



Etude d'approvisionnement énergétique Zone Artisanale de Borly II

Rendu final

Hervé Rychtarik, Planair SA
Lionel Robbe, Planair France SAS



- **Zone de Borly II**
 - Environ 14ha
 - 20% de bureau (20°C)
 - 25% de stockage (8°C : maintien hors-gel)
 - 55% d'atelier (15°C)

- **Les zones voisines**
 - Zone résidentielle sud est
 - Zone résidentielle en projet
 - Zone de Borly I : commerce
 - Emmaus
 - Commerce de meubles
 - Centres automobiles
 - Grossistes...
 - Centre de tri de La Poste
 - Paysagiste / pisciniste
 - ...

Hypothèse de l'étude

➤ Développement de la zone : 2 grandes étapes

- Avant 2020 : 22'800 m² en bureau, stockage et atelier
- Après 2020 : 46'200 m² en bureau, stockage et atelier

➤ Hypothèses sur les consommations d'énergie

	Avant 2020				Après 2020			
	Chauffage	ECS	Froid	Electricité	Chauffage	ECS	Froid	Electricité
	kWh/m ²							
Bureaux	15	10	30	32	12	8	24	32
Atelier artisan 15°C	14	2,4	0	55	11	2	0	55
Stockage 8°C	8	1	0	20	7	1	0	20

➤ Chaleur et froid

- Besoins avant 2020 des bureaux: données selon document (titre 5) de la RT 2012 précisant les besoins de base selon la réglementation thermique pour différentes affectations
- Besoins avant 2020 des ateliers et du stockage: Données selon norme suisse SIA 2024 avec ajustement de la température
- Besoins après 2020 : baisse de 20% des besoins (nouvelle réglementation thermique)

➤ Electricité

- Données selon norme suisse SIA 2024

Construction avant 2020 (niveau RT2012)

Avant 2020	Energie finale (MWh)
Chaleur	418
Froid de confort	152
Electricité	1'058
Electricité froid (consommation pour le froid de confort)	43

Décomposition de la chaleur avant 2020	Energie finale (MWh)
Chauffage	328
Eau chaude sanitaire	90

Construction après 2020 (hypothèse : RT2020 = RT2012 -20%)

Après 2020	Energie finale (MWh)
Chaleur	669
Froid de confort	243
Electricité	1'692
Electricité froid (consommation pour le froid de confort)	69

Décomposition de la chaleur après 2020	Energie finale (MWh)
Chauffage	525
Eau chaude sanitaire	144

dont une partie d'électricité

Synthèse des consommations pour la zone complète

Zone complète	Energie finale (MWh)
Chaleur	1'087
Froid	395
Electricité	1'127
Electricité froid (consommation pour le froid de confort)	113

- L'estimation des consommation montre des enjeux importants sur le chauffage et sur l'électricité. Ce sont les postes énergétiques les plus importants. L'eau chaude sanitaire et le froid ne constitue pas l'enjeu principal mais il faut y prêter attention pour la mise en œuvre de solutions économes.

➤ La zone résidentielle au Sud-Est

- La zone résidentielle a de faible besoin en énergie et aucun rejet de chaleur valorisable
- Pas de besoin de froid
- L'habitat est morcelé ce qui ne facilite pas les synergies pour des raisons techniques (faible densité énergétique) et économiques : coût des conduites et du raccordement important pour des consommations faibles,
- **Aucune synergie n'est envisageable pour le chaud et le froid mais il peut être intéressant de réfléchir à des solutions d'autoconsommation collective**

