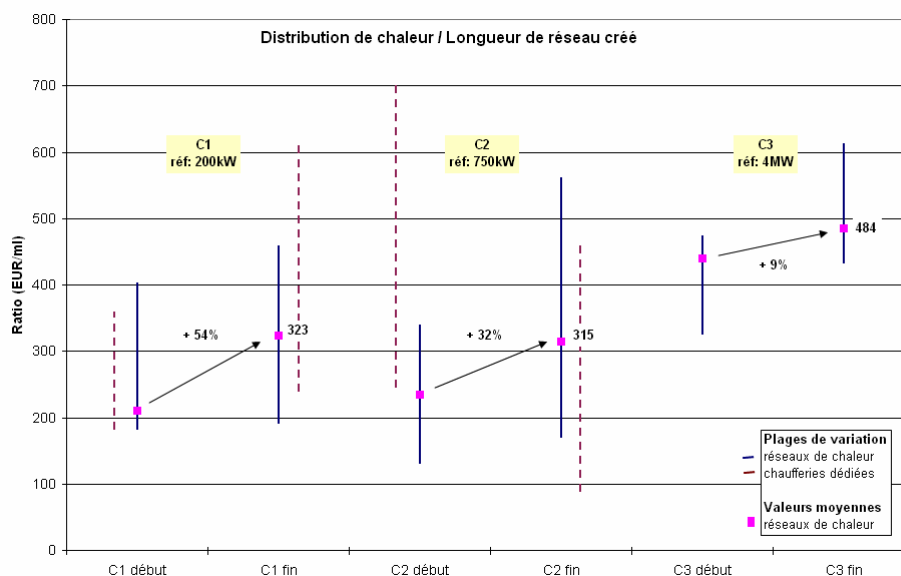
L'augmentation des coûts de génie civil par catégorie est difficile à appréhender, d'autant plus que la variabilité entre projets atteint des facteurs 4 à 5, y compris dans une même classe de puissance et une même période. Une augmentation de ce poste dans une plage de 25 à 40%, établie globalement sur l'ensemble des projets⁷, et confortée par le résultat obtenu en classe C2 pour les réseaux de chaleur, fournit la meilleure indication à retenir sur l'ensemble des classes de puissance.

Pour le poste « **distribution de chaleur** », comprenant canalisations, tranchées et sous-stations du réseau primaire, le ratio est constitué du coût spécifique ramené à la longueur de réseau créé (en EUR/ml). Les réseaux de chaleur constituent la catégorie la plus pertinente pour ce poste (graphique ci-après⁸).

⁶ Programme plus vaste, type de maîtrise d'ouvrage, rénovation d'existant

⁷ Par différence à partir du poste agrégé avec la production de chaleur

⁸ Les plages de variation des chaufferies dédiées, de moindre signification, sont représentées en pointillés



Parmi ceux-ci, les réseaux de plus forte puissance (C3) occupent, pour les 2 périodes, une plage de valeurs plus élevées que celles des 2 classes inférieures. La dispersion est remarquablement limitée. Ces projets, en général de plus de 1,5 km sont des réseaux de chaleur en milieu urbain.

Les 2 premières classes de puissance partagent une même plage de variation, avec de fortes disparités à l'intérieur de celle-ci. En écartant 3 projets « extrêmes »⁹, les réseaux évoluent dans une zone comprise entre 170 et 460 EUR/ml pour des longueurs inférieures respectivement à 300 m (C1) et à 1,3 km (C2). Ces projets sont en général des projets de réseaux communaux, complétés en partie par quelques réseaux de chaleur urbains au-delà de 600 kW.

La hausse des coûts apparaît comme étant dégressive avec la puissance des installations, qui dépend directement du contexte des projets (bâtiments desservis).

