



Août
2020

SYNTHESE : ARTICULATION DES USAGES ENTRE GRANULES ET PLAQUETTES POUR LES CHAUFFERIES BIOMASSE

Rapport final

ADEME



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

En partenariat avec :



REMERCIEMENTS

Propellet France (Eric VIAL), le SNPGB (Hugues de CHERISEY) et le CIBE (Romain BEGON, Stéphane COUSIN, Clarisse FISCHER et Elodie PAYEN) remercient Alice FAUTRAD et Simon THOUIN (ADEME) ainsi que les professionnels qui ont partagé leurs retours d'expérience : Christelle BOUT (CCI 48), Mathieu CAMPARGUE (RAGT Energie), Éric CASENOVE (Bois Energie 66), Céline CHAPELLE (SIED 70), Daniel CHAZE (Résidence St Nicolas – Langogne 48), Bruno CHIEZE (Compte R.), François CLAIROUIN (Weya), Serge DEFAYE (Débat / Best Energies), Cyril DEROUT (Weiss France), Mathieu FAYRET (Atlanbois), Sébastien GAUTREAU (Piveteau), Raphaëlle GOUEDARD (Ecossoles - 44), Marc LE TREIS (AILE), Denis MAUVISSEAU (Régie de chauffage de Fontenay-sous-Bois - 94), Cyrille MERCIER (Anjou Bois Energie), Thomas PERRISSIN (Ökofen / Easypell), Damien PUECH (Energies 15), Blandine ROBERT (Inddigo), Isabelle RODOT (SERM - 34), Christophe SAINT CYR (Vert Deshy), Denis SCHULTZ (KWB), Olivier SPILLEBOUT (SB Thermique / Herz / Binder) et Karim TABET (Dalkia France).

CITATION DE CE RAPPORT

ADEME, France Bois Forêt, Propellet, SNPGB, CIBE, 2020. Articulation des usages entre granulés et plaquettes pour les chaufferies biomasse. Rapport final. 63 pages.

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

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 le 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.

Ce document est diffusé par l'ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : 1803C0046

**Étude réalisée par Propellet, le SNPGB et le CIBE et cofinancée
par l'ADEME et France Bois Forêt**

Coordination technique - ADEME : FAUTRAD Alice, ingénieur
Direction productions et énergies durables / Service forêt,
alimentation et bioéconomie

SOMMAIRE

1. Contexte et objectif de l'étude	5
2. État des lieux de la filière de production de granulés de bois en France	5
2.1 Ressources utilisées.....	5
2.2 Process de fabrication.....	5
2.3 Caractéristiques des granulés de bois et démarches qualité associées	6
3. Production et consommation de granulés de bois en France.....	7
3.1 Production, import et export	7
3.2 Consommation	7
3.2.1 Secteur domestique.....	7
3.2.2 Secteur collectif et industriel.....	8
4. Prix de vente	9
5. Analyse comparative des caractéristiques des granulés et plaquettes de bois	11
6. Articulation granulés / plaquettes en chaufferie dédiée.....	13
6.1 Retour d'expériences des porteurs de projets.....	13
6.2 Arbre de décision granulés /plaquettes.....	14
6.3 Zones de pertinence technico-économique des chaufferies dédiées aux granulés de bois.....	14
6.3.1 Données sources et principales hypothèses pour les simulations	15
6.3.2 Simulations et résultats	15
6.3.3 Secteur sanitaire et social	16
6.3.4 Logements collectifs	17
6.3.5 Secteur de l'enseignement	18
6.3.6 Secteur tertiaire	19
6.3.7 Grandes tendances	20
7. Usage des granulés de bois sur réseau de chaleur.....	20
8. Conclusion	21

1. Contexte et objectif de l'étude

La consommation en granulés de bois des chaufferies collectives et industrielles en France ne représente qu'environ 5 % du marché français national des granulés, très largement dominé par les usages domestiques dans les poêles et les chaudières des particuliers, et seulement 2 % de l'énergie entrant dans les chaufferies collectives et industrielles (alors que le nombre de chaufferies aux granulés représente près de 20 % de l'ensemble), la très large majorité étant fournie par le bois déchiqueté (plaquettes forestières, connexes des industries du bois, broyats de bois en fin de vie...).

Face à ce constat, **il est important pour la filière bois-énergie de mieux connaître les chaufferies utilisant des granulés de bois et d'accompagner leur développement grâce à une meilleure appréhension de la logique prévalant à leur réalisation et une connaissance approfondie de l'articulation possible entre l'usage des granulés et des plaquettes.** C'est la condition pour proposer une offre complète de solutions et toucher ainsi un plus large public. La présente étude vise à répondre à cette attente.

2. État des lieux de la filière de production de granulés de bois en France

Les granulés de bois proviennent du compactage de sciures ou d'autres sources de bois finement broyées. La matière première tout d'abord séchée, éventuellement broyée ou affinée, est ensuite comprimée mécaniquement sous la forme de cylindres. La taille de ces cylindres est généralement comprise entre 15 à 20 mm de longueur pour 6 à 8 mm de diamètre.

2.1 Ressources utilisées

Les différentes ressources utilisées sont les suivantes :

- Une ressource principale : les **produits connexes de scierie** (majoritairement issus de bois résineux), dont le volume dépend de l'activité de ces dernières. En conséquence, les quantités générées peuvent être limitantes pour la production de granulés de bois mais ce dernier bénéficie toutefois de la baisse de consommation des connexes tant par l'industrie du panneau de bois, à mesure que celle-ci accroît ses usages de bois recyclés comme matières premières, que par le secteur de la pâte à papier (fermetures ou reconversions d'unités).
- Une ressource en devenir : les **rondins forestiers**. L'usage de certains bois forestiers (majoritairement des feuillus) dont l'exploitation est nécessaire à une bonne croissance des arbres et à la production de grumes de qualité représente un potentiel en devenir. **Il est nécessaire que cette mobilisation supplémentaire de bois se fasse dans le cadre d'une gestion durable de la forêt**, ce qui oriente vraisemblablement vers la systématisation de la certification PEFC (ou FSC ou équivalent) de la matière première des granulés de bois.

2.2 Process de fabrication

Les granulés sont obtenus par compression de fines particules. Des étapes préalables de préparation des bois peuvent donc s'avérer nécessaires selon la ressource utilisée :

- les sciures sont affinées (broyage fin) pour obtenir la granulométrie souhaitée ;
- les plaquettes requièrent un broyage pour obtenir de la sciure qui sera affinée ;
- les rondins doivent être écorchés puis transformés en plaquettes, lesquelles sont ensuite broyées.

En matière d'essences de bois, les granulés français sont majoritairement issus de résineux. Seuls

10-12 % de la production proviennent d'un mix feuillu / résineux (avec 30 à 60 % de feuillu selon les producteurs) et rares sont les granulés purement feuillus.

S'ils sont destinés au marché des particuliers équipés de poêles, les granulés sont conditionnés en **sacs** (principalement de 15 kg). La livraison des chaudières domestiques et collectives est quant à elle effectuée **en vrac**, généralement par des camions équipés d'un système de déchargement pneumatique et éventuellement, pour les plus grandes installations, par des conteneurs, des bennes simples ou à fond mouvant.

2.3 Caractéristiques des granulés de bois et démarches qualité associées

Les caractéristiques des granulés de bois et les matières premières admissibles pour leur production sont précisées dans la norme **NF EN ISO 17225-2** selon deux grandes catégories, chacune étant divisée en trois classes :

- **usage domestique**, pour la production de chaleur par les ménages et les **chaufferies collectives** ;
- **usage industriel**, pour les installations de forte puissance.