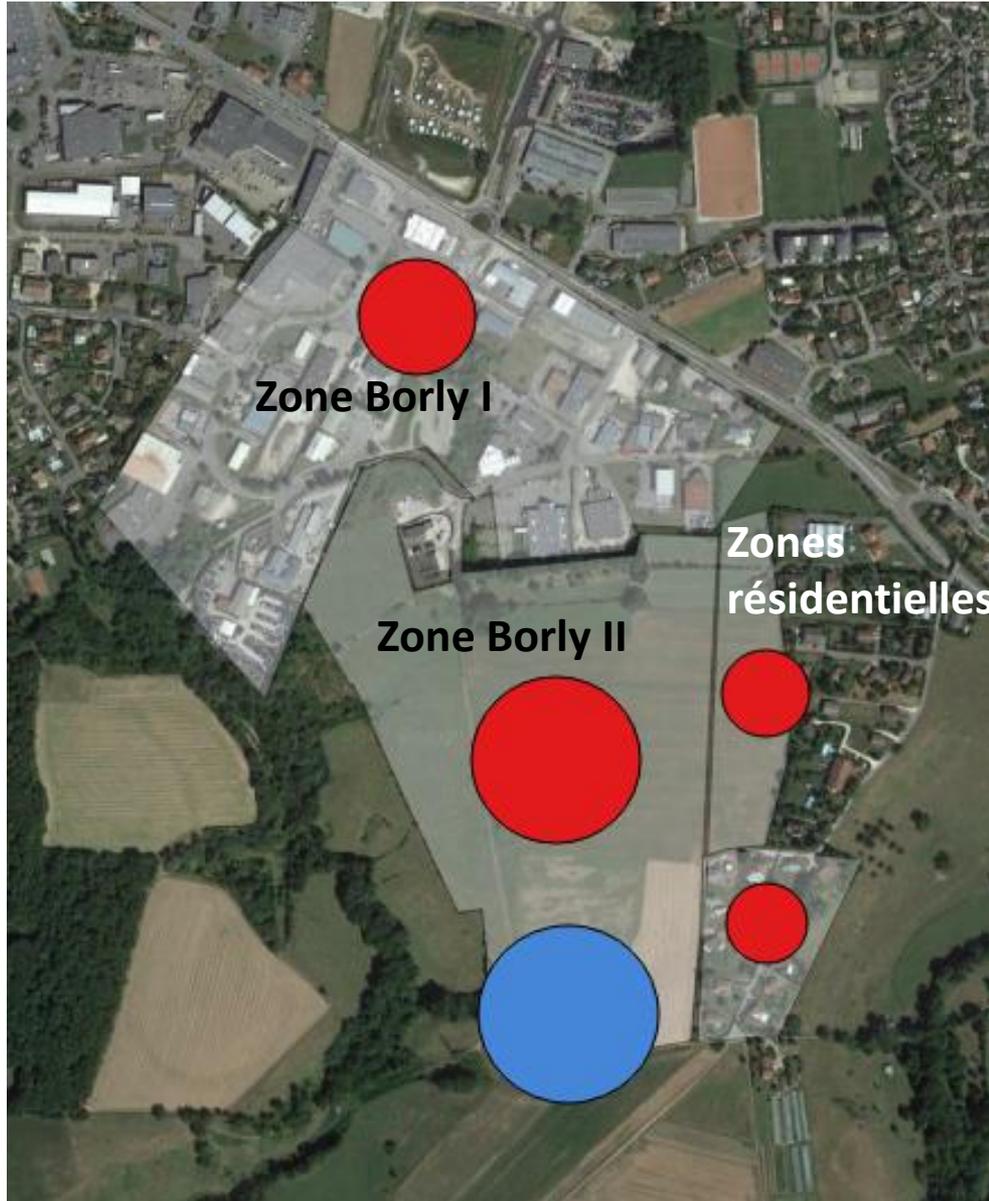
➤ La future zone résidentielle à l'Est

- Les consommations seront très faible (RT 2012 voir RT 2020 pour certains)
- Pas de rejet de chaleur valorisable
- L'habitat est morcelé ce qui ne facilite pas les synergies pour des raisons économique : coût des conduites et du raccordement importants pour des consommations faibles,
- **Aucune synergie n'est envisageable pour le chaud et le froid mais il peut être intéressant de réfléchir à des solutions d'autoconsommation collective**

➤ La zone de Borly I : prédominance de commerces

- Des consommations faibles en chaleur avec une densité énergétique faible $<0,5$ MWh/ml
- Pas de gros consommateurs et pas de rejet de chaleur utilisable
- **Pas de synergie envisageable pour le chaud et le froid, mais il peut être intéressant de réfléchir à des solutions d'autoconsommation collective**

Au vu des activités, les zones situées à proximité de Borly II ne présente pas de potentiel pour le développement d'une solution commune pour la chaleur ou le froid. de plus il n'y a pas de rejet de chaleur qui serait utilisable pour Borly II. Cependant dans le cadre d'une autoconsommation collective, il faudrait s'intéresser à ces zones.



En rouge les
besoins en chaleur
existante

En bleu les besoins
en électricité
(éclairage,
informatique..., et
froid)

- Potentiel de valorisation énergétique des eaux usées de la zone
 - Du fait de la faible consommation en eau chaude sanitaire, il n'y a pas de potentiel de valorisation énergétique des eaux usées ou des eaux grises pour la zone.
- Valorisation des rejets de chaleur des groupes froids
 - La valorisation des rejets de chaleur des groupes froids de confort pourrait servir en interne à faire l'eau chaude sanitaire ou de l'eau chaude process. Pour cette solution, il faut cependant des besoins suffisants en eau chaude pour permettre cette valorisation durant les périodes où le groupe froid fonctionne (période estivale).
 - Une mutualisation entre les bâtiments de la valorisation des rejets de chaleur n'est pas possible. Le coût d'investissement serait trop élevé par rapport au gain en exploitation.

Cette possibilité de valorisation des rejets de chaleur des groupes froids n'est encore que rarement mise en application et est souvent méconnue malgré sa pertinence et son efficacité.

Cependant, il faut veiller à disposer d'une utilisation suffisante en eau chaude lorsque le groupe froid fonctionne pour permettre une bonne valorisation des rejets de chaleur : quelques robinets et quelques douches ne suffiront pas à amortir l'investissement dans cette technique.

Une étude au cas par cas est à réaliser pour valider la faisabilité technique et économique dans le cas où les besoins en eau chaude (sanitaire ou process) est importante.

➤ Potentiel de valorisation énergétique d'un aquifère

- Il n'y a pas d'informations détaillées sur le potentiel des aquifères présents sur la zone d'après le site <http://www.geothermie-perspectives.fr/>
- En se basant sur les zones voisines à l'Est ou au Sud où un aquifère est présent, il pourrait y avoir un potentiel compris entre 250 et 500 MWh qui pourrait permettre de subvenir aux besoins de froid. Mais il ne permettrait pas de couvrir les besoins en chaud de la zone
- Des investigations seraient nécessaires pour qualifier précisément le potentiel.

➤ Potentiel des sondes géothermiques verticales

- Au vu des besoins de la zone. Le potentiel en chaleur est estimé à 1'550 MWh ce qui permettrait de couvrir les besoins en chaleur de l'ensemble de la zone. Ce potentiel ne nécessite pas de prévoir une recharge du sol.
- Le potentiel de rafraîchissement par géocooling est de l'ordre de 600 MWh. Au vu de la température du sol, ce potentiel peut effectuer du froid de confort et permettrait de couvrir les besoins de froid de confort de la zone.
- Il n'y a pas d'intérêt pour une solution mutualisée (réseau de chaleur alimenté par les sondes), le choix de la géothermie doit s'effectuer bâtiment par bâtiment.

La géothermie est un choix intéressant pour les futures constructions de la zone, elle permettrait de couvrir les besoins en chaleur et les besoins en froid. Au vu des besoins en chaleur et en froid, une solution mutualisée ne serait pas intéressante économiquement, il faut envisager des solutions par bâtiment.

➤ Production de chaleur à partir du solaire thermique

- Au vu de la zone et du type d'affectation, l'utilisation du solaire thermique pour la production d'eau chaude sanitaire ne présente pas d'intérêt du fait des faibles besoins en eau chaude sanitaire.

Le solaire thermique n'est pas adapté à certains types d'affectation (bureau, local de stockage, atelier...) où il n'y a pas de gros besoins en eau chaude sanitaire en continu sur toute l'année.

Cependant si des prospects ont des besoins continus en eau chaude sur toute l'année (fromagerie, brasserie...), le solaire thermique est une solution très intéressante et est à envisager.