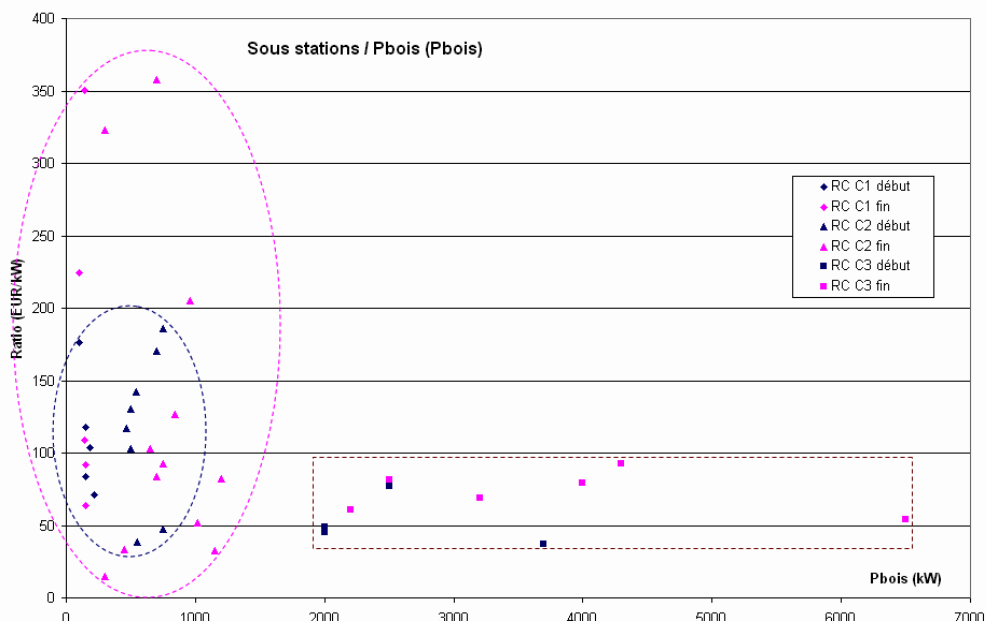
A l'intérieur de ce poste, l'analyse des coûts de « tranchées et canalisations »¹⁰ confirme une augmentation entre périodes, dégressive selon les classes de puissance, mais plus réduite (32% pour C1, 25% pour C2 et 13% pour C3). L'autre composante, à savoir le coût des « sous-stations »¹¹ est un facteur de disparité sensible qui impacte doublement l'évolution du poste « distribution » (graphique ci-après) : à la hausse et vers une dispersion plus importante ; ainsi :

- Dans les 2 premières classes de puissance, les ratios évoluent dans des plages de valeurs communes aux 2 classes, en début de période d'une part, en fin de période d'autre part. En revanche, la dispersion des valeurs explose entre les 2 périodes (ellipses du graphique) ;
- Les réseaux de chaleur urbains, qui constituent la classe de puissance la plus élevée (C3), montrent une diversité moindre, ce qui permet, même si l'échantillon en est réduit, de mettre en évidence une augmentation entre périodes du ratio de l'ordre de 40%.

⁹ Par rapport au reste de l'échantillon

¹⁰ Ramenée à la longueur de réseau créé

¹¹ Ramené cette fois à la puissance bois



Le poste « études, maîtrise d'œuvre et autres frais » est le quatrième et dernier poste d'investissement. En poids relatif par rapport au coût global, ce poste reste stable, entre périodes, **autour de 10%** du coût total des projets (11% pour les classes C1 et C2 ; 9% pour la classe C3). Les **honoraires** (hors « frais divers » cette fois) montrent la même stabilité, mais avec une forte dispersion entre projets (de 4 et 15%) principalement liée au contexte des projets (type de maîtrise d'ouvrage, inscription du projet de chaufferie dans un programme plus vaste).

Toutefois, cette stabilité relative, conséquence de la loi MOP¹², se réfère au coût total des projets, lequel a augmenté entre les périodes : autrement dit, **à complexité équivalente, leur montant absolu a augmenté au même rythme** et dans les mêmes proportions que le coût total des projets.

Enfin, le tableau ci-après résume la part relative des différents postes de coûts en fonction de la puissance bois, selon les catégories.

		Poids référence (kW)	poids du poste / investissement total (moyenne)			
			Production de chaleur	Génie civil	Distribution de chaleur	Honoraires et frais
Chaufferies dédiées	toutes	n/a	47%	30%	12%	11%
Réseaux de chaleur	C1	200	33%	31%	23%	13%
	C2	750		28%	30%	9%
	C3	4 000		22%	37%	8%
RCE (hors extensions)	C3	4 000	65%	24%	2%	9%

Le poids relatif des postes ne varie pratiquement pas entre périodes. En revanche, pour les réseaux de chaleur, la part du poste « distribution » augmente (de 20-25% à 30-45%) avec la puissance bois, de manière prévisible puisque les projets de l'échantillon utilisant une puissance plus importante présentent aussi une longueur de réseau plus élevée.

Ratios type

De ce qui précède, les ratios qui permettraient d'approcher rapidement et de la façon **la plus pertinente** les coûts d'investissement des projets, dans une optique de calibrage par exemple, sont à considérer **sur les postes agrégés** suivants :

¹² Qui régit les rapports entre maîtrise d'ouvrage publique et maîtrise d'œuvre privée

		Classes de puissance					
		C1		C2		C3	
		200		750		4 000	
Pbois référence	unité	fin	dispersion	fin	dispersion	fin	dispersion
		(val. réf.)	max/min	(val. réf.)	max/min	(val. réf.)	max/min
Production de chaleur & Génie Civil (/ Pbois)	EUR/kW	954	1,9	645	1,9	501	1,5
Distribution (/ Réseau créé)	EUR/ml	302	2,5	315	5,3	484	1,4
Honoraires et frais (% coût investissement)		10,3%		11,1%		7,8%	

Comparaison avec BIORESO¹³

La comparaison réalisée à partir des projets de l'échantillon les plus récents, entre les résultats fournis par Bioreso v3, et les valeurs collectées (et les ratios types qui en ont été tirés), confirme la difficulté à mettre au point un outil d'estimation dans un contexte de forte dispersion des coûts d'investissement observés. Cette réalité conforte en fin de compte l'intérêt de se limiter aux ratios simples proposés (ci-dessus) pour modéliser les coûts d'investissement des projets :

- Coûts de « production de chaleur et génie civil » ramenés à la puissance bois,
- Coûts de « distribution de la chaleur » ramenés au mètre linéaire de réseau créé.