Sont notamment définies les exigences en matière de taux d'humidité, de granulométrie, de pouvoir calorifique inférieur (PCI), de taux de cendres, de teneurs en azote et chlore.

Principales caractéristiques des granulés de bois définies dans la norme NF EN ISO 17225-2

Usages	Classes	Humidité	Cendres	PCI	Résistance mécanique	Fines	Azote	Chlore		
		% masse brute	% masse sèche	kWh/t	% masse brute	% masse brute	% masse sèche			
Résidentiel et collectif	A1	< 10 %	<0,7	> 4 600	>97,5	<1%	<0,3	<0,02		
	A2		<1,2				<0,5			
Collectif	B		<2				<1	<0,03		
Industriel	I1		<1				97,5 à 99	<4%	<0,3	<0,03
	I2		<1,5				97 à 99	<5%	<0,05	
	I3		<3				97,5 à 99	<6%	<0,6	<0,1

En France, seule la catégorie A1 (granulés de qualité « premium ») est produite

Il existe plusieurs certifications qui attestent de la qualité des granulés :

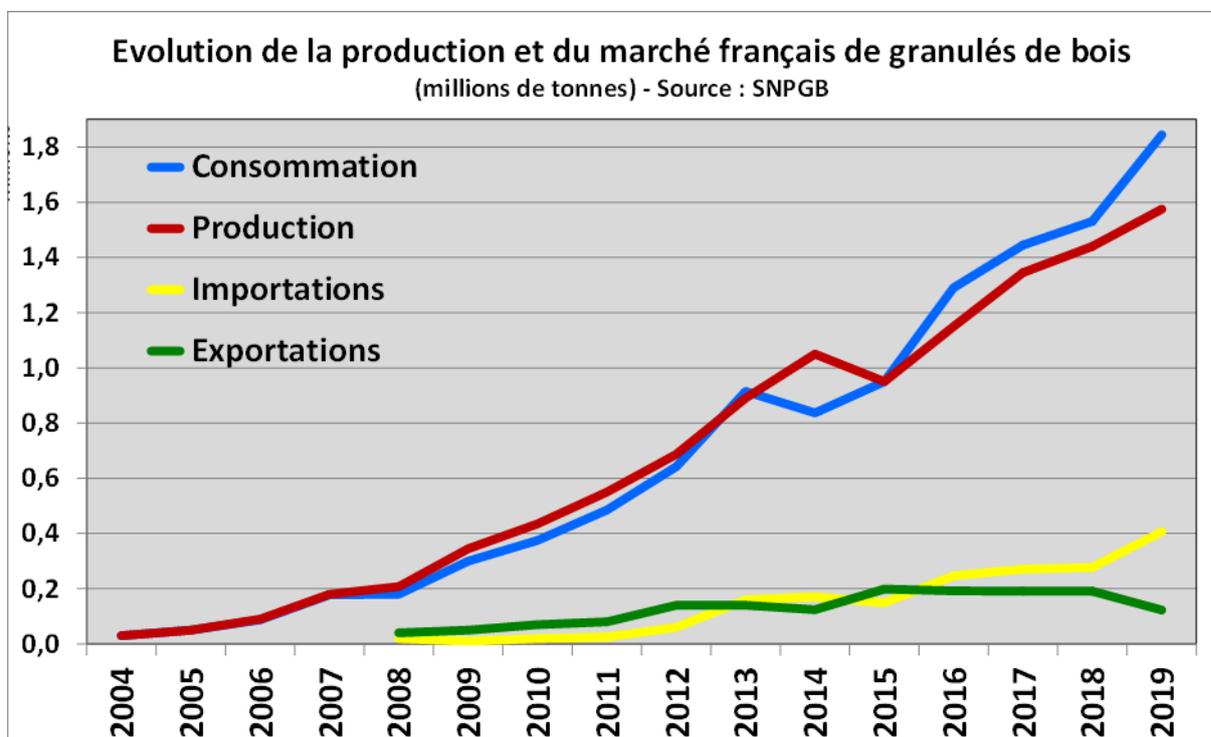
- NF Biocombustibles solides
- DINplus
- ENplus

Les trois certifient le respect de la même norme NF EN ISO 17225-2 par les producteurs et les distributeurs. Ces certifications « produits » coexistent, avec cependant des éléments de positionnement un peu différents quant à la proximité avec les opérateurs, à leur coût ou aux spécifications supplémentaires ajoutées à celles de la norme.

En parallèle, les granulés peuvent être certifiés **PEFC** ou **FSC**, deux programmes de certification de la gestion durable des forêts.

3. Production et consommation de granulés de bois en France

3.1 Production, import et export



Évolution de la production et du marché français du granulés de bois (source : SNPGB)

En 2019, la production de granulés avoisinait les 1,65 million de tonnes, soit une multiplication par 100 en moins de 20 ans. Depuis 2008, la production évolue de manière quasi linéaire avec en moyenne un accroissement de l'ordre de 125 000 tonnes chaque année.

La totalité de la production de granulés en France est certifiée, à l'exception d'une très faible part issue de petits ou très petits producteurs alimentant des marchés de proximité.

La production de granulés étant destinée à plus de 90 % au secteur domestique, la croissance du parc d'installations de chauffage utilisant ce combustible chez les particuliers depuis près de 20 ans explique la forte hausse des consommations. Depuis 2019, plus d'un million de ménages français (1,11) utilisent les granulés pour se chauffer.

La France s'efforce de maintenir une situation d'autosuffisance avec une production qui croît au rythme de la consommation. Pourtant des flux transfrontaliers sont inévitables pour équilibrer les marchés, les différences de prix conjoncturelles entre les pays pouvant également influencer l'import-export.

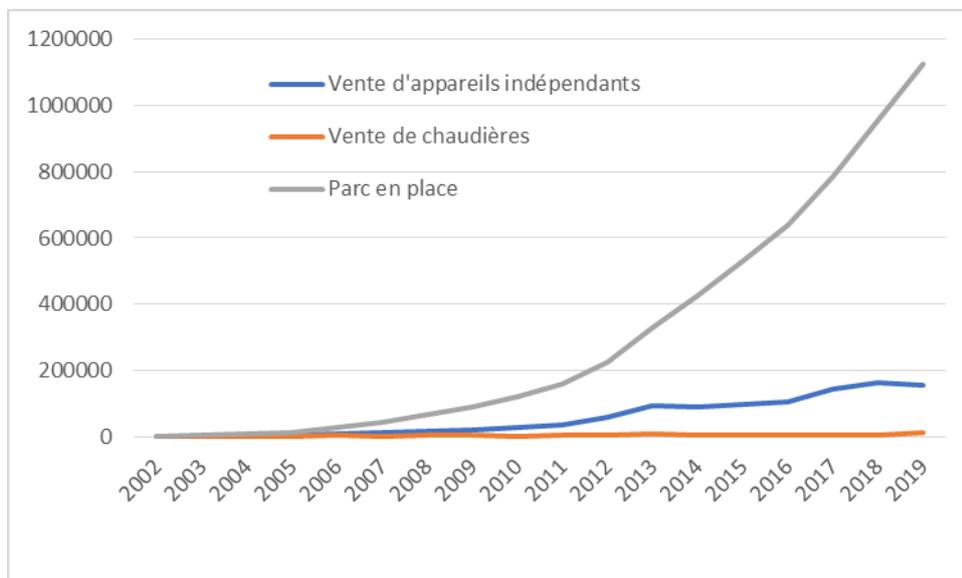
3.2 Consommation

3.2.1 Secteur domestique

La production de granulés est destinée à plus de 90 % au secteur domestique, l'impact de l'évolution du parc est donc primordial.