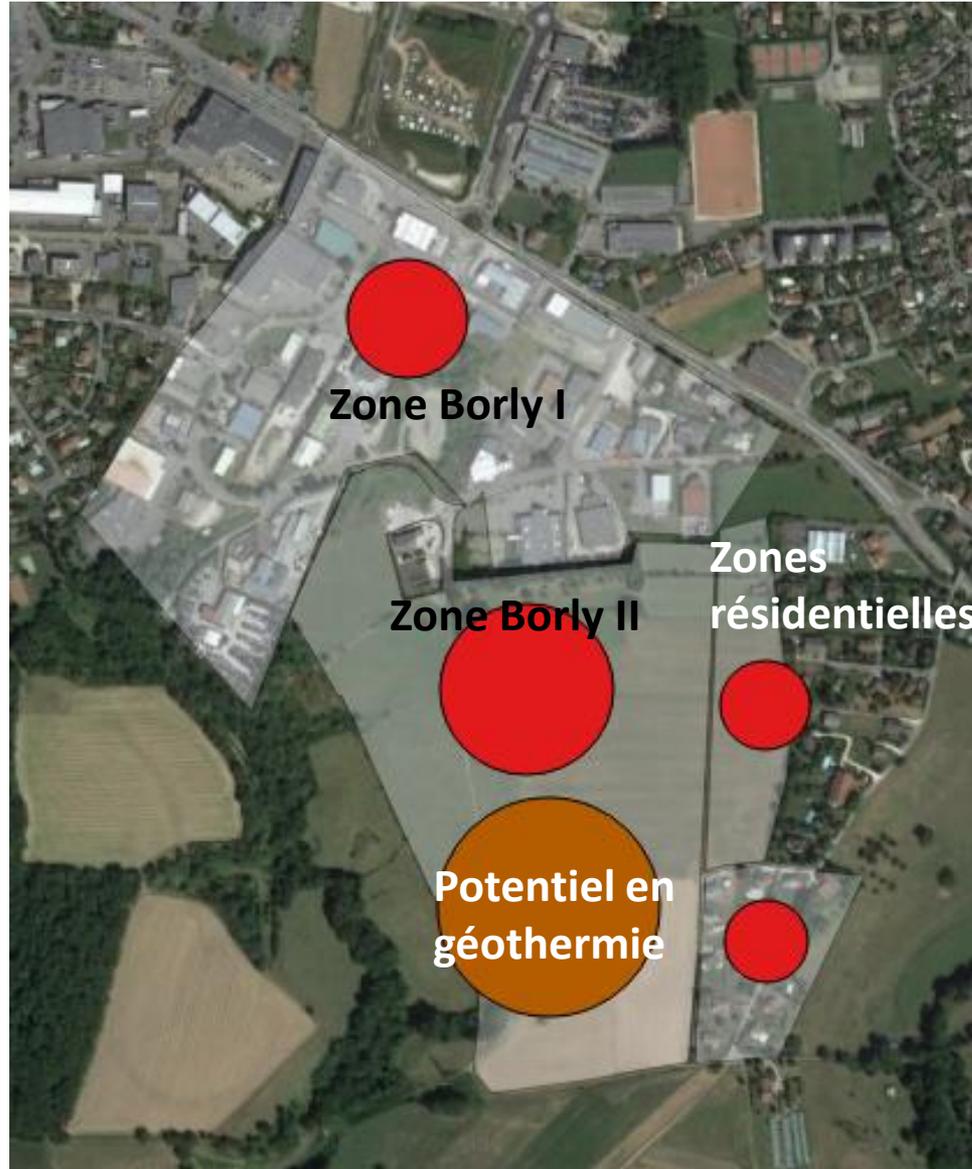
A noter que pour les consommateurs ayant des besoins d'eau chaude sanitaire et une production de froid, la récupération de chaleur sur le groupe froid est à favoriser.

➤ Production d'électricité à partir du solaire photovoltaïque

- Avec une installation sur la totalité des toitures des bâtiments (couverture de 80% de la surface de toiture en orientation Est-Ouest des panneaux), le potentiel est estimé à près de 6'000 MWh sur l'année

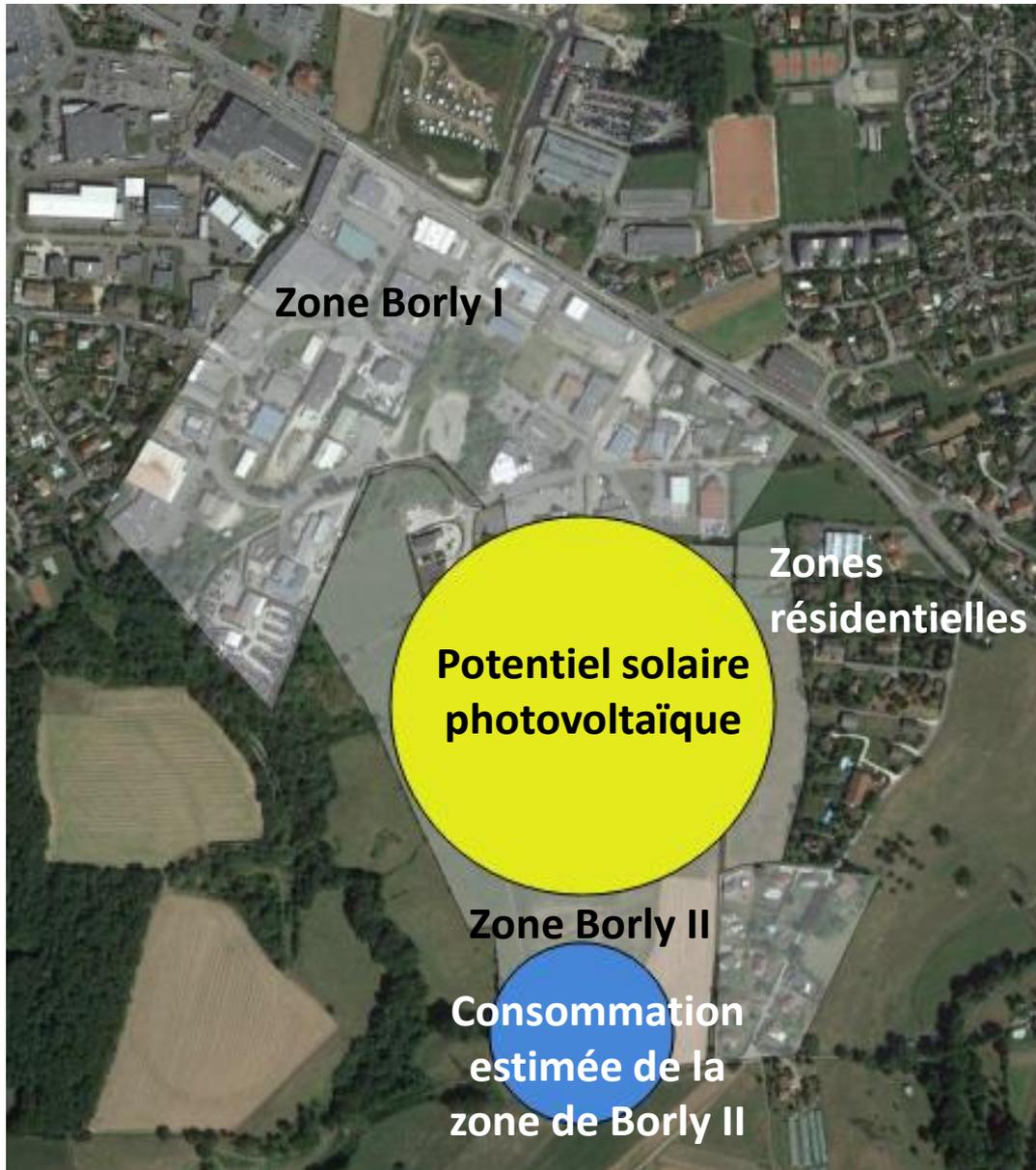
La consommation électrique de la zone estimée est de 1'127 MWh pour l'électricité spécifique (éclairage, informatique...) et de 113 MWh pour l'électricité nécessaire pour la production de froid de confort. Si la chaleur est produite par une pompe à chaleur, il faut encore ajouter 374 MWh d'électricité.