L'utilisation par Bioreso du nombre de sous-stations comme paramètre complémentaire ne semble pas améliorer la précision du résultat.

Selon les différentes classes de puissance, les résultats sont contrastés :

- Pour la classe C1, les estimés de Bioreso sont globalement compatibles des données réelles pour le poste « production de chaleur et génie civil », mais sont excessifs de 45% en moyenne sur la part « distribution » (cette part étant relativement la plus faible dans cette classe de puissance) ;
- Pour la classe C2, le poste « production de chaleur et génie civil » semble sous-estimé de l'ordre de 20 à 30%, alors que la part « distribution » semble compatible des valeurs réelles observées ;
- Pour la classe C3, les 2 postes sont sensiblement sous-évalués par Bioreso, de l'ordre de 40 à 45% par rapport aux projets de l'échantillon, certes en petit nombre.

Outre un recalage de certaines hypothèses économiques de l'outil, toujours difficiles à figer dans un contexte fortement variable et évolutif, plusieurs améliorations pourraient être proposées :

- Distinguer les types « réseau de chaleur » et « chaufferie dédiée », d'autant plus pour établir le coût complet de la chaleur,
- Faire ressortir le coût total d'investissement, comprenant l'appoint, le cas général étant la biénergie (et ce, quelle que soit l'assiette utilisée pour le calcul des aides),
- Exprimer les coûts d'investissement en HT, tout en conservant l'analyse TTC pour le coût complet de la chaleur¹⁴, et en l'affinant selon la nature de la maîtrise d'ouvrage.

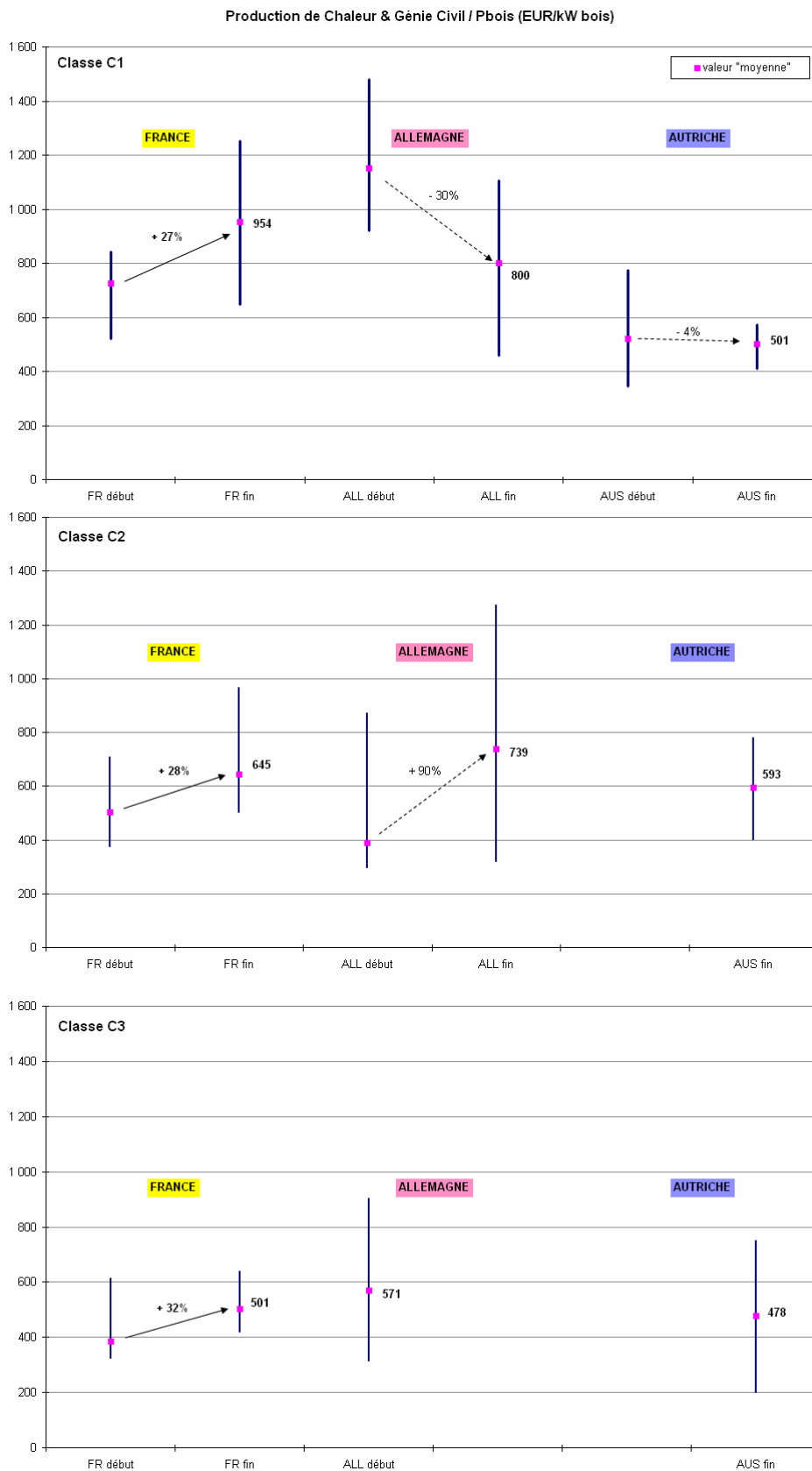
COMPARAISON AVEC L'ALLEMAGNE ET L'AUTRICHE