Évolution des ventes d'appareils et du parc de chauffage domestique aux granulés de 2002 à 2019

(source : SNPGB et Propellet, d'après ADEME / Observ'ER)

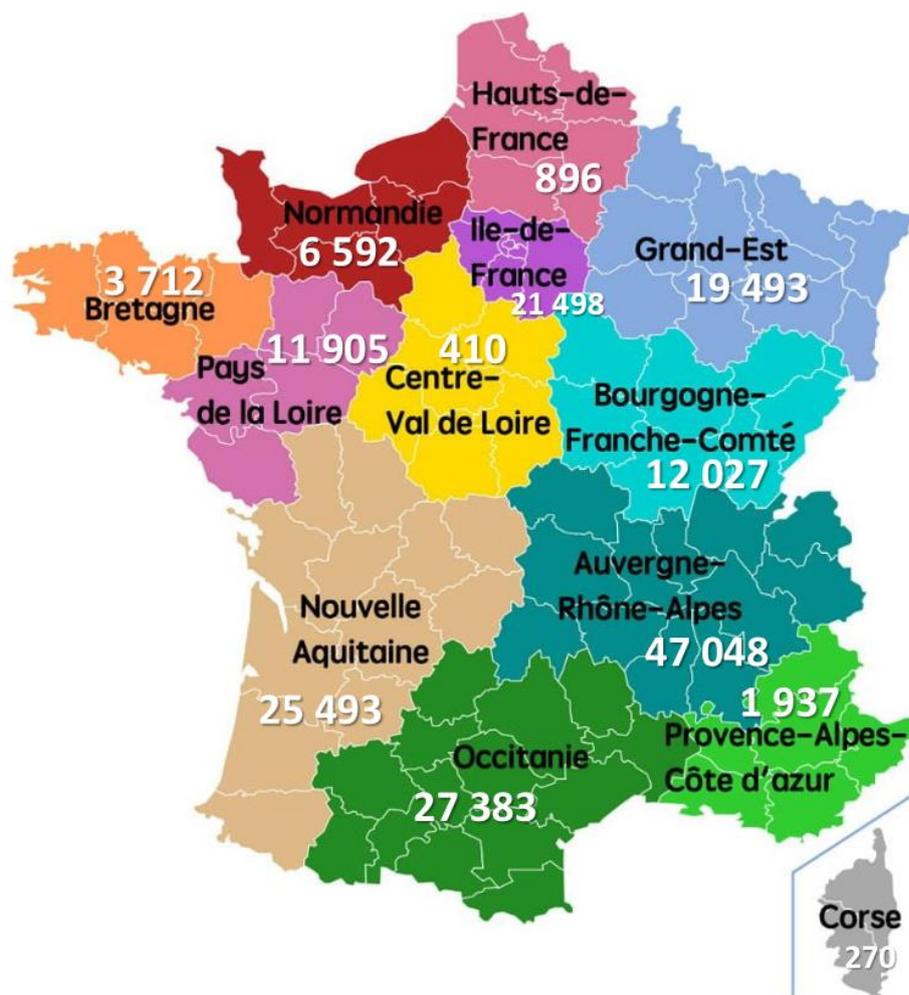


3.2.2 Secteur collectif et industriel

Dans le secteur collectif / industriel, le CIBE recense, en 2018, 1 156 chaufferies de plus de 50 kW aux granulés de bois qui représentent une puissance cumulée de 178 MW.

Hors CPCU, les chaufferies aux granulés représentent **18 % du nombre et 2 % de la puissance des installations bois-énergie de plus de 50 kW**. Plus de 90 % des chaudières aux granulés ont une puissance inférieure à 300 kW. La consommation cumulée de granulés s'élève à **70 000 t/an** pour le secteur collectif et industriel, ce qui représente de l'ordre de 5 % de la consommation de granulés de bois en France.

Répartition régionale de la puissance cumulée (en kW) des installations collectives et industrielles aux granulés de bois identifiées par le réseau des animateurs bois-énergie (Source : CIBE - 2019)



4. Prix de vente

Concernant le prix des granulés, on peut distinguer deux prix, en sortie d'usine et en entrée de chaufferie.

Tous les trimestres, le CEEB (Centre d'études de l'économie du bois) produit une mercuriale du bois-énergie, dans laquelle figurent les prix (HT) et/ou indices d'évolution des prix des combustibles utilisés par les particuliers et les chaufferies collectives et industrielles, au départ de leur site de production (les indices sont mensuels). Les données sont disponibles sur le site du CEEB depuis 2014 (www.ceebois.fr) et sur le site du CIBE depuis 2011 (www.cibe.fr/prix-du-bois-energie).

Sur la période 2011-2019, le prix des granulés en vrac se situe entre 170 et 200 €HT/t départ usine, avec une évolution cyclique entre ces deux valeurs : hausse de 2011 à 2013, baisse de 2014 à 2016, hausse de 2016 à 2019.

Dans ses mercuriales, le CEEB présente également des prix (et les indices associés) payés par le consommateur (TTC):

- pour les particuliers : granulés en sacs avec enlèvement chez le distributeur par palette complète ;
- pour les particuliers et éventuellement les chaufferies collectives : granulés en vrac livrés par 5 tonnes jusqu'à 50 km.

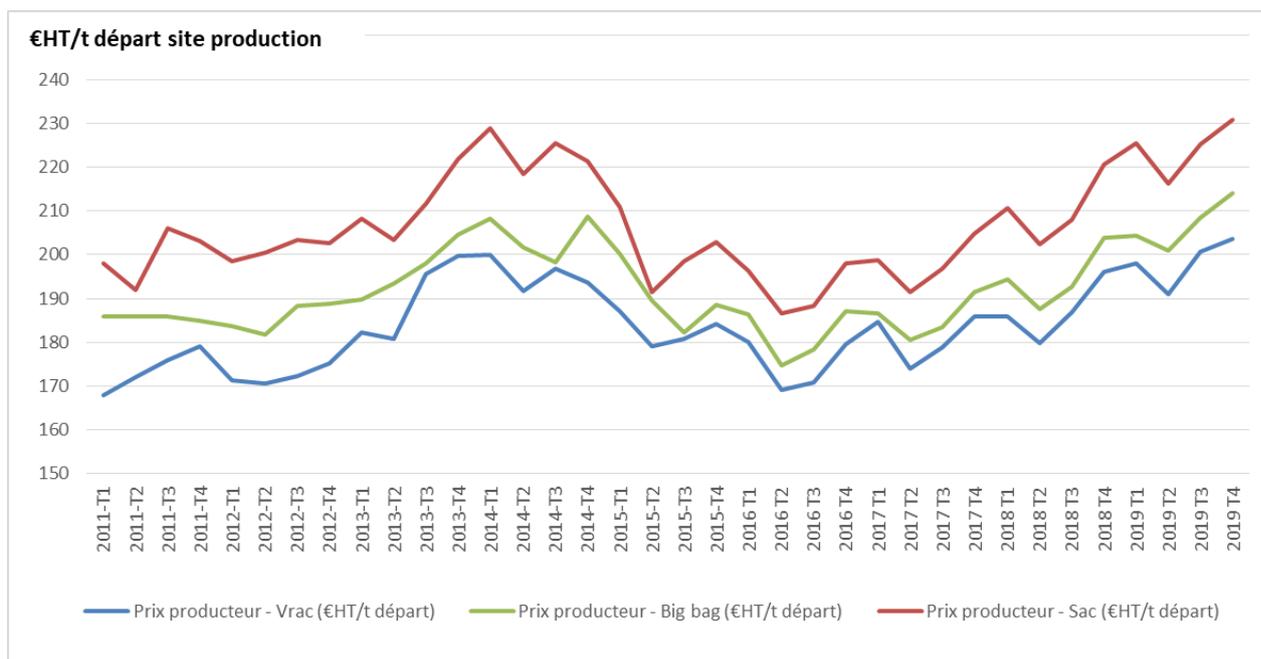
Il existe une source complémentaire : l'ADEME confie chaque année à CODA Stratégies la réalisation d'une étude sur les prix des combustibles bois, que ceux-ci soient consommés par les particuliers ou les chaufferies collectives (www.ademe.fr/enquete-prix-combustibles-bois-2019).