Le potentiel est très important et la production annuelle pourrait couvrir la totalité des besoins annuels. Par contre, cette production ne pourra certainement pas couvrir les besoins en instantané : en hiver, il faudra utiliser de l'énergie du réseau pour couvrir tous les besoins et en été il faudra injecter le surplus de production dans le réseau.



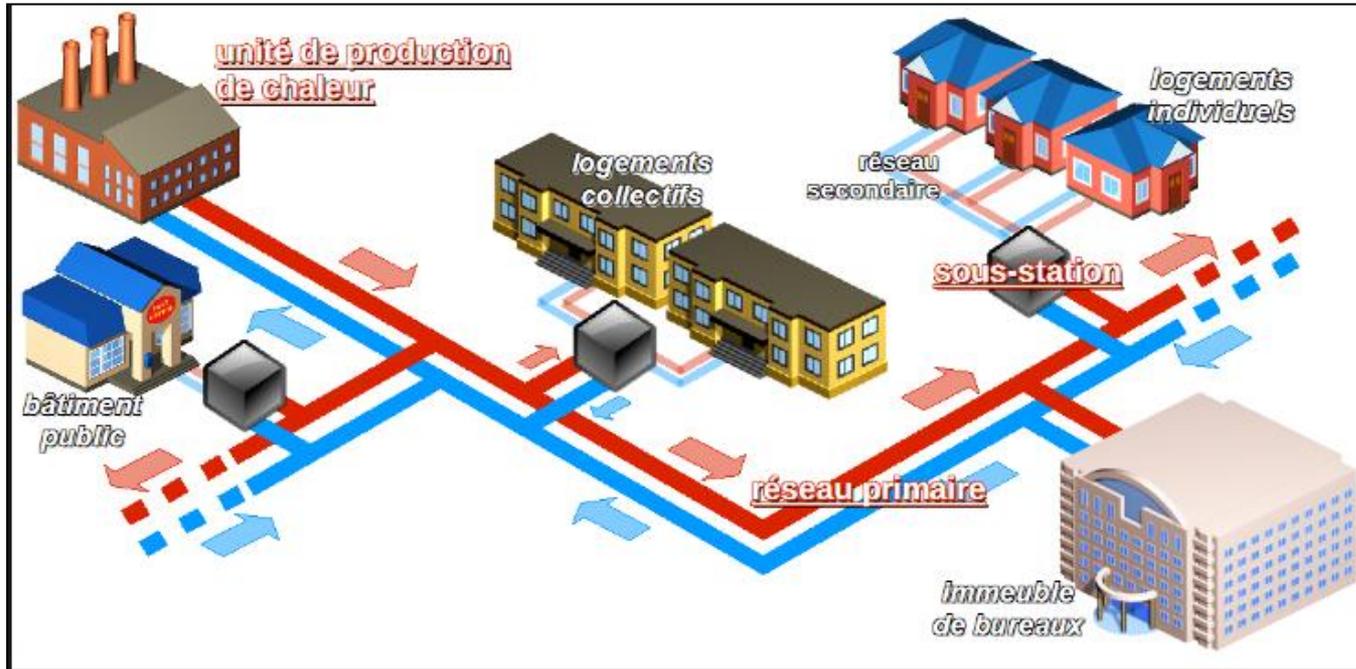
Les besoins des différentes zones sont représentés en rouge

Le potentiel géothermique peut couvrir l'ensemble des besoins de chaleur de la zone.



Le potentiel de production solaire annuel à partir de panneaux solaires photovoltaïques est important, il est bien supérieur à la consommation annuelle de la zone de Borly II.

Développement d'un réseau de chaleur



- Le réseau de chaleur est une solution intéressante pour alimenter une zone ou un quartier, cependant il est nécessaire d'avoir des gros consommateurs et une densité énergétique importante.
- Dans le cas de la zone de Borly II, au vu des activités, il n'y a pas de gros consommateur de chaleur et la densité énergétique est bien inférieure (0,3 MWh/ml) à la valeur de 1,5 MWh/ml reconnue comme valeur seuil pour espérer obtenir un réseau de chaleur avec un tarif de vente de la chaleur compétitif.

Au vu des connaissances actuelles sur le dossier, nous ne recommandons pas le recours à un réseau de chaleur. Il faudrait qu'un ou plusieurs gros consommateur de chaleur s'implante sur la zone et effectuer une étude de faisabilité technique et économique

■ Scénario de référence

- Chauffage et rafraîchissement par pompe à chaleur réversible air/eau (la même installation fait du chaud en hiver et du froid en été).

■ Scénario pompe à chaleur sur sondes géothermiques verticales

- Chauffage par bâtiment assuré par la pompe à chaleur sur sondes
- Rafraîchissement décentralisé par bâtiment par géocooling.