Le résultat de la comparaison avec les échantillons de projets allemands et autrichiens montre que, malgré l'absence de répétitivité (sauf pour les projets autrichiens des 2 classes de puissance les plus élevées) quant aux contextes et aux caractéristiques des projets, les **plages de coûts d'investissement spécifiques** (rapportés à la puissance bois) dans lesquels les projets évoluent sont **comparables**, la longueur du réseau de distribution et le type de contexte (opération dans laquelle le projet s'inscrit, type de montage du projet, type de maîtrise d'ouvrage) constituant les principaux facteurs de dispersion au niveau du coût global d'investissement.

¹³ Outil d'évaluation des projets bois énergie réalisé pour le compte de l'ADEME (cf. site ademe.fr)

¹⁴ Voir également simulations réalisées par le CIBE (Comité Interprofessionnel du Bois Energie)

Les graphiques ci-après résument la comparaison par classe, en commençant par le poste agrégé « production de chaleur et génie civil ».

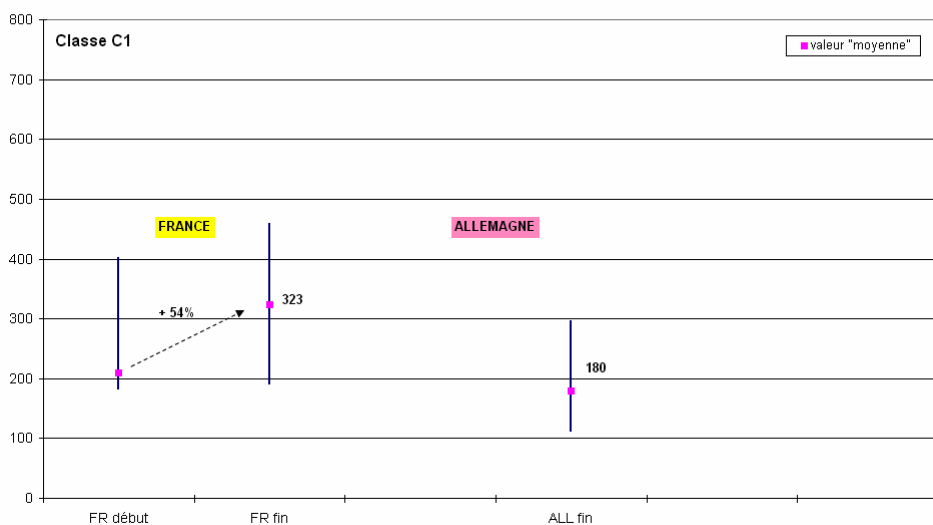


Entre les 3 pays, certaines différences structurelles de conception ont été mises en évidence, différences qui compliquent l'interprétation de la comparaison des ratios économiques par postes. Néanmoins, les principaux écarts suivant ont été relevés :

- Pour la **classe C1**, les **projets français** sont **environ 20% moins chers** que les projets allemands sur le poste « **production de chaleur** » en raison de la proportion plus importante de traitement des fumées (cyclones employés de façon systématique) ;
- En **classe C2**, le poste agrégé « **production de chaleur et génie civil** », est **plus élevé en Allemagne** de l'ordre de 15% (environ 40 à 50% sur le seul poste « production de chaleur ») du fait de différences technologiques : un traitement des émissions systématiquement mis en place et plus sophistiqué¹⁵ à partir de 500kW, des systèmes de désilage à fonds mouvant adaptés à un combustible plus grossier (également en Autriche) ;
- Les **coûts de « génie civil »** relevés **pour les projets français**, sont au moins 1,5 fois **plus importants** que ceux des projets allemands à puissance équivalente. Ils sont aussi supérieurs aux coûts des projets autrichiens qui incluent pourtant des silos et des hangars de taille très nettement supérieure ; ceci indique des **coûts unitaires** au m² sensiblement plus élevés en France par rapport à nos voisins européens sur ce corps d'état. Cet aspect peut suffire à inverser les tendances : ainsi, en classe C1, les projets français sont plus chers en fin de période sur le poste agrégé « production de chaleur et génie civil ».

