

# Faisabilité réseau de chaleur ACTIBEL – site EUROFONDERIE 5030 Gembloux

---

**MAI 2021**



## Table des matières

1	INTRODUCTION .....	3
---	--------------------	---

1.1	Présentation du site .....	3
2	FAISABILITE RESEAU DE CHALEUR.....	5
2.1	Faisabilité technique .....	5
2.2	Faisabilité de gestion/maintenance .....	8
3	COMPARAISON DES CONCEPTS.....	9
3.1	Performance technique des concepts envisagés .....	9
3.1.1	Chauffage.....	9
3.1.2	Sanitaire.....	12
3.2	Confort des concepts envisagés .....	13
3.2.1	Chauffage sol .....	13
3.2.2	Radiateurs à eau chaude .....	13
3.2.3	Accumulateur électrique .....	13
3.2.4	Chauffage par l'air de la ventilation .....	14
3.3	Performance environnementale des concepts envisagés.....	15
3.3.1	Gaz .....	15
3.3.2	Electricité.....	15
3.3.3	Biomasse.....	15
3.4	Coût d'investissement des concepts envisagés .....	16
4	CONCLUSIONS .....	17
5	SYNTHESE COMPARATIVE .....	18

Cette étude se développe en 2 parties :

- Partie 1 : faisabilité et intérêt technique d'installer un réseau de chaleur dans le nouveau quartier « Eurofonderie », qui se développe derrière la gare de Gembloux.
- Partie 2 : comparatif des différents concepts techniques possibles pour chauffer (chauffage et production d'eau chaude sanitaire) les appartements et commerces du nouveau quartier « Eurofonderie ».

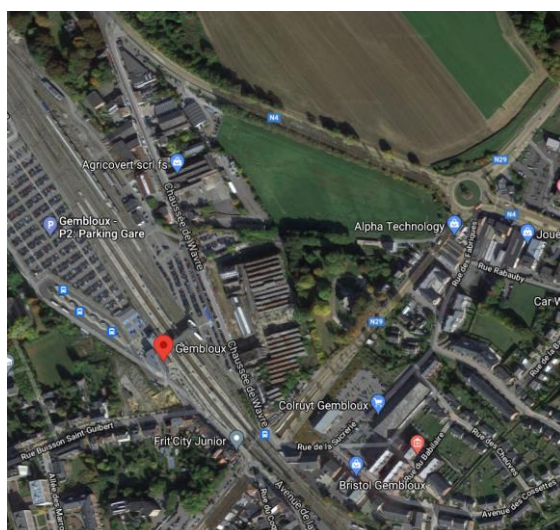
Les différents concepts techniques sont analysés de manière détaillée. L'objectif est de pouvoir choisir le concept technique optimal d'un point de vue :

- Faisabilité et performance technique
- Confort
- Performance environnementale
- Economique

## 1.1 Présentation du site

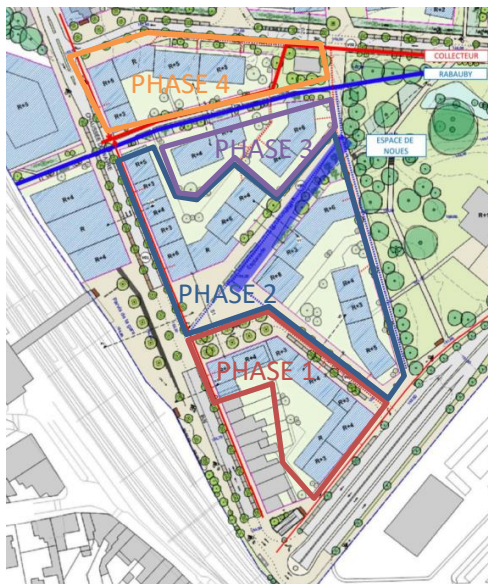
Un projet de nouveau quartier se développe derrière la gare de Gembloux, sur le site « Eurofonderie » anciennement et ses alentours.

Actibel est propriétaire du site Eurofonderie (partie Sud-Ouest du quartier) et va y développer des immeubles de logements avec rez-de-chaussée « commerce/service/horeca ».



Le projet va se développer en plusieurs phases :

- Phase 1 en rouge : il s'agit de refermer l'îlot existant au Sud-Ouest de la parcelle, en rénovant le bâtiment administratif Eurofonderie et en créant des immeubles de logement (57 logements) le long de la nouvelle voirie.
- Phase 2 en bleu : c'est la phase la plus importante, avec la création de 198 logements et la placette publique
- Phase 3 en mauve : cette phase complète la phase 2 avec 71 logements complémentaires
- Phase 4 en orange : cette phase est « totalement » séparée des 3 premières phases en sous-sol à cause du passage du collecteur principal d'égouttage et du passage du ruisseau canalisé « Rabauty » (zone grisée). Il sera probablement difficile de relier cette 4<sup>ème</sup> phase aux premières phases par le sous-sol (techniques, impétrants,...)