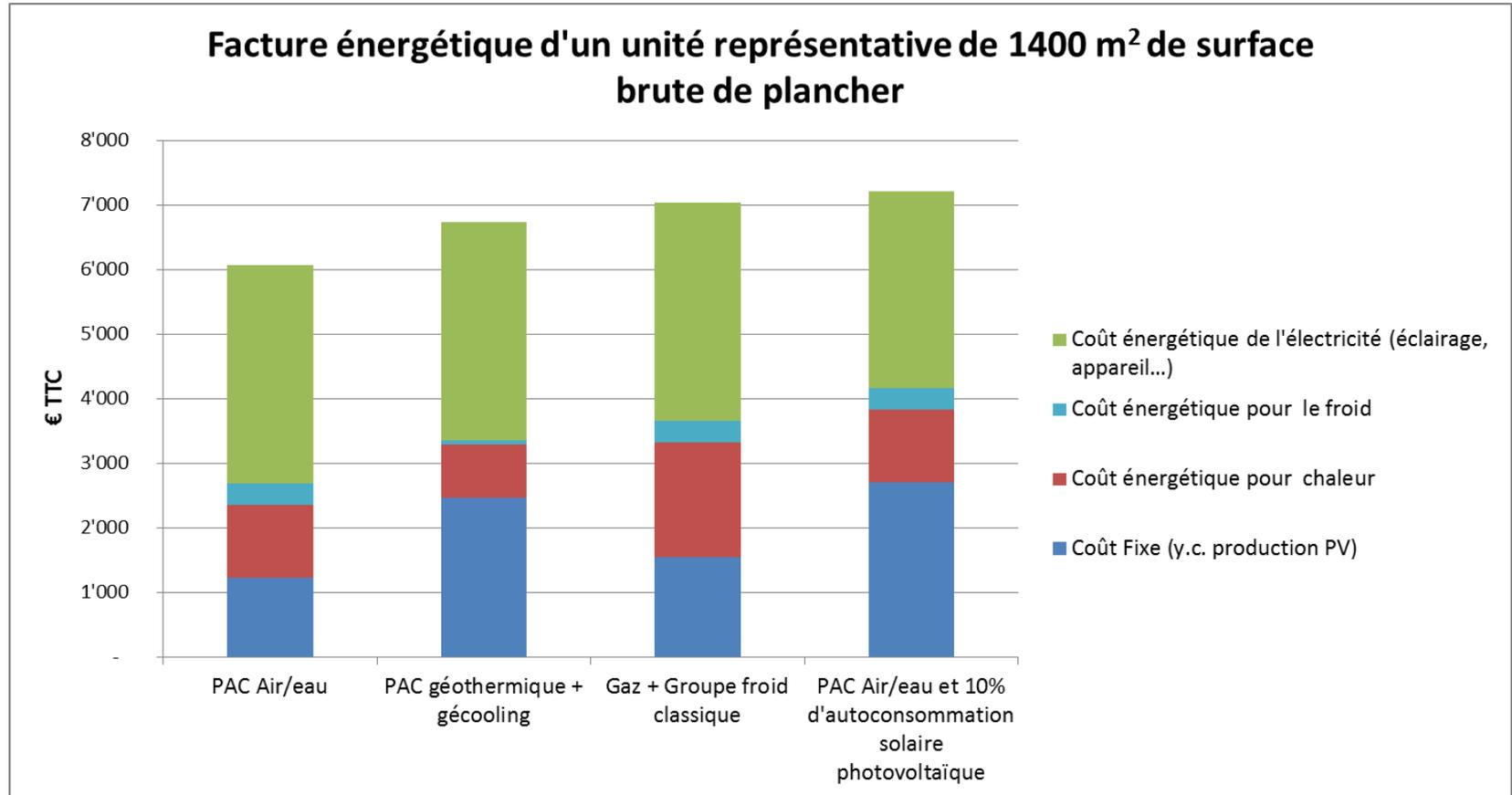
■ Scénario chauffage gaz et pompe à chaleur pour le froid

- Chauffage par bâtiment assuré par une chaudière gaz
- Rafraîchissement décentralisé par bâtiment par groupe froid «classique» air/eau.

■ Scénario pompe à chaleur avec autoconsommation d'une production photovoltaïque

- Chauffage et rafraîchissement par pompe à chaleur réversible air/eau (la même installation fait du chaud en hiver et du froid en été).
- Autoconsommation du courant photovoltaïque produit par une installation solaire photovoltaïque avec des orientations est/ouest plus favorable pour cet usage.

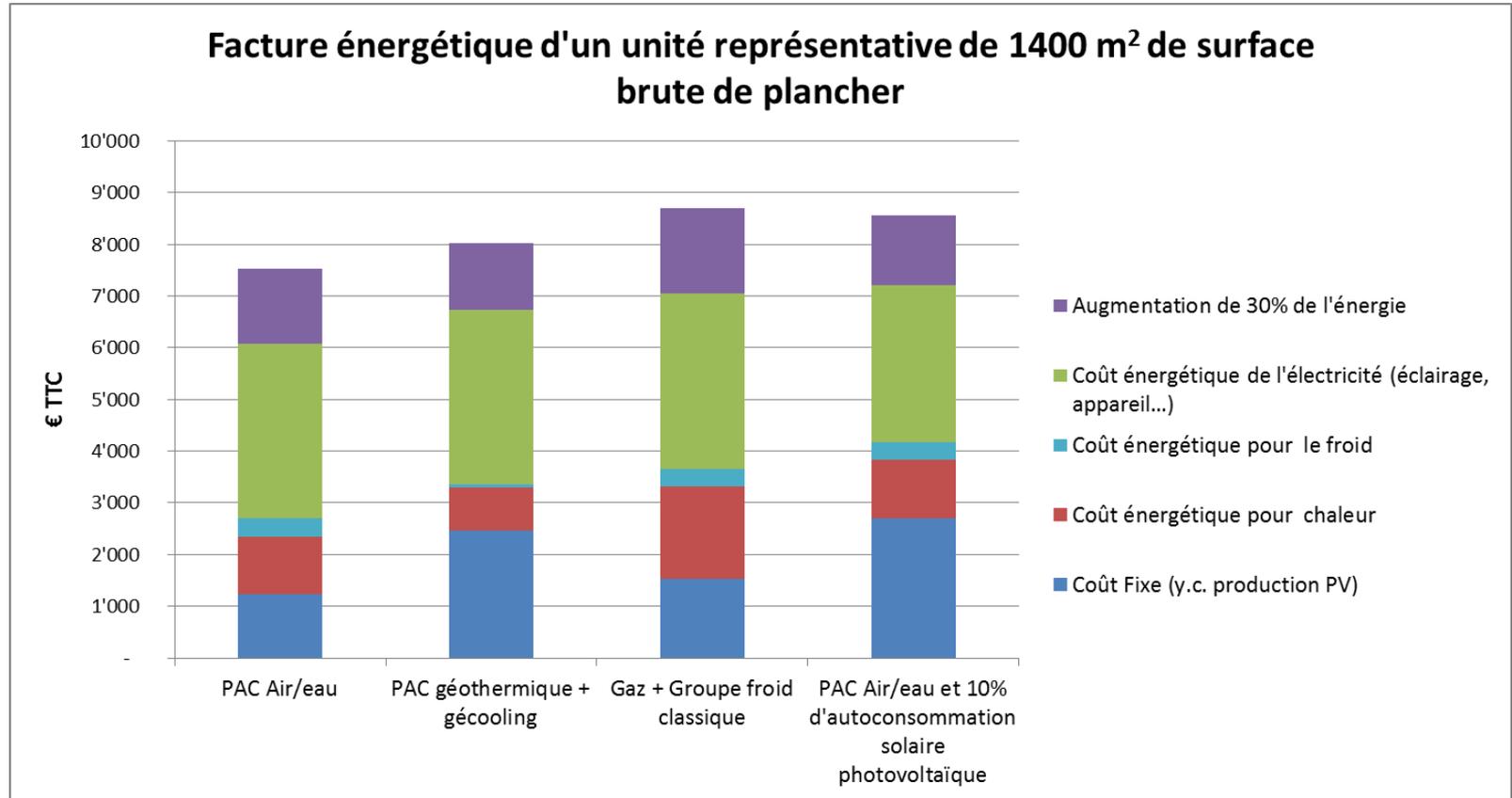
- Facture énergétique d'une unité représentative de 1'400 m² de surface :