L'étude ADEME / CODA Stratégies montre que le prix des granulés livré en chaufferie varie, en moyenne selon la puissance de cette dernière, de 214 à 234 €HT/t pour la saison 2017/2018 et de 231 à 248 €HT/t pour la saison 2018/2019.

La comparaison entre les sources de données permet de dégager des enseignements sur :

- **l'écart au prix moyen constaté auprès des distributeurs : les chaufferies collectives bénéficient d'une décote de 10 à 20 %** selon la puissance de la chaudière (et donc la quantité consommée) et la saison de chauffe ;
- **le coût moyen de l'ensemble transport + marge du distributeur : de 30 à 55 €HT/t** selon la quantité annuelle livrée et la saison de chauffe.

Prix des granulés en sortie d'usine (source : CEEB)



5. Analyse comparative des caractéristiques des granulés et plaquettes de bois

Dans le cadre de la présente étude sont considérées deux des catégories de combustibles définies dans la classification du CIBE :

- **C1 : produit calibré fin et sec (petites plaquettes), adapté aux chaufferies de petite puissance (moins de 200-500 kW) ;**
- **C2 : produit calibré et ressuyé (plaquettes), adapté aux chaufferies de moyenne puissance (de 300 kW à 2 MW).**

Caractéristiques comparées des granulés et plaquettes de bois (source : CIBE)

	Taux d'humidité (% sur masse brute)	Pouvoir calorifique (MWhPCI/t)	Densité (t/m ³ apparent)	Densité énergétique (MWhPCI/m ³ apparent)
Granulés	8	4,8	0,70	3,36
Plaquettes de type C1	25	3,7	0,25	0,93
Plaquettes de type C2	35	3,1	0,30	0,93

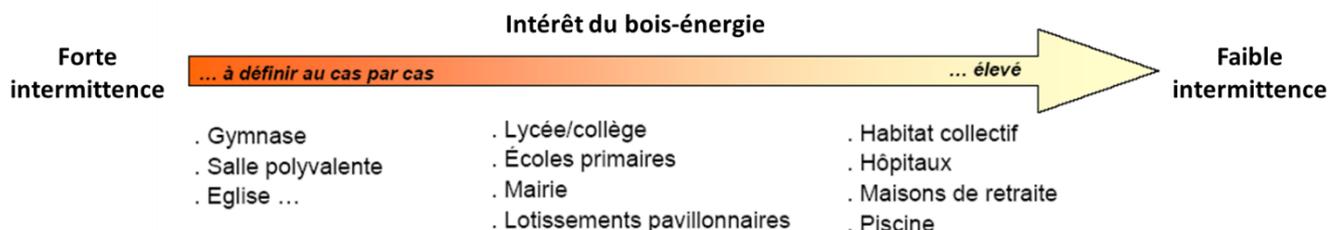
Il ressort de l'analyse des différences sur les aspects techniques, économiques et environnementaux des granulés et plaquettes (tableau ci-dessous) qu'il existe des binômes « puissance de la chaudière bois » et « production annuelle d'énergie à partir du bois » pour lesquels le coût global de la chaleur est identique pour les granulés et les plaquettes.

Pour comparer les deux combustibles, il faut donc calculer le rapport « **production / puissance** ».

Ce dernier est intimement lié au **profil des besoins thermiques** du bâtiment chauffé et reflète le **degré d'intermittence d'usage** de la chaleur.

Pour les bâtiments peu consommateurs ou dont l'intermittence d'usage est forte, le surcoût d'investissement des installations aux plaquettes n'est pas compensé par les économies sur l'achat de combustible et la solution aux granulés devient alors plus intéressante.

Intermittence d'usage et intérêt du bois-énergie (source : Biomasse Normandie)



6. Articulation granulés / plaquettes en chaufferie dédiée

6.1 Retour d'expériences des porteurs de projets

Dans le cadre de la comparaison à une **énergie fossile**, un propos systématique est tenu : **il y a peu de chaudières collectives aux granulés dans les secteurs desservis par le gaz naturel.**

Face au fioul domestique ou au propane, les installations aux granulés sont au contraire compétitives.

Dans le cadre de la comparaison avec les **plaquettes**, deux éléments d'ordre technique sont regardés en priorité :

- **la superficie du site pressenti pour accueillir la chaufferie**
- **l'accessibilité du site aux camions de livraison**

Deux autres critères sont également à prendre en considération car susceptibles d'orienter le choix :

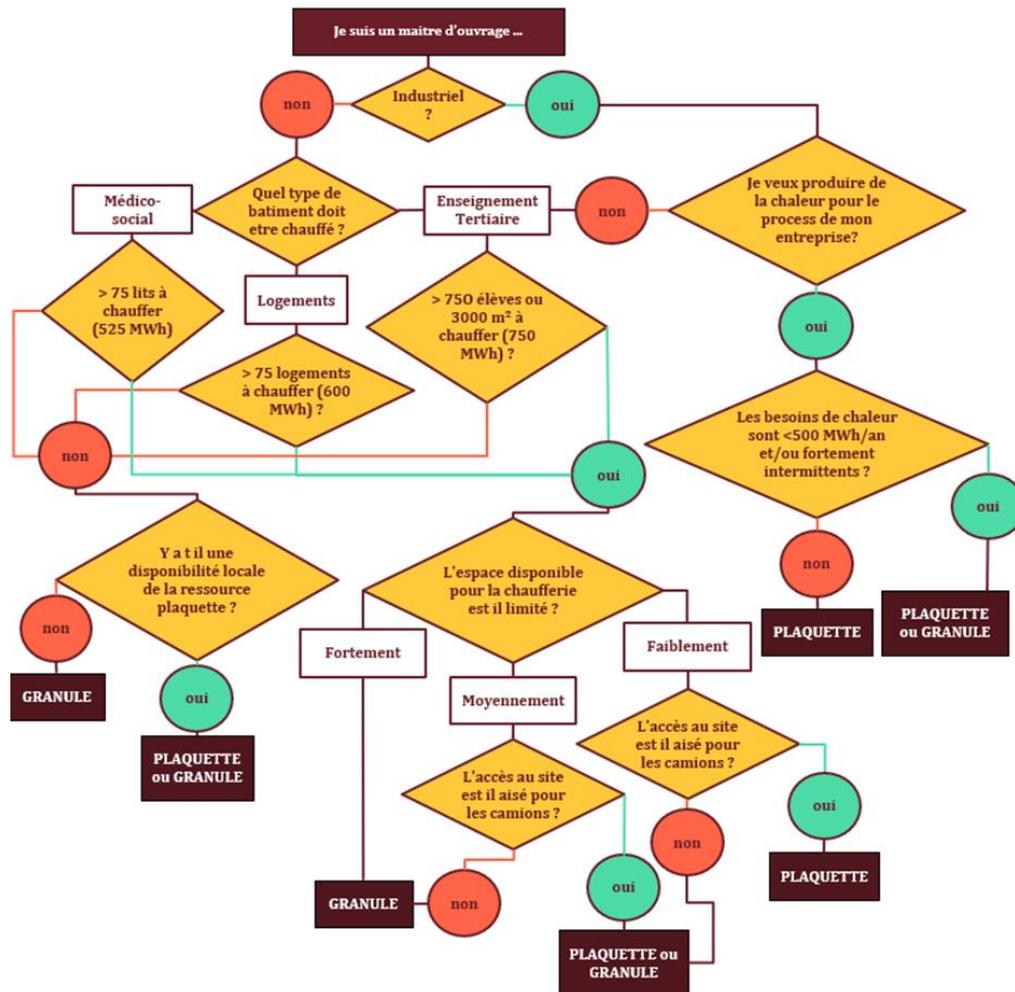
- **les moyens dont le maître d'ouvrage dispose pour assurer l'exploitation de l'installation ;**
- **l'analyse en coûts différenciés investissement / fonctionnement**