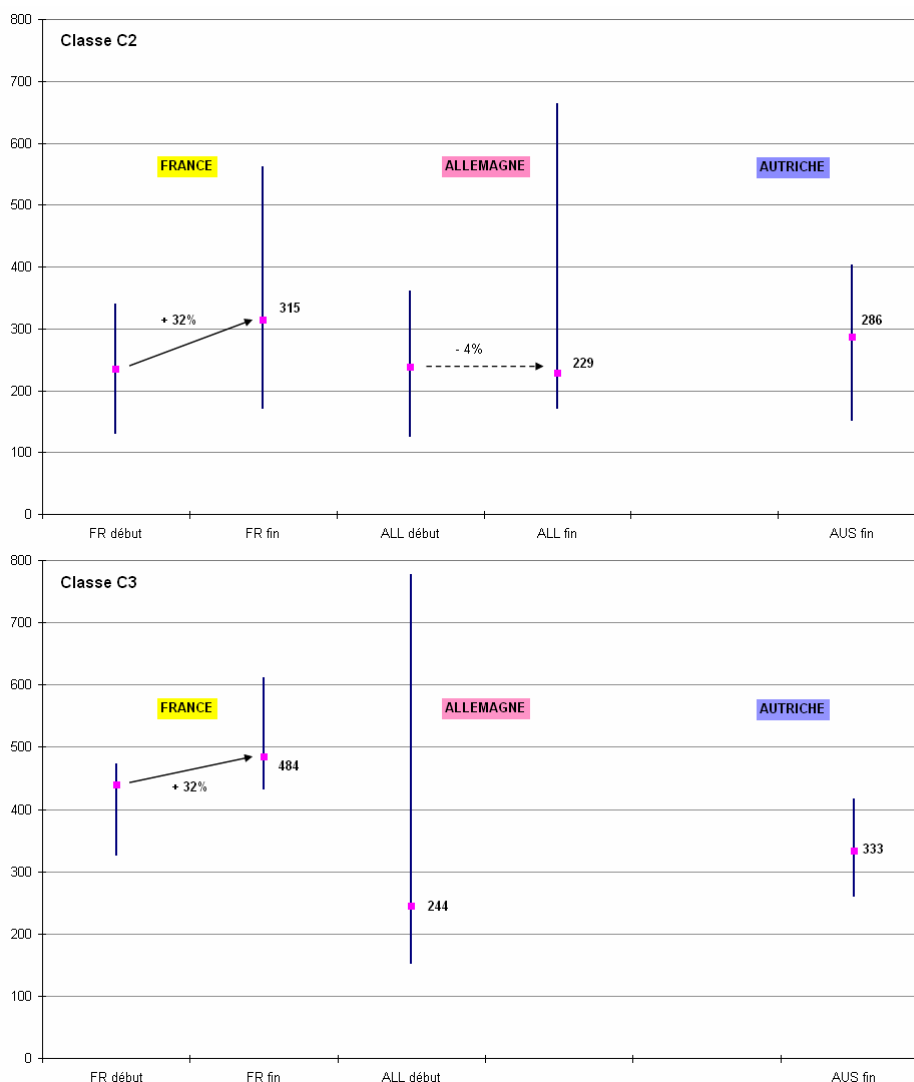
Sur les **autres postes** d'investissement, compte tenu de l'imprécision statistique et des différences de caractéristiques, la comparaison des projets ne montre **pas de différence significative**, notamment en fin de période (graphiques ci-après¹⁶ pour le poste « distribution » des réseaux de chaleur).

Distribution de Chaleur / Longueur de réseau créé (EUR/ml)