- Les coûts fixes prennent en compte la maintenance (surveillance, réparations...), le gros entretien et le financement.
- La solution avec une pompe à chaleur (PAC) air/eau est la plus intéressante

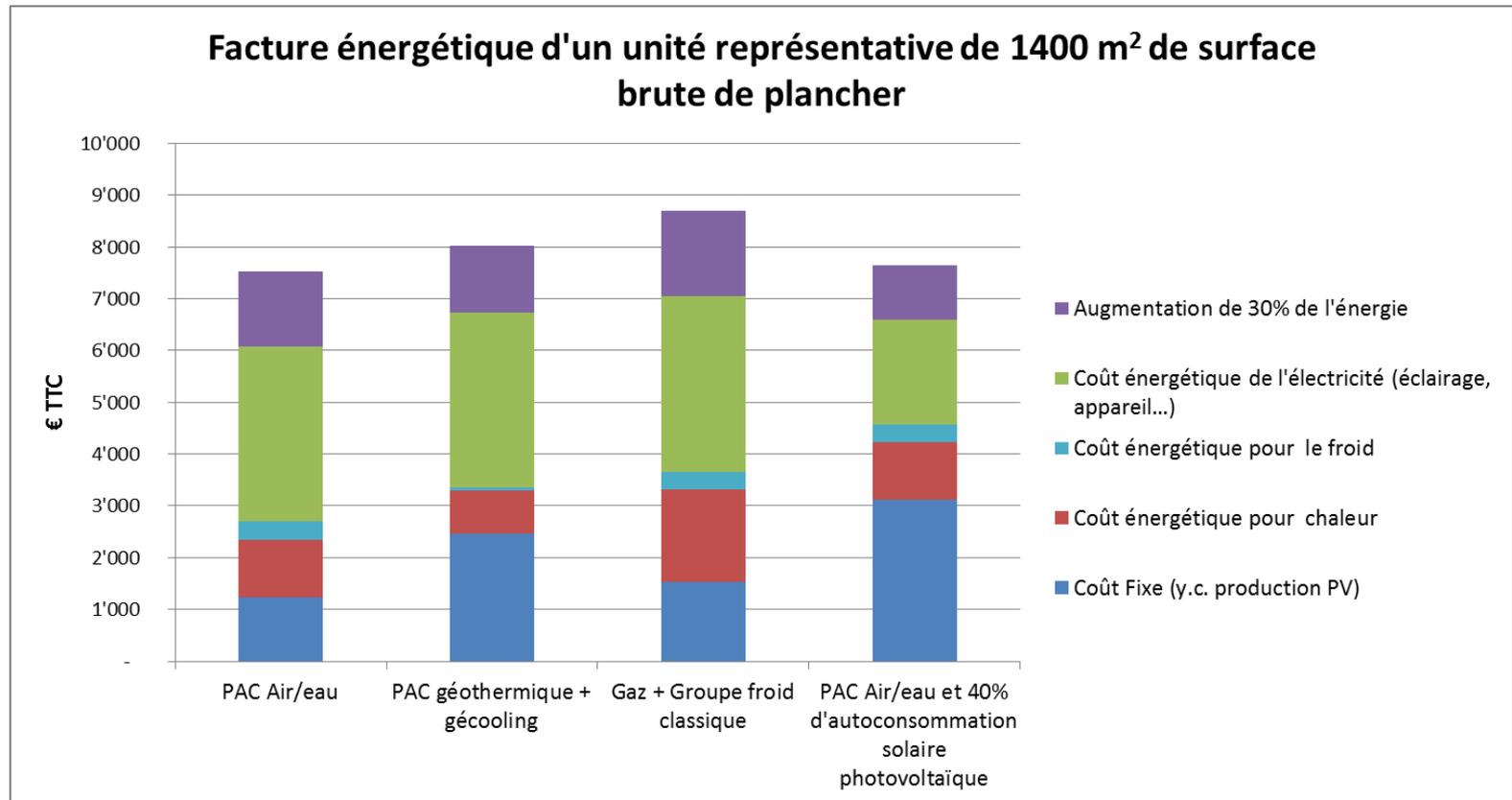
Analyse économique des scénarios à long terme

- Le graphique ci-dessous présente les factures énergétiques avec une augmentation de 30% de l'énergie gaz et électrique:



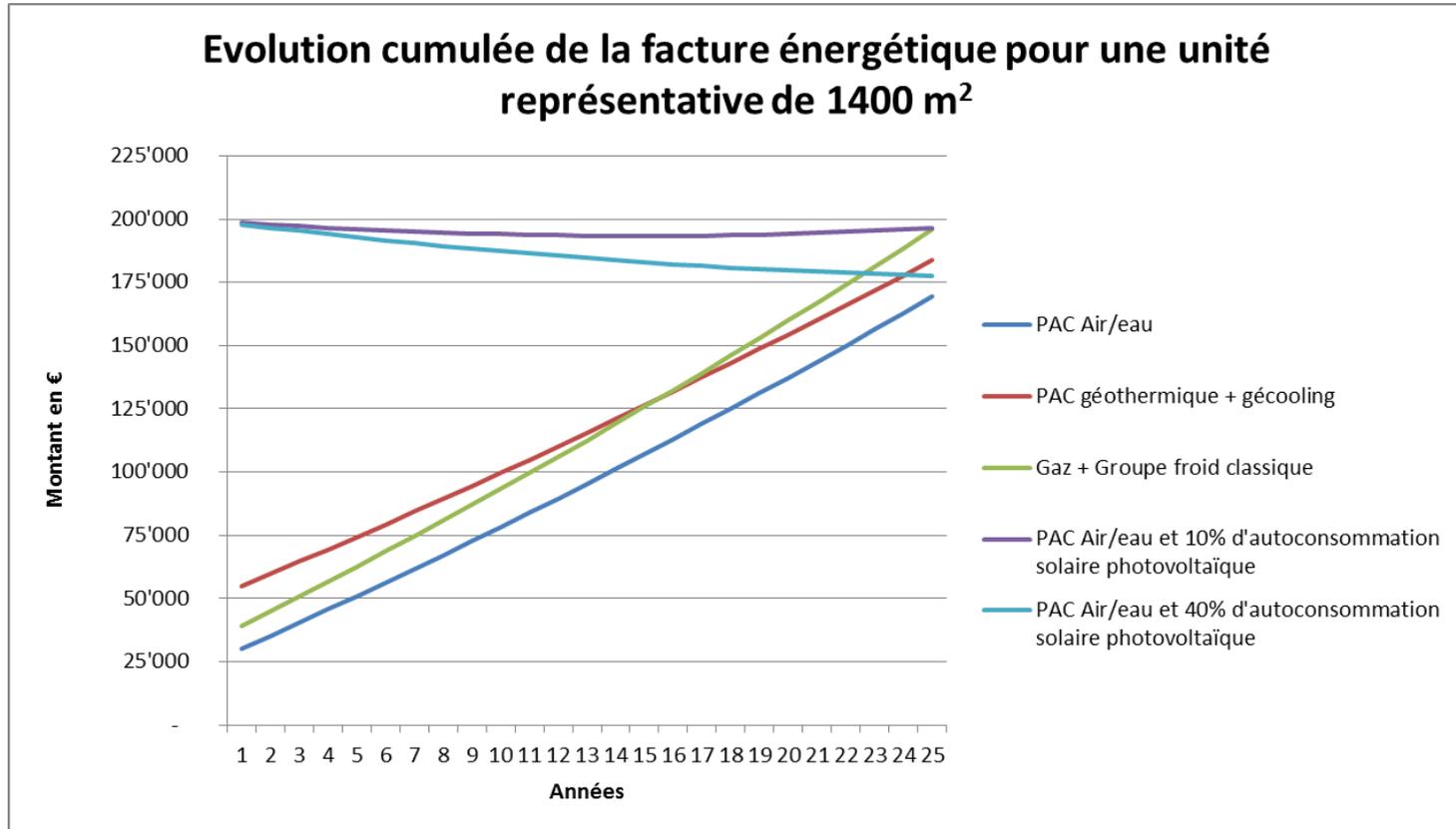
Malgré une augmentation du coût de l'électricité la solution avec une pompe à chaleur (PAC) air/eau est toujours la plus intéressante.

- Le graphique ci-dessous présente les factures énergétiques avec une augmentation de 30% de l'énergie gaz et électrique **et une autoconsommation de l'énergie photovoltaïque de 40%**:



Si la part d'électricité produite par l'installation solaire photovoltaïque est mieux valorisée dans l'autoconsommation, la solution avec une production solaire d'électricité devient plus rentable économiquement.

- Le graphique ci-dessous présente les factures énergétiques cumulées suivant les différents scénarios en incluant l'investissement et le financement :

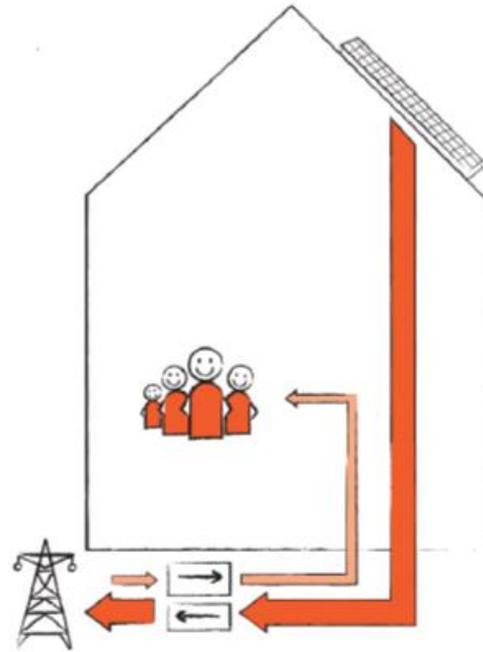


Plus l'autoconsommation de l'unité représentative augmente, plus le scénario est intéressant à long terme. Ce graphique se base sur une installation photovoltaïque de moins de 100 kWc avec vente du surplus selon les conditions cadres en vigueur de 2017.

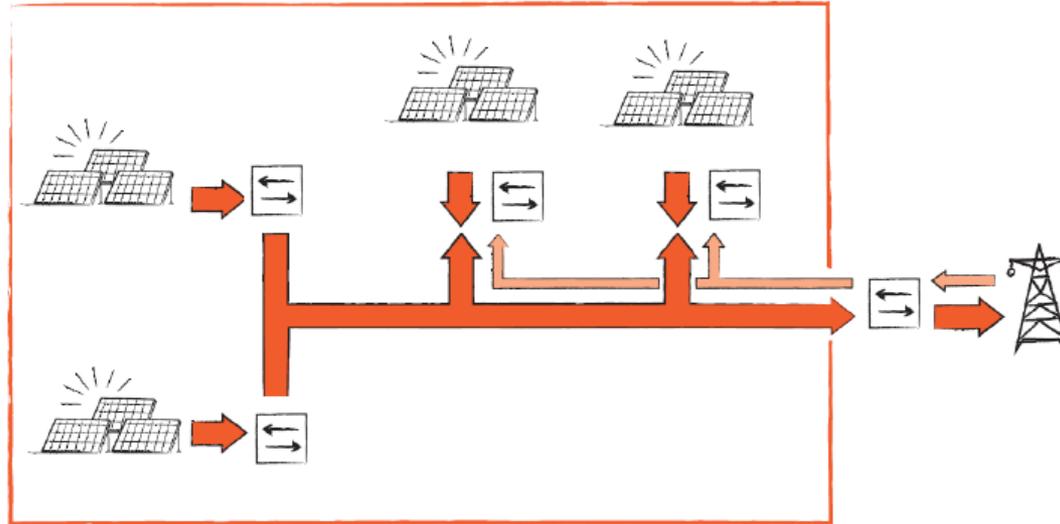
Remarque : les intérêts liés au financement des installations sont appliqués sur la première année. Ils ne sont pas réparti sur les 25 ans.