Vient enfin l'analyse économique en coût global, qui est dans la grande majorité des cas décisive pour le choix du maître d'ouvrage.

Les experts interrogés constatent que la majorité des installations aux granulés ont une puissance inférieure à **150-200 kW** (la plage observable pouvant aller jusqu'à 400 kW voire 500 kW) et que leur pertinence vis-à-vis des installations aux plaquettes **augmente avec l'intermittence d'usage des bâtiments.**

6.2 Arbre de décision granulés /plaquettes

Arbre de décision permettant de distinguer les situations pertinentes pour l'installation de chaufferies plaquettes ou granulés (source : CIBE)



6.3 Zones de pertinence technico-économique des chaufferies dédiées aux granulés de bois

Un maître d'ouvrage pourra faire le choix d'une chaufferie collective aux granulés :

- dans un **objectif environnemental**, face aux énergies fossiles concurrentes ;
- du fait d'une **configuration technique de l'existant** n'autorisant pas la mise en œuvre d'une chaufferie aux plaquettes (foncier disponible réduit, difficulté d'accès pour la livraison du combustible, nécessité d'intégrer les éléments à une chaufferie existante...) ;
- afin de privilégier une technologie exigeant **moins de main-d'œuvre** que les plaquettes pour l'exploitation quotidienne des installations ;
- afin de **limiter les rotations** et/ou la taille des camions de livraison de combustibles.

Dans la plupart des cas, cependant, trois solutions techniques pourront être envisagées : une chaufferie aux énergies fossiles, une chaufferie aux granulés et une chaufferie aux plaquettes. C'est alors souvent le **critère économique** qui orientera le maître d'ouvrage dans ses choix.

6.3.1 Données sources et principales hypothèses pour les simulations

On détermine pour chaque énergie et pour des puissances différentes, **l'investissement nécessaire et le coût d'exploitation** divisé en deux catégories : conduite et entretien courant (P2) et gros entretien et renouvellement (P3)

- Fossile : Perspectives d'usage des granulés de bois comme combustible dans les secteurs collectif, tertiaire et industriel », ADEME / DRAAF Pays-de-la-Loire / SNPGB / CIBE, 2011
- Plaquette : « Étude des coûts d'investissement et d'exploitation associés aux installations biomasse énergie des secteurs collectif et industriel », ADEME / Kalice / Biomasse Normandie, 2015
- Granulés : Les hypothèses sont principalement issues des données recueillies pour les cas référents, actualisées pour obtenir des valeurs 2018. Elles ont été complétées par quelques éléments fournis par des constructeurs / fournisseurs d'équipements.

On considère ensuite les aides publiques, deux cas sont possibles :

- lorsque l'installation produit moins de 1.200 MWh/an à partir de bois, il est considéré un taux d'aide de 50 % du surcoût d'investissement (ce soutien est principalement apporté par les Régions et/ou les Départements) ;
- lorsque l'installation produit plus de 1.200 MWh/an à partir de bois, on considère l'application de la grille 2020 du Fonds Chaleur avec un maximum d'aide fixé à 50 % du surcoût d'investissement.

Dans l'ensemble des simulations conduites, **le choix a été fait de considérer un secours total des installations de production d'énergie à l'aide d'une chaudière utilisant une énergie fossile, cette dernière assurant également l'appoint pour 10 à 15 % des besoins.**

6.3.2 Simulations et résultats

L'analyse de l'intérêt économique d'un projet s'effectue par la comparaison des factures énergétiques en coût global des différentes solutions étudiées (énergie fossile, plaquettes, granulés). qui correspond à la somme de l'ensemble des postes de charge liés à la production d'énergie, ramenée à l'unité de chaleur distribuée en pied d'immeuble.

Pour une chaufferie dédiée, elle intègre donc :

- l'achat de combustible (énergie fossile, plaquettes, granulés) ;
- les charges d'électricité et d'entretien courant ;
- les provisions pour grosse réparation ;
- les annuités d'amortissement des investissements.

Pour les simulations, quatre situations sont distinguées selon :

- **l'intermittence d'usage**, approchée par le nombre d'heure de fonctionnement à équivalent pleine puissance de la chaudière plaquettes ;
- **la possibilité ou non de se faire rembourser la TVA.**

Les résultats des zones de pertinence économique (coût global) des combustibles bois ou fossiles sont illustrés sous forme de graphiques.



6.3.3 Secteur sanitaire et social

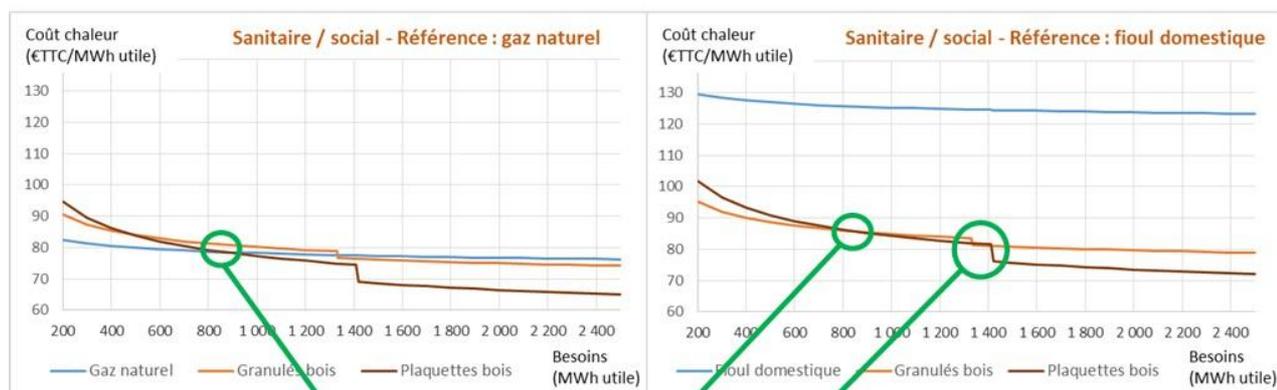
Face au fioul domestique (95 €TTC/MWhPCI), une chaudière bois dédiée à un établissement du secteur sanitaire et social présente une compétitivité systématique et très forte.