Les logements seront destinés à la vente.

Il faut donc prêter attention à la gestion de la fourniture de chaleur et à la gestion de la maintenance. La gestion est donc différente d'un quartier/immeuble qui serait géré par une collectivité/société immobilière.

## 2 FAISABILITE RESEAU DE CHALEUR

### 2.1 Faisabilité technique

Le réseau de chaleur présente les avantages suivants :

- Mutualisation des investissements : Le coût de la chaufferie centralisée unique et du réseau enterré sont réparti sur de multiples utilisateurs. Pour encore faire des économies, il faut saisir l'opportunité d'autres travaux d'ouverture de voiries pour poser le réseau de chaleur.
- Recours facilité aux énergies renouvelables : recours à la biomasse sèche (bois) ou humide (sous-produits agricoles...), géothermie.... Ces techniques généralement plus coûteuses à l'installation sont alors plus vite concurrentielles à l'échelle du réseau. Et possibilité de mixer les sources énergétiques pour assurer une fiabilité.
- Evite le surdimensionnement : l'addition des besoins thermiques et la combinaison de consommateurs aux profils variés évitent le surdimensionnement inhérent aux chaudières individuelles. Cela réduit les coûts d'investissement et permet à la chaufferie centralisée de fonctionner de façon plus régulière et stable tout au long de l'année ou de la saison de chauffe. Elle assure ainsi des rendements et des performances environnementales supérieurs à une addition de petites chaudières individuelles.
- Gestion technique simplifiée : Une chaufferie centralisée est plus commode à gérer et à entretenir que de multiples petites chaufferies de qualité et d'âges différents.
- Une meilleure performance environnementale du fait du recours à des énergies décarbonées et niveaux d'émission de polluants nettement inférieurs.

Et pour être intéressant, un réseau de chaleur doit avoir les **caractéristiques idéales** suivantes :

- desservir plusieurs (gros) consommateurs concentrés dans un périmètre restreint. Il faut donc une densité énergétique et il faut un taux de raccordement suffisant dès le démarrage du projet (au moins 70 à 80 % de la consommation totale du réseau à son extension maximale).
  - desservir des consommateurs aux profils thermiques complémentaires comme une combinaison de bureaux, maisons, commerces, salles culturelles,... Ces consommateurs n'ont pas les mêmes plages horaires de fonctionnement et pas les mêmes demandes en chaleur. L'installation centralisée peut, par conséquent, fonctionner avec des appels de puissance mieux répartis dans le temps en évitant les surdimensionnements.
- ➔ Le réseau de chaleur est d'autant plus intéressant pour les projets qui s'intègrent dans un tissu urbain dense, et où d'importants travaux de voirie sont nécessaires.

**A priori, le projet Eurofonderie ne répond pas aux caractéristiques idéales :**

- Le profil des consommateurs n'est pas varié. Etant donné qu'il s'agit de ~95% de logements et de ~5% de commerces/bureaux, les profils thermiques ne sont pas complémentaires. L'installation devra assurer des pics de demandes de puissance très importante le matin et le soir, alors que la journée la demande sera très faible.

Après une première analyse, la phase 4 devrait être tout à fait indépendante car il n'est pas possible de passer la boucle du réseau au-delà du collecteur et du Rabauby, les logements de la phase 4 seront donc fournis en chaleur d'une manière différente (productions individuelles).



#### Dimensionnement de la production centrale :

	nb logements	P (kW)	simultanéité	P totale
phase 1	57	15	0,5	427,5
phase 2	198	15	0,5	1485
phase 3	71	15	0,5	532,5
phase 4	69	hors réseau		
<b>Tot hors ph 4</b>	<b>326</b>			<b>2445 kW</b>

En première estimation une chaufferie de 2,5 MW sera requise pour l'ensemble des phases 1 à 3. Cette puissance pourra être revue légèrement à la baisse en fonction des simultanés finaux et des éventuels stocks d'inertie.

La chaufferie d'un réseau de chaleur devrait être située idéalement de manière centralisée par rapport à tous les consommateurs/logements. De plus, elle doit avoir un accès direct à une voirie (de service) pour permettre la maintenance et la livraison du combustible biomasse, le cas échéant. Le bâtiment sera de préférence indépendant. Les dimensions du bâtiment chaufferie varient en fonction du type de production qui y est implantée. En production totalement au gaz les dimensions sont estimées à 8m X 5 m, cependant en production biomasse la nécessité de stockage de combustible peut tripler l'encombrement (à définir selon critères d'autonomie).