¹⁵ Electrofiltres ou condensation des fumées

¹⁶ Données pour C1 sans grande valeur statistique, notamment en Allemagne

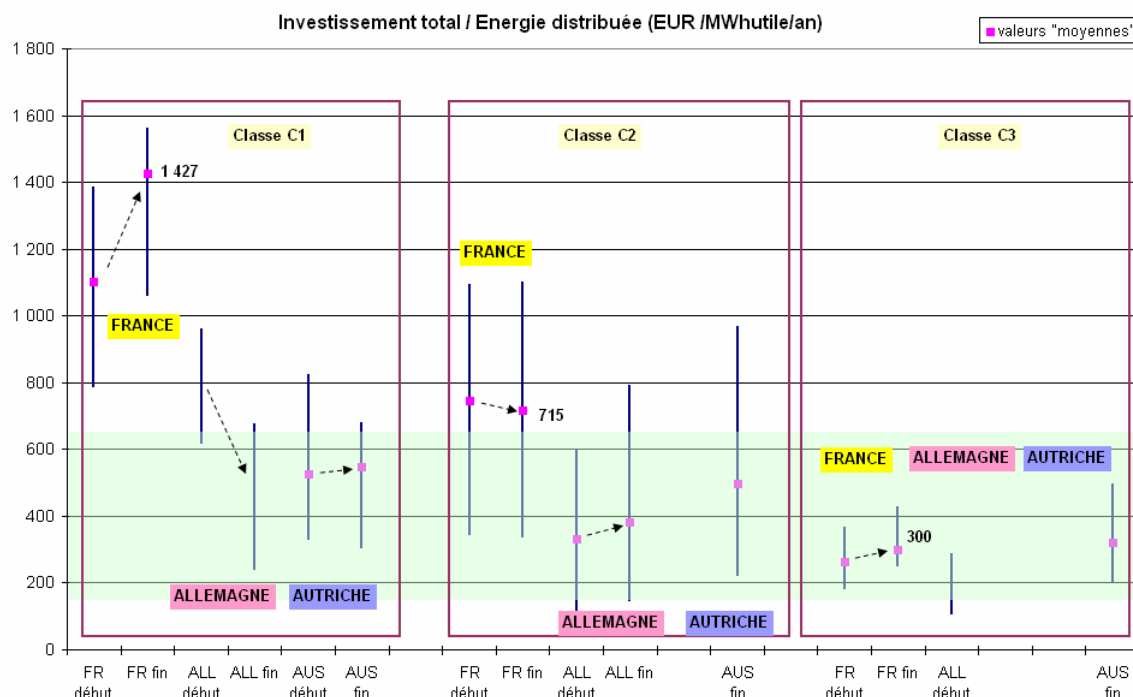


L'analyse des variations entre périodes¹⁷ n'est pas aussi complète pour les projets européens. Néanmoins, la comparaison avec les projets français montre :

- Une forte hausse du poste « production de chaleur », spécifique aux projets allemands, du fait du durcissement progressif des conditions réglementaires sur les émissions ;
- Sur la **classe C1**, une tendance à la baisse des coûts spécifiques de « **production de chaleur** » en Allemagne et une probable stabilité en Autriche. Les **projets français sont les seuls à présenter une augmentation** entre les 2 périodes.

La comparaison avec nos voisins européens a aussi fait apparaître leur souci constant du coût complet de la chaleur produite par les projets bois, dont le **coût d'investissement total ramené à la chaleur totale distribuée annuellement** matérialise la composante liée aux investissements (avant aides).

¹⁷ Permise par l'échantillon



La comparaison de ce ratio entre les 3 pays (ci-dessus¹⁸) indique que :

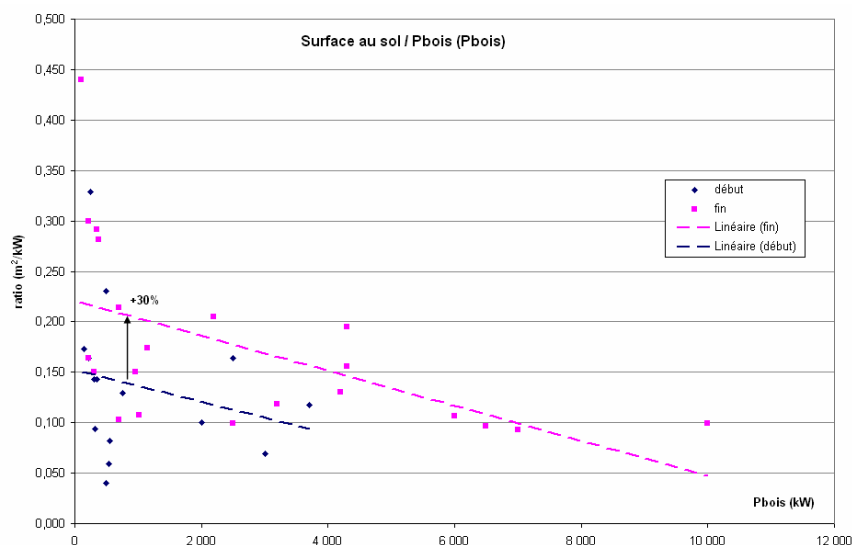
- Les coûts spécifiques d'investissement ramenés à la chaleur annuelle produite convergent sur les échantillons allemands et autrichiens vers une valeur commune proche de **400 EUR/MWh/an**, permettant de situer les conditions économiques moyennes de lancement des projets dans ces pays, cohérente avec les projets français de la classe C3 ;
- Les ratios calculés pour les projets français conduisent au contraire à des valeurs **plus élevées sur les 2 premières classes de puissance**, avec une dispersion plus importante. Cela peut indiquer d'une part, une plus grande difficulté à trouver des besoins de chaleur élevés et réguliers, à installation équivalente, que chez nos voisins européens, d'autre part, une plus grande tolérance en France vis-à-vis de conditions économiques moins favorables pour décider du lancement des projets.