Face au gaz naturel (55 €TTC/MWhPCI), il convient de distinguer les deux combustibles bois :

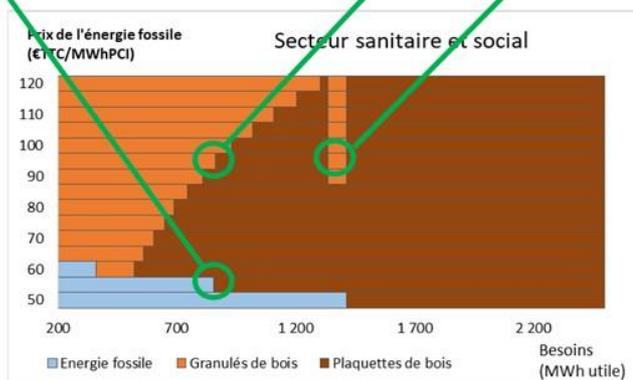
- plaquettes : faible compétitivité pour des besoins se situant entre 900 et 1.400 MWh utiles, forte compétitivité au-delà de 1.400 MWh utiles (grâce au bénéfice du Fonds Chaleur) ;
- granulés : le Fonds Chaleur leur permet d'être très légèrement compétitifs pour des besoins supérieurs à 1.350 MWh utiles.

Si l'on ne considère que les deux solutions bois, les granulés sont compétitifs vis-à-vis des plaquettes pour des besoins inférieurs à 450 MWh utiles lorsque le gaz naturel est utilisé comme énergie d'appoint et inférieurs à 800 MWh utiles lorsque le fioul domestique remplit cet usage.

Graphique : Coût global de la chaleur selon le combustible utilisé et les besoins thermiques



Graphique : Combustible permettant d'obtenir le moindre coût global de la chaleur selon le prix de l'énergie fossile de référence et les besoins thermiques



Ce graphique se comprend de la manière suivante :

- pour des besoins de 1 700 MWh utiles et un prix de l'énergie fossile de 100 €TTC/MWhPCI, la solution qui présente le moindre coût global de la chaleur est le bois sous la forme de plaquettes ;
- pour des besoins de 500 MWh utiles et un prix de l'énergie fossile de 70 €TTC/MWhPCI, la solution qui présente le moindre coût global de la chaleur est le bois sous la forme de granulés.

6.3.4 Logements collectifs

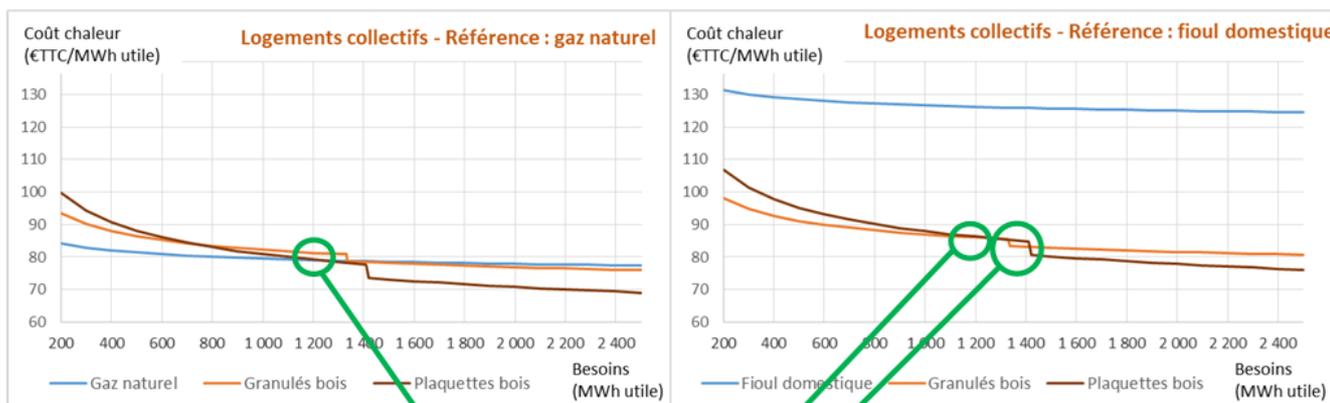
Face au fioul domestique, une chaudière bois dédiée à un bâtiment de **logements collectifs** présente une compétitivité systématique et très forte.

Face au gaz naturel, il convient de distinguer les deux combustibles bois :

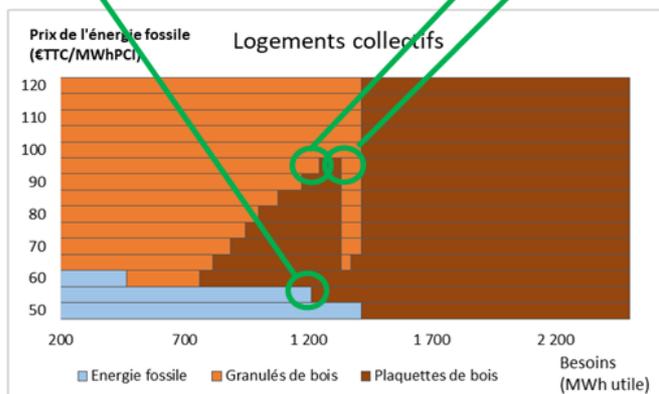
- plaquettes : compétitivité au-delà de 1.400 MWh utiles (grâce au bénéfice du Fonds Chaleur) ;
- granulés : le Fonds Chaleur leur permet d’être très légèrement compétitifs pour des besoins supérieurs à 1.350 MWh utiles.

Si l’on ne considère que les deux solutions bois, les granulés sont compétitifs vis-à-vis des plaquettes pour des besoins inférieurs à 700 MWh utiles lorsque le gaz naturel est utilisé comme énergie d’appoint et inférieurs à 1.200 MWh utiles lorsque le fioul domestique remplit cet usage. Les plaquettes sont donc compétitives pour des besoins supérieurs.

Graphique : Coût global de la chaleur selon le combustible utilisé et les besoins thermiques



Graphique : Combustible permettant d’obtenir le moindre coût global de la chaleur selon le prix de l’énergie fossile de référence et les besoins thermiques



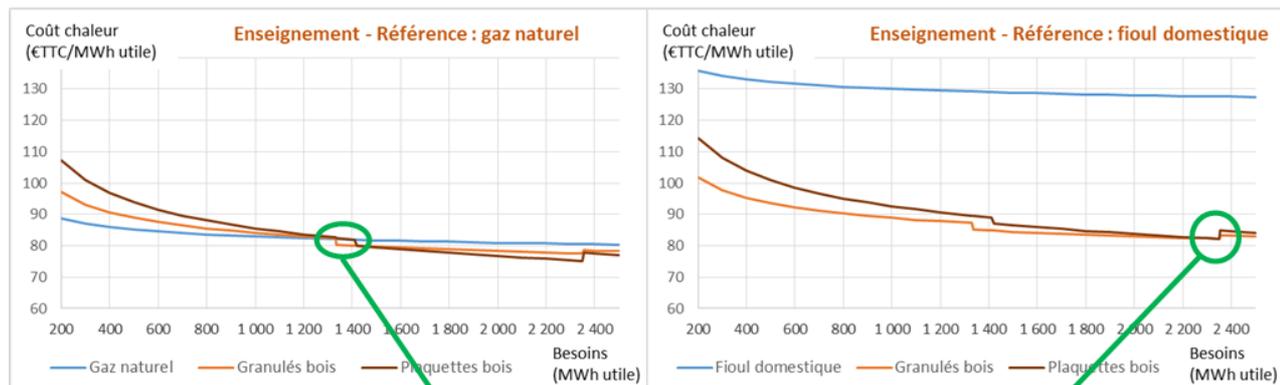
6.3.5 Secteur de l'enseignement

Face au fioul domestique, une chaudière bois dédiée à un établissement du **secteur de l'enseignement** présente une compétitivité systématique et très forte.