L'implantation suivante est donc proposée, avec un réseau alimentant les différents bâtiments :



Chaque immeuble possèdera son local sous-station comprenant :

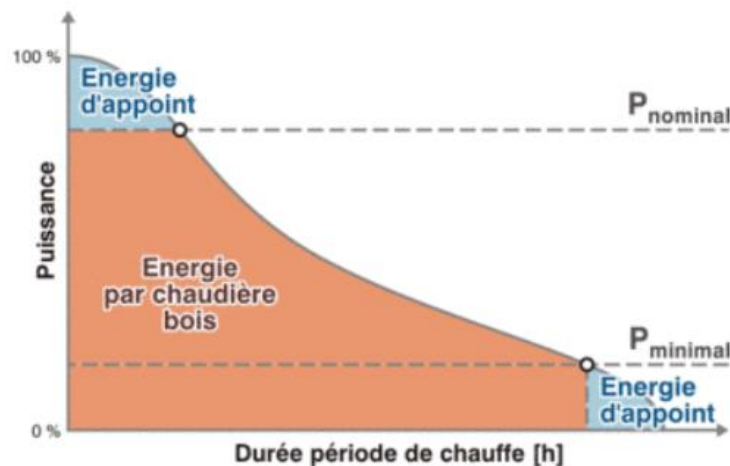
- un échangeur à plaques pour la dissociation des réseaux primaires et secondaires
- un stockage d'eau pour réaliser un tampon et lisser la pointe de production
- Un départ secondaire vers les logements avec gestion autonome reportée vers une gestion centrale

Une solution mixte chaudière biomasse et chaudière gaz correspondrait mieux à l'utilisation et à la structure du projet : chaudière biomasse couvre 70% de besoins de chauffage et fournir les 30% restant par une chaudière gaz. Cette solution présente de multiples avantages :

- Optimisation du fonctionnement de la biomasse : les chaudières de ce type ont un meilleur rendement à 100 % de leur puissance et ne peuvent moduler de manière aussi importante que les chaudières traditionnelles.

De plus, la puissance maximum calculée par une température extérieure de -10°C n'est nécessaire que pour une courte période de l'année. Il apparait donc que la chaufferie est surdimensionnée pour une grande partie de l'année (70% du temps).

Le principe est donc de dimensionner la biomasse pour un temps de fonctionnement optimum (70 % des besoins) et de fournir le complément nécessaire par une chaudière gaz à haut rendement ayant un pouvoir de modulation plus important.



- Réduction de l'investissement de départ : l'investissement sera moins important grâce à une diminution du coût en deux volets. Non seulement en termes de matériel puisque la puissance à installer pour la production par biomasse sera moindre.
- Sécurité de fonctionnement et de maintenance : L'avantage d'une double technologie (biomasse et gaz) est de limiter le risque de dysfonctionnement et de permettre une production continue même en période de maintenance.

## 2.2 Faisabilité de gestion/maintenance

Un réseau de chaleur est majoritairement établi sur l'initiative d'une collectivité (souvent communale, intercommunale, société de logements publics), qui peut déléguer à un opérateur tout ou partie des responsabilités afférentes à la fourniture du service de chauffage urbain. Ce qui n'est pas le cas ici ; on se trouve ici en présence d'une multiplicité de propriétaires.

La copropriété devra créer une ASBL qui assurera le fonctionnement de la chaufferie et de la fourniture de chaleur.

Cette ASBL devra également s'occuper de la répartition tarifaire, revente de la chaleur, partie abonnement (fixe) et partie consommation (variable).

De plus, l'ASBL aura un certain nombre de responsabilités et des règles à respecter :

- La continuité du service
- L'adaptabilité
- L'égalité de traitement des usagers
- Qualité de service et de prix

Le coût de fonctionnement de l'ASBL ne devrait pas réduire (anéantir) les économies d'énergie réalisées grâce au réseau de chaleur (faible coût de la biomasse,...).

Une autre solution est que la commune de Gembloux reprenne la gestion de ce réseau de chaleur.



## 3 COMPARAISON DES CONCEPTS

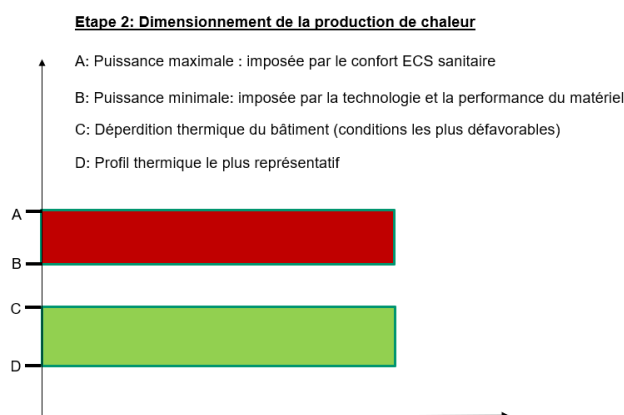
### 3.1 Performance technique des concepts envisagés

Les concepts étudiés doivent assurer la production de chauffage et la production d'eau chaude sanitaire dans chaque logement.