INTERPRETATION DES VARIATIONS OBSERVEES

Sur les 5 ans sur lesquels a porté l'étude, il a été possible de mettre en évidence :

- Une **évolution technologique** des équipements (chaudières, équipements périphériques) visant à en améliorer la performance (rendement, sécurité, contrôle...), sans que l'on puisse l'associer avec certitude à une hausse sur les coûts d'investissement,
- Une **augmentation des dimensions des ouvrages** construits, en partie corrélée à un « rattrapage » des tailles de silos pour augmenter l'autonomie minimale des petites et moyennes installations, comme illustrée ci-après (de l'ordre de 30% pour la surface au sol entre périodes),

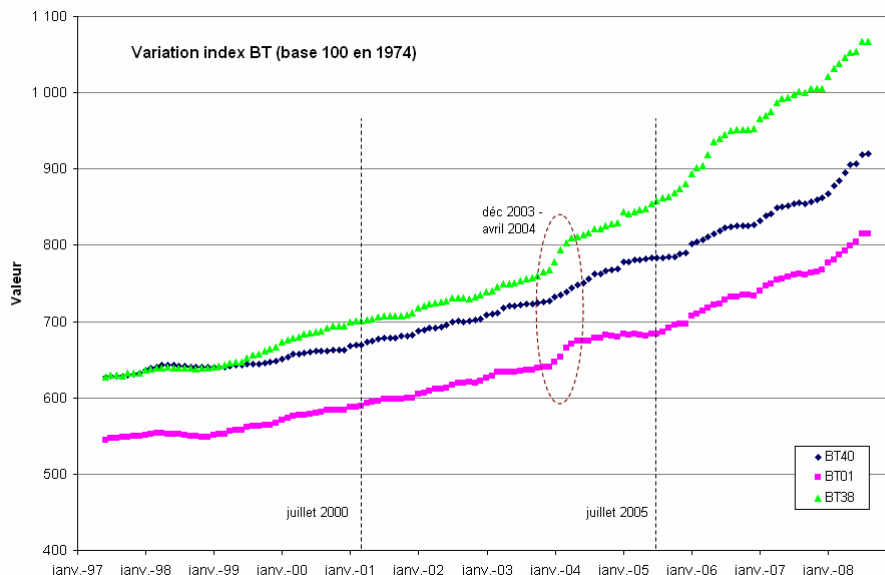
¹⁸ En France : le graphique illustre les réseaux de chaleur



- Un **élargissement de la gamme de puissance unitaire** moyenne (vers les petites puissances) **des sous-stations** mises en œuvre dans les réseaux.

Ces modestes évolutions structurelles sont susceptibles d'avoir contribué à une hausse en moyenne des coûts globaux d'investissement des projets. Cette hausse est **marginale** voire nulle dès lors que l'on s'intéresse aux ratios unitaires calculés par postes de coûts et devant la dispersion des valeurs entre projets.

L'**essentiel** des hausses constatées provient de la répercussion de conditions économiques externes, en premier lieu induites par l'**augmentation de l'acier et de l'énergie**. Cette hausse se poursuit d'ailleurs au-delà de 2005, et s'amplifie, comme le montre le graphique ci-dessous portant sur l'évolution des index¹⁹ du bâtiment (en Euros courants) jusqu'en 2008.



L'accélération des hausses **fin 2003** (ellipse en pointillé brun) a été très nettement ressentie par les acteurs de la filière et constitue un **point de discontinuité** :

- Les marchés signés en fin de période (après juillet 2004) comportent la plupart du temps des formules d'indexation, visant à limiter l'impact des hausses pour les entreprises, alors que cette pratique n'est pratiquement pas observée en début de période ;

¹⁹ Index nationaux publiés par le MEEDDAT. BT01 : bâtiment, tous corps d'état ; BT38 : Plomberie (y compris appareils) ; BT 40 : Chauffage central, hors chauffage électrique.

- en Franche Comté par exemple, c'est aussi à partir de cette période que les demandes d'aides ont été établies à partir des résultats de la consultation des entreprises, au lieu des budgets estimés par les études de faisabilité, de façon à éviter des décalages trop importants.

Les formules d'indexation rencontrées s'appuient en général sur des index TP et BT, utilisés de façon hétérogène entre projets. Ces indices généraux, établis pour l'ensemble du secteur du bâtiment, et bien que détaillés par types de métier ou de prestation, sont insuffisamment représentatifs des spécificités des projets de chaufferie bois : ils tendent à sous-évaluer l'impact des hausses des matières premières et de l'énergie pour ce type de projets. Cette difficulté est commune à l'ensemble des **bâtiments non résidentiels**, qui constituent une famille très disparate.

A partir d'une étude récente²⁰ qui leur est consacrée, une comparaison a pu être effectuée sur le poste « **génie civil** » (VRD comprise). Pour les chaufferies bois de l'échantillon, les ratios évoluent, indépendamment de la période, dans une très large plage de **700 à 3 000 EUR/m²** de surface au sol (chaufferie + silo), autour de 1 700 EUR / m². Ce **résultat est globalement plus élevé** que les taux moyens observés par l'étude citée (entre 100 et 1 424 EUR / m²), en particulier pour les bâtiments industriels²¹ (547 EUR/m²) probablement moins complexes toutefois que les locaux techniques des chaufferies/silos.