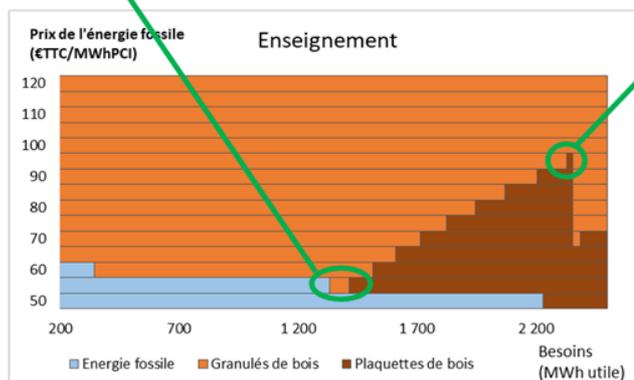
Face au gaz naturel, le bois est compétitif au-delà de 1 350-1 400 MWh utiles (grâce au bénéfice du Fonds Chaleur).

Si l'on ne considère que les deux solutions bois, les granulés sont compétitifs vis-à-vis des plaquettes pour des besoins inférieurs à 1 400 MWh utiles lorsque le gaz naturel est utilisé comme énergie d'appoint. Lorsque le fioul domestique remplit cet usage, les granulés sont systématiquement compétitifs sur l'ensemble de la plage de besoins considérée (200 à 2 500 MWh utiles).

Graphique : Coût global de la chaleur selon le combustible utilisé et les besoins thermiques



Graphique : Combustible permettant d'obtenir le moindre coût global de la chaleur selon le prix de l'énergie fossile de référence et les besoins thermiques



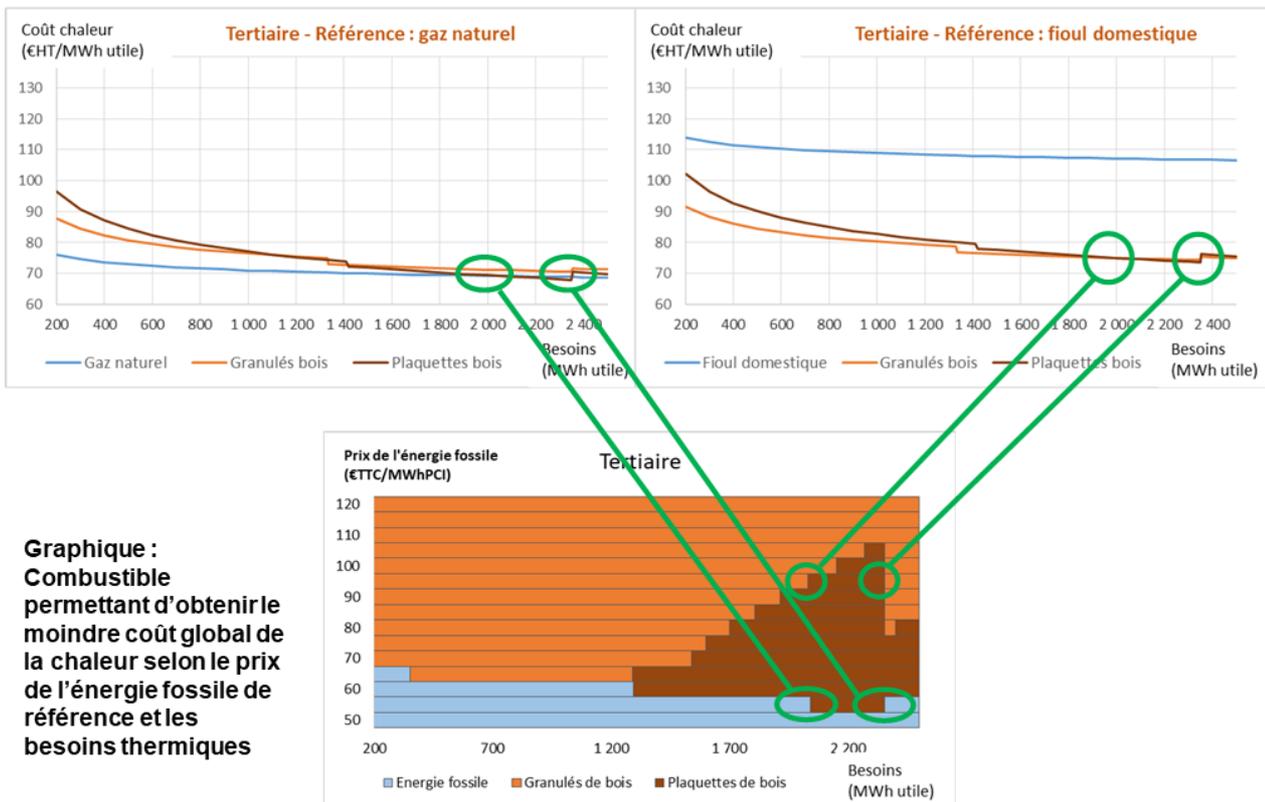
6.3.6 Secteur tertiaire

Face au fioul domestique, une chaudière bois dédiée à un établissement du **secteur tertiaire** présente une compétitivité systématique et très forte.

Face au gaz naturel, le bois n'est que très légèrement compétitif, sous la forme de plaquettes, entre 2 000 et 2 350 MWh utiles.

Si l'on ne considère que les deux solutions bois, les granulés sont compétitifs vis-à-vis des plaquettes pour des besoins inférieurs à 1 000 MWh utiles lorsque le gaz naturel est utilisé comme énergie d'appoint, les plaquettes prenant le relais ensuite. Lorsque le fioul domestique remplit cet usage, les granulés sont compétitifs jusqu'à 2 000 MWh utiles.

Graphique : Coût global de la chaleur selon le combustible utilisé et les besoins thermiques



Graphique : Combustible permettant d'obtenir le moindre coût global de la chaleur selon le prix de l'énergie fossile de référence et les besoins thermiques



6.3.7 Grandes tendances

Les simulations réalisées permettent de tirer de grandes tendances. Il convient toutefois de noter que les valeurs des besoins mentionnées ci-dessous dépendent des hypothèses retenues mais que les positionnements relatifs des uns par rapport aux autres restent valables : pour l'étude d'un projet, il est nécessaire de considérer les données réelles et il n'est pas possible de se baser sur ces simulations pour en déterminer la pertinence.