De manière générale, il faut tenir compte de la différence du profil des besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire :

- Les besoins nets en chauffage ont tendance à diminuer fortement au vu de l'isolation performante (obligatoire via la PEB). Ces besoins sont principalement présents d'octobre à avril.
- Les besoins nets en eau chaude sanitaire sont constants ou ont même tendance à augmenter depuis quelques années (douche pluie, consommation en eau plus importante,...). Ces besoins sont présents toute l'année (de janvier à décembre) et principalement le matin (6h -8h) et le soir (18h-22h).

Les puissances nécessaires pour ces 2 types de besoins s'écartent donc fortement et il peut s'avérer plus intéressant de scinder leur production en fonction des technologies. Mais multiplier les équipements, augmente aussi le prix d'investissement et la rentabilité.



#### 3.1.1 Chauffage

Nous présentons ici les différentes technologies possibles en chauffage

##### 3.1.1.1 Chaudière gaz à condensation individuelle

Dans un premier temps, la production de chaleur a été envisagée via des chaudières à condensation individuelle au gaz. Ce type de production est relativement simple de conception. De plus chaque appartement est autonome, compteur indépendant, maintenance indépendante, ... L'investissement initial reste assez important car il est multiplié par le nombre de logements.

### *3.1.1.2 Tout électrique individuel*

Un chauffage électrique pourrait également être mis en œuvre dans les appartements, avec par exemple des accumulateurs électriques. Ce type d'installation est la plus simple. Chaque appartement est autonome, la maintenance est très réduite. De plus, il ne faut pas de compteur gaz. L'investissement initial est minime (pas de compteur gaz, pas de cheminée, pas de tuyauteries chauffage,...) mais il faut ajouter cela le coût de ~4 panneaux photovoltaïques et leur onduleur (pour chaque logement) afin de respecter les exigences PEB. Etant donné la surface de toitures plates disponible, cela est envisageable pour le projet.

Ce système permet d'utiliser la production solaire accumulée pendant la journée et de la restituer le soir. La consommation est différée de la production (déphasage intéressant par rapport aux pics de demande du réseau). Néanmoins la production solaire est plus importante en été alors que les besoins sont plus importants en hiver.

Enfin d'un point de vue encombrement et esthétique, le radiateur à accumulation prend beaucoup de place dans les espaces de vie.

### *3.1.1.3 Pompe à chaleur collective (par immeuble)*

La pompe à chaleur collective est également une alternative intéressante car elle donne la possibilité de produire l'énergie nécessaire à l'ensemble des logements avec des consommations très faibles.

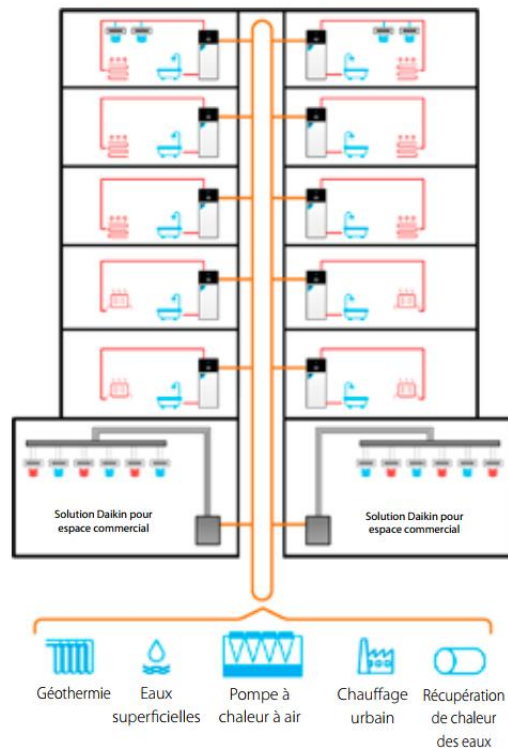
Cette énergie renouvelable produit en général trois fois plus d'énergie qu'elle n'en absorbe.

Cependant, cette technologie demande un investissement beaucoup plus conséquent.

Cet innovant système est constitué d'un réseau de pompes à chaleur connectées à une même boucle d'eau centrale. Chaque appartement est équipé d'une unité « pompe à chaleur eau-eau haute efficacité » avec ballon d'eau chaude sanitaire intégré.

La pompe à chaleur installée dans chaque appartement fonctionne de façon indépendante, mais est connectée à une boucle d'eau centrale commune pour former un système collectif. La boucle d'eau centrale peut être chauffée ou refroidie de différentes façons :

- Pompe à chaleur à air ou géothermique
- Source d'eau superficielle, telle qu'une rivière, un canal ou de l'eau de mer
- Réseau de chauffage urbain



### 3.1.1.4 Réseau de chaleur (biomasse)

Le réseau de chaleur biomasse a comme producteur de chaleur une chaudière biomasse qui utilise des combustibles issus du traitement du bois (plaquettes de bois, pellets, bois déchiqueté,...) et donc d'un coût très faible. De plus, la biomasse peut être considérée comme le système de production d'énergie verte par excellence puisqu'il n'utilise aucunes énergies fossiles.