En revanche, l'évolution des prix de la construction au m² entre 2000 et 2005 s'élève, en Euros « constants »²², à environ :

- 33% pour l'ensemble des bâtiments non résidentiels,
- 39 % pour les bâtiments industriels, voire davantage pour les locaux techniques à l'intérieur de cette catégorie.

Ces chiffres sont cohérents avec l'ordre de grandeur des variations constatées sur l'échantillon de projets bois (de 30 à 40% selon la puissance).

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'étude a permis de confirmer une hausse des coûts d'investissement des projets français entre 2000 et 2005. Cette hausse moyenne²³ de l'ordre de 27 à 30% impacte de manière comparable l'ensemble des classes de puissance et les postes de coûts, à l'exception du poste « distribution » des réseaux de chaleur de forte puissance pour lequel la hausse serait plus faible (21% en moyenne, s'appliquant toutefois à un coût spécifique plus élevé d'au moins 50% par rapport aux autres classes).

La comparaison avec les projets allemands et autrichiens a montré une compatibilité globale des ratios économiques en fin de période, malgré certaines spécificités propres à chaque pays (traitement des émissions plus poussé en Allemagne, capacité de stockage beaucoup plus importante en Autriche). En France, les coûts de génie civil sont plus élevés d'au moins 50%, à puissance équivalente.

L'étude des facteurs de variation a déterminé que l'essentiel des hausses constatées entre périodes provient de la répercussion de conditions économiques externes, en premier lieu de l'augmentation des prix de l'acier et de l'énergie, notamment de leur bond enregistré fin 2003.

Cette étude a également permis de mettre en évidence plusieurs aspects complémentaires :

- L'absence d'un système de suivi qualité des projets à l'échelon national, qui permettrait de disposer en temps réel des données nécessaires à l'organisation du retour d'expérience,

²⁰ Etude « Le prix de construction des bâtiments non résidentiels autorisés en 2006 » pour le Ministère des Transports, de l'Équipement, du Tourisme et de la Mer. Septembre 2007

²¹ Hors VRD (de l'ordre de 14% du prix total du bâtiment dans ce cas)

²² Après actualisation avec l'indice IPC (resp. 46% et 54% en euros courants)

²³ Etablie sur des cas types homogènes, à partir des ratios types agrégés (production de chaleur et génie civil, distribution de chaleur, honoraires et frais)

- La forte variabilité des situations des projets, tant sur le plan technique qu'économique, et en conséquence la difficulté à les modéliser à partir de « cas moyens »,
- Un coût d'investissement total ramené à la chaleur totale distribuée annuellement plus élevé que dans les autres pays étudiés, pour certains projets des 2 premières classes de puissance (moins de 1,2 MW).

En synthèse, ces divers éléments illustrent la réalité (et les difficultés) du montage des projets. Chaque projet fait l'objet, en fonction de son contexte propre, d'un dimensionnement en principe optimisé de façon à atteindre une économie globale qui autorise son lancement. Cette optimisation concerne non seulement les coûts d'investissement, mais aussi et surtout les besoins de chaleur et les postes de coûts récurrents (combustibles, exploitation, maintenance). La maîtrise nécessaire des coûts d'investissement ne doit donc pas se faire au détriment de l'économie ou de la performance globale des projets, mais au contraire s'effectuer dans ce cadre consolidé.

En effet, une fois les aides déduites, la part investissement représente typiquement de l'ordre de 30% du coût complet de la chaleur²⁴ dans les projets collectifs. Les moyens de contenir les facteurs économiques externes sur la part investissement paraissent objectivement limités ; l'effet de levier doit être recherché plus largement sur le coût complet.

Plusieurs recommandations peuvent ainsi être proposées pour réduire les disparités et favoriser l'optimisation économique des projets :

- Mettre en place au niveau national un **système de gestion de la qualité des projets**, couvrant les phases de conception, de réalisation et d'exploitation. Mettre en place une animation associée qui permette la diffusion des résultats vers les AMO, BET spécialisés et délégataires ;
- Améliorer la compréhension des **critères d'optimisation du coût complet de la chaleur** en fonction des choix de conception ; pour cela, compléter la présente étude pour les coûts récurrents, en affinant la typologie des catégories de projet en fonction de leur contexte ;
- Evaluer la faisabilité de mieux maîtriser les coûts de génie civil par une conception modulaire permettant une **mise en œuvre répétitive sur une catégorie de projets** ;
- Mettre à disposition des délégations régionales, chargées de l'instruction des dossiers d'aide, une « **checklist** » de **ratios techniques et économiques**, établis au niveau des postes de coûts, et visant à réduire les disparités entre projets et à en promouvoir davantage l'optimisation économique (notamment via des plages de variation indicatives pour le taux de charge et le coût d'investissement ramené au MWh utile distribué annuellement, en fonction de la puissance).

²⁴ Source Biomasse Normandie, in « Guide Ademe : Mise en place d'une chaufferie bois », 2007