- 1) **Face au fioul domestique (95 €/TTC/MWhPCI), les chaufferies dédiées au bois sont systématiquement compétitives, et ce de manière marquée.**
- 2) **Face au gaz naturel (55€/TTC/MWhPCI), a contrario, les chaufferies dédiées au bois ne sont compétitives que dans de rares cas :**
 - de manière sensible pour les plaquettes dans les secteurs sanitaire / social et résidentiel collectif au-delà de 1 400 MWh utiles de besoins (grâce au bénéfice du Fonds Chaleur) ;
 - de manière moins évidente dans le secteur de l'enseignement, pour les granulés comme pour les plaquettes, toujours au-delà de 1 400 MWh utiles de besoins.
- 3) **Lorsque les deux solutions bois sont comparées entre elles (indépendamment de la solution de référence), la pertinence de la solution granulés s'amointrit lorsque l'intermittence diminue (et celle de la solution plaquettes s'accroît alors) :**
 - face au fioul domestique : de 2 000-2 500 MWh utiles pour les secteurs tertiaire et enseignement, la limite haute de la zone de pertinence des granulés diminue à 1 200 MWh utiles pour le résidentiel collectif et à 800 MWh utiles pour le secteur sanitaire et social ;
 - face au gaz naturel, la conclusion est similaire avec toutefois des limites hautes plus faibles : respectivement 1 000-1 400, 700 et 450 MWh utiles.
- 4) Plus le prix de l'énergie fossile utilisée en appoint est élevé, plus grande est la zone de pertinence de la solution granulés (car seuls 10 % des besoins sont couverts par l'énergie d'appoint contre 15 % pour la solution plaquettes).
- 5) Lorsque l'intermittence d'usage est faible (secteurs sanitaire / social et résidentiel collectif), la solution plaquettes est la plus pertinente lorsqu'il est fait appel au Fonds Chaleur (au-delà de 1 400 MWh utiles). A contrario, lorsque l'intermittence est élevée (secteurs de l'enseignement et tertiaire), la solution granulés est fréquemment la plus pertinente, y compris lorsque le Fonds Chaleur est mobilisé.
- 6) **Les avis des experts interrogés lors de l'étude sont ainsi confortés par les simulations :**
 - la solution granulés est très difficilement compétitive face au gaz naturel alors qu'elle l'est largement face au fioul domestique ou au propane ;
 - la solution granulés est plus pertinente que la solution plaquettes :
 - o pour chauffer des bâtiments dont l'intermittence d'usage est importante ;
 - o pour satisfaire de faibles besoins thermiques, ce qui correspond à de faibles puissances installées (conclusion en cohérence avec l'état des lieux qui indique que plus de 90 % des chaudières collectives aux granulés en fonctionnement en France ont une puissance inférieure à 300 kW).

Au-delà de l'aspect purement économique, les granulés comme les plaquettes ou broyats présentent **les atouts du bois-énergie et sont issus d'une ressource renouvelable et locale qui pérennise des emplois non délocalisables**. De plus, **granulés et plaquettes sont des combustibles complémentaires** car utilisés dans des situations différentes et permettent donc au bois-énergie d'offrir une panoplie complète de solutions et toucher ainsi un large public.

7. Usage des granulés de bois sur réseau de chaleur

Les réseaux de chaleur utilisant des granulés sont rares et peuvent être classés en trois catégories :

- granulés en remplacement du charbon ;
- granulés en appoint de plaquettes ;
- granulés en base.

Les conclusions de l'étude de 2011¹ sont rappelées car toujours valables dans la grande majorité des cas :

- l'usage des granulés, pour assurer la base des besoins du réseau, n'est pas économiquement compétitif face aux plaquettes ;

¹ Perspectives d'usage des granulés de bois comme combustible dans les secteurs collectif, tertiaire et industriel », ADEME / DRAAF Pays-de-la-Loire / SNPGB / CIBE, 2011

- l'installation d'une chaudière aux granulés pour assurer l'appoint des plaquettes (le secours restant assuré par une chaudière conventionnelle) présente des atouts :
 - le coût global de la chaleur est du même ordre de grandeur que celui d'une installation plaquettes / énergie fossile ;
 - l'intérêt environnemental d'une telle solution est accentué, puisqu'elle permet de remplacer plus d'énergie fossile (taux de couverture des besoins par le bois supérieur à 90 %).

8. Conclusion

Les entretiens menés avec des experts de la filière et des maîtres d'ouvrage d'installations ont permis d'identifier que les solutions plaquettes et granulés sont très souvent étudiées en parallèle, que **les atouts des granulés (densité énergétique et homogénéité) font que ceux-ci sont les mieux adaptés en cas de disponibilité foncière limitée pour la réalisation de la chaufferie (compacité des équipements) ou de difficulté d'accès au silo de stockage du combustible pour les livraisons (recours à un camion souffleur)** et, enfin, que la facilité d'exploitation d'une chaudière aux granulés peut également orienter le choix du maître d'ouvrage. **Lorsqu'il n'y a pas de difficulté technique particulière pour la réalisation d'une chaufferie aux plaquettes ou de volonté d'utiliser l'un ou l'autre des combustibles, l'arbitre est le coût global de la chaleur.** Une constante revient alors : la compétitivité des granulés et des plaquettes est en général assurée face au fioul domestique ou au propane, elle est beaucoup plus difficile à obtenir face au gaz naturel. Quand les deux solutions bois sont comparées entre elles, il ressort que **les granulés ont souvent l'avantage pour les petites puissances (en général inférieures à 150-200 kW, la plage observable pouvant aller jusqu'à 400 kW voire 500 kW) et que leur pertinence vis-à-vis des installations aux plaquettes augmente avec l'intermittence d'usage des bâtiments.** C'est effectivement ce que confirment les simulations effectuées dans le cadre de cette étude, qui précisent les zones de pertinence économique des installations aux granulés au regard de l'usage des plaquettes et broyats.

La cible de développement prioritaire des granulés (au-delà des usages domestiques) est ainsi les chaufferies dédiées de petite puissance pour des bâtiments à intermittence de besoins de chauffage forte (établissements scolaires, locaux tertiaires) ou moyenne (logements collectifs), plus rarement forte (établissements sanitaires et sociaux), tout particulièrement dans les zones non desservies par le gaz naturel.

Une utilisation des granulés peut aussi être envisagée en **industrie**, majoritairement pour le chauffage des locaux et éventuellement pour le process (petites fromageries notamment). De même, les **réseaux de chaleur** représentent une cible potentielle mais les installations existantes sont peu nombreuses et les situations sont diverses (remplacement du charbon, usage en appoint d'une chaudière aux plaquettes, usage en base pour un éco-quartier).



L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Ecologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

<https://www.ademe.fr/>

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous un regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



ARTICULATION DES USAGES ENTRE GRANULES ET PLAQUETTES POUR LES CHAUFFERIES BIOMASSE

La consommation en granulés de bois des chaufferies collectives et industrielles en France ne représente qu'environ 5 % du marché français national des granulés, très largement dominé par les usages domestiques dans les poêles et les chaudières des particuliers, et seulement 2 % de l'énergie entrant dans les chaufferies collectives et industrielles (alors que le nombre de chaufferies aux granulés représente près de 20 % de l'ensemble), la très large majorité étant fournie par le bois déchiqueté (plaquettes forestières, connexes des industries du bois, broyats de bois en fin de vie...).

Face à ce constat, **il est important pour la filière bois-énergie de mieux connaître les chaufferies utilisant des granulés de bois et d'accompagner leur développement grâce à une meilleure appréhension de la logique présidant à leur réalisation et une connaissance approfondie de l'articulation possible entre l'usage des granulés et des plaquettes.** C'est la condition pour proposer une offre complète de solutions et toucher ainsi un plus large public. La présente étude vise à répondre à cette attente.



www.ademe.fr