La biomasse nécessite cependant la mise en œuvre de silos de stockage du combustible qui peuvent atteindre des dimensions très importantes lorsque les puissances à fournir sont élevées.

Le réseau de chaleur est intéressant pour plusieurs raisons :

- Possibilité d'utiliser des énergies renouvelables (biomasse, géothermie, chaleur de récupération d'un procédé industriel, solaire thermique ), ce qui n'est pas envisageable à l'échelle d'un appartement. **C'est l'avantage majeur de ce système.** Il n'est donc pas intéressant de réaliser un réseau de chaleur alimenté par du gaz ...
- Permet de réaliser des économies d'échelle (mutualisation des coûts de production et de distribution de l'énergie) si densité suffisante et puissance importante
- Maintenance du système de production unique

Il présente aussi des désavantages :

- Longues conduites de distribution (tranchées, fuites, pertes énergétiques ...)
- Maintenance plus complexe
- Nécessité d'un local chaufferie : chaudières multiples, stockage grand volume d'eau pour lisser les pics de consommation, collecteurs, ...
- Nécessité de stockage pour la biomasse

Le système n'est pas le plus favorable pour respecter les exigences PEB. En effet, le rendement de la chaudière biomasse et les longues boucles d'eau chaude pénalisent fortement les résultats. Pour certains appartements une installation photovoltaïque (de 3-4 panneaux) pourrait donc être nécessaire en complément

### 3.1.2 Sanitaire

#### 3.1.2.1 Production individuelle

Dans le cas de la chaudière gaz individuelle, la production d'eau chaude peut se faire de manière instantanée par un échangeur à plaques se trouvant dans la chaudière ou par un petit ballon de stockage intégré (ou non).

Il est nécessaire de choisir des chaudières modulantes permettant à la fois de produire l'eau chaude de manière instantanée (~25 kW) et de chauffer « faiblement » l'appartement (5kW).

La chaudière doit fonctionner toute l'année pour produire l'eau chaude sanitaire.

Les points de puisage se situant à proximité de la chaudière, il n'est a priori pas nécessaire de placer de boucle ECS ce qui limite les pertes énergétiques.

#### 3.1.2.2 Production centralisée

Pour les systèmes fonctionnant à haute température (chaudières gaz et biomasse), il est évident qu'il sera plus intéressant de produire l'ECS à via ce dernier et non par une unité complètement distincte. Cela permettra de rentabiliser au mieux l'installation et de limiter les coûts d'entretien.

Avec un système de production d'ECS centralisé en chaufferie et, afin d'assurer le confort des habitants, il serait nécessaire d'assurer une circulation continue d'eau chaude dans les trémies. Cela permet alors de limiter le temps de puisage avant d'avoir de l'eau chaude. Néanmoins, ce dispositif représente une perte énergétique importante puisque l'eau chaude y circule en continue et doit être maintenue en température (60°C).

De plus, une production centralisée ne permet pas d'éteindre les chaudières en dehors de la saison de chauffe afin de réaliser des économies.

#### 3.1.2.3 Unité satellite (« COMBILUS »)

Au départ des chaufferies centralisées, il est également envisageable de mettre en œuvre des unités de type « Satellite » qui produisent l'eau nécessaire au chauffage et au sanitaire à partir d'un échangeur à plaques. Dans ce cas, une seule boucle d'eau est nécessaire (boucle primaire desservant chaque appartement).

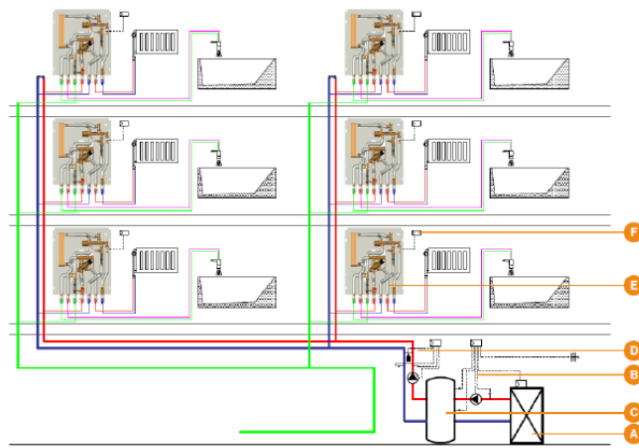


Illustration d'une distribution combibus (rouge : départ eau chaude, bleu : retour : eau chaude, vert : alimentation en eau froide potable) (source : atic)

Système complet :

- A. Chaudière
- B. Groupe de pompe de charge
- C. Ballon tampon
- D. Groupe de pompe pour circuit d'eau chaude primaire
- E. Station individuelle
- F. Thermostat d'ambiance

Ce coffret « combibus » peut être placé dans la buanderie ou dans le WC de chaque appartement. La boucle d'eau chaude primaire représente une perte énergétique importante puisque l'eau chaude y circule en continue. L'échangeur à plaques est une source de chaleur dans l'appartement, c'est un « petit radiateur ». En hiver c'est un apport « gratuit » ; en été, cela peut augmenter le risque de surchauffe et d'inconfort dans le logement.

#### 3.1.2.4 Boilers électriques

Les boilers électriques doivent être envisagés dans le cas d'un système « tout électrique ». Ce système est intéressant de placer car le stockage d'eau est disponible à proximité et à température (confort d'utilisation). Le coût d'investissement de ce système de production est faible.

## 3.2 Confort des concepts envisagés

Le confort en termes de chauffage va surtout dépendre du système d'émission placé dans les logements et moins du système de production. La sensation de confort proviendra des performances thermiques, acoustiques, ... des systèmes.

### 3.2.1 Chauffage sol

Un chauffage par le sol apportera un confort supérieur en diffusant une chaleur constante et uniforme dans tous les locaux de l'habitation. Le système reste cependant fort inertiel et dans les salles de bain de manière, il est préférable de travailler avec un système plus dynamique et réactif.

### 3.2.2 Radiateurs à eau chaude

Des radiateurs basses températures sont également une belle alternative puisqu'ils offrent un système performant et réactif tout en limitant la température de départ de la chaufferie.

### 3.2.3 Accumulateur électrique

Les accumulateurs électriques ne donnent pas la même sensation de chaleur plus « sèche » mais sont très réactifs.

### 3.2.4 Chauffage par l'air de la ventilation

Dans les logements, il est difficile de chauffer par l'air de manière confortable car pour apporter les calories nécessaires permettant d'atteindre la température de confort, il faut :

- Soit augmenter les débits d'air. Il faudrait surdimensionner le groupe de ventilation (classiquement de 200 et 350 m<sup>3</sup>/h pour un appartement) jusque à 600m<sup>3</sup>/h. Cela induit un surcoût sur le groupe de ventilation et des gaines de plus larges sections.
- Soit pulser à température très élevée. Cela crée un gradient de température trop important entre l'air pulsé et l'air ambiant. Ce gradient ne doit être pas supérieur à 15°C sinon cela engendre un inconfort et une sensation de coup de chaud sur le haut du corps (tête).

De plus ce genre d'installation nécessite des investissements complémentaires pour la gestion des températures et engendre des coûts de maintenance assez conséquents.

## 3.3 Performance environnementale des concepts envisagés

### 3.3.1 Gaz

Le gaz est une énergie fossile. Les énergies fossiles sont la cause principale des émissions de CO<sub>2</sub>. De plus, les réserves, même si elles sont encore vastes, ne sont pas inépuisables, contrairement aux énergies renouvelables.

Il faut quand même noter que le gaz émet moins de gaz à effet de serre que le charbon ou le fioul.

### 3.3.2 Electricité

L'électricité peut être produite de différentes façons :

- dans des centrales thermiques : par la combustion d'énergie fossile
- dans des centrales nucléaires
- dans des centrales hydrauliques
- par des éoliennes
- par le photovoltaïque

Cette énergie peut s'autoproduire facilement notamment par des panneaux photovoltaïques pour des logements. Néanmoins la période de production ne colle pas avec la période de consommation (hiver/été).

La pompe à chaleur est une technologie nécessitant de l'électricité pour fonctionner mais c'est une énergie renouvelable car elle produit 3 fois ce qu'elle consomme.

### 3.3.3 Biomasse

A de nombreux points de vue la solution biomasse est la plus respectueuse de l'environnement. Ses deux principaux intérêts sont d'utiliser un combustible vert et d'avoir le meilleur bilan CO<sub>2</sub> de toutes les énergies envisagées.

Le type de biomasse reste à définir : plaquettes, bois déchiqueté, ...

Selon le type de combustible, sa qualité et son taux d'humidité, on peut obtenir des différences de rendement.

### 3.4 Coût d'investissement des concepts envisagés

#### 3.4.1.1 Chaudière gaz à condensation individuelle

L'installation d'une chaudière gaz à condensation murale de 25/30 kW assurant le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire s'élève à environ 5200€ HTVA /logement.

Il faut ajouter à cela le coût d'un raccordement gaz par logement et des cheminées collectives (1300€ HTVA /logement) et également le réseau de distribution et les radiateurs (2500 € HTVA) Soit un total de 9.000€ HTVA /logement

#### 3.4.1.2 Tout électrique individuel

L'installation de 2 radiateurs électriques à accumulation dans le séjour/cuisine et de 2 radiateurs électriques « instantanés » (sdb + chambre), s'élève à environ 1800€ HTVA /logement. Il faut ajouter à cela un boiler électrique de +/- 100litres pour la production d'eau chaude sanitaire : +/- 800€ HTVA /logement.

Et afin de respecter les exigences PEB, il faut ajouter 4panneaux photovoltaïques par logement avec son propre onduleur soit ~2500€/logement.

Soit un total de 5.100€ HTVA /logement

#### 3.4.1.3 Pompe à chaleur collective (par immeuble)

L'installation d'une unité intérieure « pompe à chaleur » s'élève à environ 12.000€ HTVA /logement. Il faut ajouter à cela le chauffage sol : ~40€/m<sup>2</sup> soit environ 3.000€ HTVA pour un logement de 80m<sup>2</sup>.

Le coût de l'unité extérieure et de la boucle tempérée desservant les logements doit être répartie entre les différents propriétaires : ~2.000€ HTVA /logement

Soit un total de 17.000€ HTVA /logement

#### 3.4.1.4 Réseau de chaleur (biomasse)

L'installation d'un réseau de chaleur biomasse s'élève à environ 5.000€ HTVA /logement, sur base de l'estimatif ci-dessous. (hors structure chaufferie)

Poste	Q	PU	Ptot
<b>Alimentation gaz</b>			
alimentation + accessoires + détection	1	5.000,00 €	5.000,00 €
<b>Production centralisée au gaz (0,75 X Pnom) + biomasse (0,25xPnom)</b>			
Chaudière biomasse 2X 300 kW + accessoires	2	65.000,00 €	130.000,00 €
Système de stockage et alimentation	1	25.000,00 €	25.000,00 €
Chaudière gaz 2X900 kW + accessoires	2	30.000,00 €	60.000,00 €
Equipement de chaufferie (collecteurs, vannes, circulateurs, traitements)	1	20.000,00 €	20.000,00 €
Régulation et électricité	1	20.000,00 €	20.000,00 €
<b>Distribution primaire</b>			
basé sur longueur réseau (500 Mct) en DN moyen (DN 100)	1000	140,00 €	140.000,00 €
<b>Sous station distribution</b>			
Echangeur de séparation + circulateurs	15	4.500,00 €	67.500,00 €
Collecteur secondaire + équipements	15	3.000,00 €	45.000,00 €
Stockage et circulation	15	2.500,00 €	37.500,00 €
Régulation et électricité	15	3.600,00 €	54.000,00 €
<b>Distribution secondaire par bâtiment</b>			
basé sur longueur réseau (100 Mct) en DN moyen (DN 40)	200	60,00 €	12.000,00 €
<b>Station d'appartement (combilus)</b>			
station Combilus	326	3.000,00 €	978.000,00 €
TOTAL pour 326 Lgts			1.594.000,00 €
PU/Lgt			4.889,57 €

Il faut ajouter à cela le coût du réseau de distribution et les radiateurs (2500 € HTVA).

Soit un total de 7.500€ HTVA /logement



La solution classique « **chaudière individuelle au gaz** » présente une grande **fiabilité**, c'est une technologie connue et **simple** d'utilisation. De plus, chaque appartement est **indépendant**, il gère sa fourniture de chaleur et sa maintenance. Mais le nombre d'installation est multiplié et la puissance totale est **surdimensionnée**. De plus, le gaz est une **énergie fossile**, génératrice de gaz à effet de serre.

La solution **réseau de chaleur biomasse** est la solution permettant de travailler avec une **énergie renouvelable** et une **énergie peu chère**. Cette solution implique néanmoins de travailler avec des grandes boucles d'eau chaude : **pertes** énergétiques et risques de **fuite**. De plus, la **gestion** de ce réseau (fourniture de chaleur et maintenance) demandera la mise en place d'un **service spécifique** par l'ensemble des copropriétaires. D'un point de vue coût d'investissement, le réseau de chaleur est légèrement moins coûteux que la solution chaudière individuelles.

La solution « **tout électrique** » présente un léger intérêt financier (investissement réduit) et environnemental si on favorise l'**autoconsommation**. Pour cela il faut maximiser la consommation principalement à mi-saison et en été ; et surtout pendant la journée. Le **stockage** de chaleur est nécessaire (stockage eau chaude dans le ballon et dans le radiateur à accumulation).

La solution « **pompe à chaleur** » reste la solution la plus coûteuse. Cette solution est également moins fiable car la technologie est assez récente.

CONCEPT		TECHNIQUE		CONFORT		FINANCIER		ENVIRONNEMENT	
		+	-	+	-	+	-	+	-
<b>CHAUFFAGE</b>	<b>réseau</b>	Réseau de chaleur gaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance complexe, possibilité de fuites, pertes de ligne</li> <li>• boucle d'eau chaude qui tourne toute l'année et "mini-radiateur" dans le logement (accentue surchauffe en été)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctionne à température suffisamment élevée pour mise en place de radiateurs traditionnels et système dynamiques très réactifs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les logements dépendent de la même chaufferie (si panne, tout le monde a froid)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centraliser les systèmes permet de rationaliser les coûts à l'investissement et de les répercuter sur chacun des logements</li> <li>• Le gaz permet d'utiliser au mieux le principe des chaudières à condensation d'où un rendement supérieur et une diminution des consommations</li> </ul>			
	Réseau de chaleur biomasse (avec appoint gaz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de travailler avec du renouvelable/biomasse en collectif (ce qui n'est pas possible en individuel à cause du stockage)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctionnement intermittent si 100% de logement (vieillessement rapide de la chaudière dû aux nombreux cycles marche/arrêt)</li> <li>• Maintenance complexe, possibilité de fuites, pertes de ligne</li> <li>• Nécessité de prévoir un grand stockage de la biomasse</li> <li>• boucle d'eau chaude qui tourne toute l'année et "mini-radiateur" dans le logement (accentue surchauffe en été)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctionne à température suffisamment élevée pour mise en place de radiateurs traditionnels et système dynamiques très réactifs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les logements dépendent de la même chaufferie (si panne, tout le monde a froid)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centraliser les systèmes permet de rationaliser les coûts à l'investissement et de les répercuter sur chacun des logements</li> <li>• Coût énergétique plus faible pour la biomasse: temps de retour ~20ans (par rapport au gaz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement de départ pour la biomasse plus important que pour le gaz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie renouvelable</li> <li>• Utilisation d'un combustible vert pouvant être produit à proximité du site</li> <li>• Meilleur bilan CO2 que toutes les énergies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions particules fines si mauvais réglage</li> </ul>
	<b>collectif</b>	Chaudière gaz à condensation centralisée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume de stockage ECS facilement "raccordable" à des panneaux solaires thermiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boucle ECS défavorable car grande perte de distribution</li> <li>• boucle d'eau chaude qui tourne toute l'année et "mini-radiateur" dans le logement (accentue surchauffe en été)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctionne à température suffisamment élevée pour mise en place de radiateurs traditionnels et système dynamiques très réactifs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les logements dépendent de la même chaufferie (si panne, tout le monde a froid)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le gaz permet d'utiliser au mieux le principe des chaudières à condensation d'où un rendement supérieur et une diminution des consommations</li> <li>• Maintenance et entretien moins complexe que pour la biomasse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comptabilisation des consommations énergétiques complexe (2 compteurs différents pour chauffage et ECS)</li> </ul>	

	Pompe à chaleur centralisée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possibilité de travailler avec du renouvelable (PAC) en collectif (ce qui n'est pas possible en individuel à cause des unités extérieures)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Possible de combiner facilement la PAC avec du chauffage sol qui permet d'obtenir une chaleur uniforme dans toute l'habitation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tous les logements dépendent de la même chaufferie (si panne, tout le monde a froid)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rendement du système très élevé d'où des consommations énergétiques faibles</li> <li>• Distribution de chaleur à basse température ce qui limite les pertes et donc les consommations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement de départ le plus important</li> <li>• Coût élevé du kWh électrique (3fois plus élevé que le gaz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie renouvelable</li> </ul>	
individuel	Chauffage électrique (accumulateur et classique)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production et consommation à proximité immédiate (pas de pertes)</li> <li>• possibilité de modulation : petites puissances</li> <li>• possibilité d'accumuler pendant la journée et d'utiliser en soirée: consommation différée (des pointes du réseau)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boiler élec / accumulateur occupant de l'espace dans la buanderie/ pièce de vie</li> <li>• Nécessité de place en toiture pour les panneaux PV (3 à 4 panneaux/log)</li> <li>• Production solaire à mi-saison et en été mais pas en hiver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intéressant si très faibles besoins en chaleur (isolation passive)</li> <li>• Système très réactif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logements autonomes ne nécessitant aucune intervention de la collectivité pour l'entretien des installations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement très faible</li> <li>• Périodicité et coûts de maintenance très faibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût élevé du kWh électrique (3fois plus élevé que le gaz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logement quasi autonome en énergie grâce au solaire photovoltaïque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Production et consommation par au même moment (ou nécessite un stockage intersaisonnier)</li> </ul>
	Chaudière gaz à condensation individuelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctionne à température suffisamment élevée pour mise en place de radiateurs traditionnels et de système dynamiques très réactifs</li> <li>• Système de fonctionnement simplifié</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaudière peu appropriée pour très faibles puissances</li> <li>• Chaudière occupant de l'espace dans la buanderie</li> <li>• Nombre d'installations important et maintenance multipliée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonctionne à température suffisamment élevée pour mise en place de radiateurs traditionnels et système dynamiques très réactifs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logements autonomes ne nécessitant aucune intervention de la collectivité pour l'entretien des installations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le gaz permet d'utiliser au mieux le principe des chaudières à condensation de manière à obtenir un rendement supérieur et à diminuer les consommation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le système coutera plus cher qu'en configuration centralisée</li> <li>• Les coûts de maintenance seront multipliés</li> </ul>		