L'autoconsommation et le photovoltaïque

- ❑ L'analyse du potentiel montre une possibilité de production importante, de l'ordre de 6'000 MWh soit environ 5'700 kWc de puissance installée. Ce potentiel doit être valoriser.



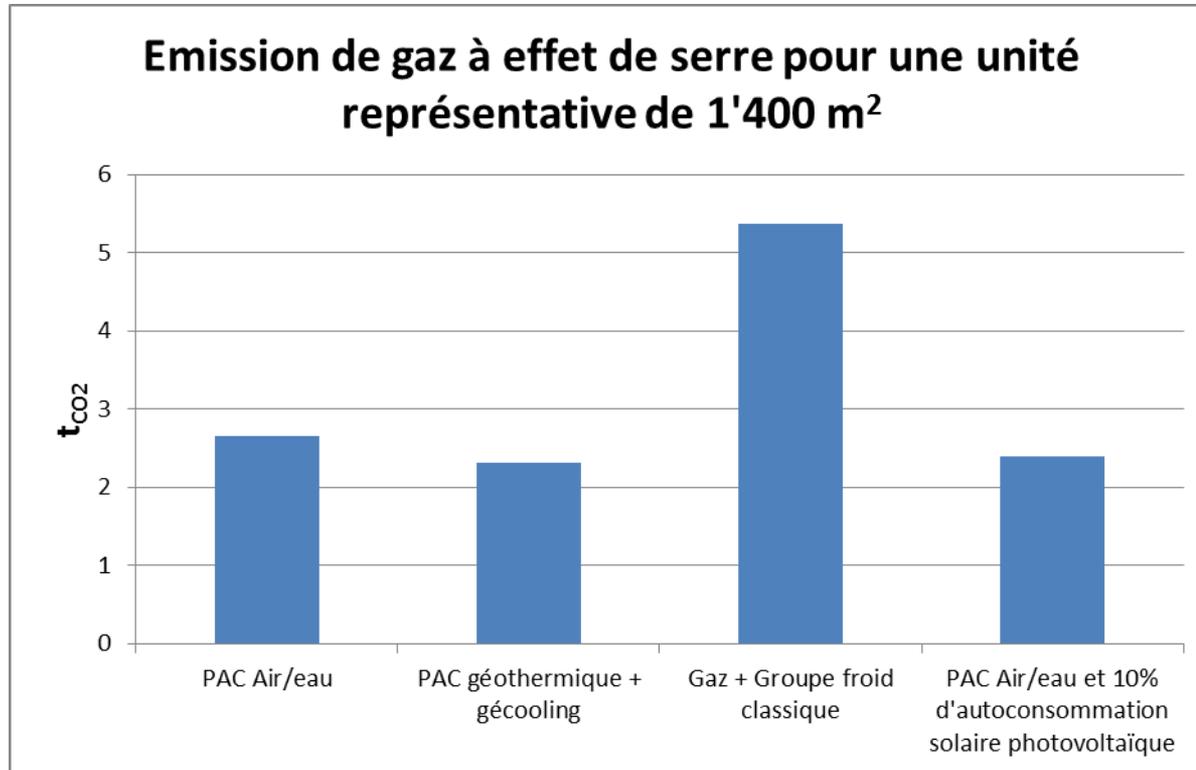
- ❑ Pour des installations individuelles, si la puissance est supérieure à 100 kWc (environ 600 m² de modules solaires sur environ 900 m² de toiture), il est possible d'autoconsommer mais la vente devra passer par un appel d'offres de la commission de régulation de l'énergie (CRE). Un bâtiment seul ne permettra pas d'obtenir un prix de vente intéressant. Aussi dans ce cas, il faut limiter la puissance à moins de 100 kW. Au vu de la typologie des bâtiments, il faut envisager une autoconsommation de l'ordre de 10% mais qui peut s'optimiser.



- ❑ La loi du 24 février 2017 relative l'autoconsommation d'électricité collective permet de se regrouper pour produire et consommer de l'électricité. Ce type d'installation permettrait de favoriser l'autoconsommation (30-40%), de plus une production plus importante permettra d'optimiser les coûts d'installation pour avoir un coût de production intéressant. Par ailleurs, les taxes ne seront pas les mêmes qu'une utilisation classique du réseau, elles seront probablement réduites ce qui rend ce type de projet attractif.
- ❑ Le développement d'une autoconsommation collective nécessite une approche technico-juridique. De plus, les consommateurs doivent être regroupés dans une personne morale (association, société, coopérative...).

Analyse environnementale des scénarios

- Le graphique ci-dessous présente les émissions de gaz à effet de serre en fonction des différents scénarios pour une unité représentative de 1400 m²



La solution avec une pompe à chaleur géothermique et le géocooling est la solution la plus favorable. Cependant, si l'autoconsommation photovoltaïque du dernier scénario passe à 20%, cette dernière devient la solution la plus avantageuse sur l'aspect environnemental.

La solution gaz est la solution la plus émettrice en gaz à effet de serre du fait de l'emploi de cette énergie non renouvelable. Elle n'est pas recommandée.

❑ Enjeux de la zone :

Les enjeux de la zone portent sur l'approvisionnement en chaleur et en électricité. Par ailleurs, il y a un gros potentiel de production d'électricité avec le solaire photovoltaïque. La mise en avant de l'autoconsommation permet d'obtenir une solution compétitive par rapport aux solutions traditionnelles sans production locale d'électricité sur les aspects économiques et environnementaux.

Développer une autoconsommation collective rendrait la zone exemplaire.

❑ Synergie avec les zones voisines :

L'analyse des consommations et des rejets de chaleur des zones voisines et de la zone de Borly II ne permet pas de mettre en place des synergies pour la chaleur ou le froid : les consommations sont trop faibles. Mais il peut y avoir un potentiel pour de l'autoconsommation collective d'électricité solaire.

❑ Développement d'un réseau de chaleur :

Au vu de la typologie des bâtiments, le développement d'un réseau de chaleur n'est pas à envisager, la densité énergétique est trop faible. Dans le cas où des gros consommateurs s'implanteraient, il faudrait éventuellement effectuer une étude approfondie.

❑ Valorisation des rejets de chaleur :

Les rejets de chaleur ne sont pas suffisants pour une valorisation sur la zone. Par contre en fonction des prospects, il convient de les encourager à optimiser leurs installations et valoriser en interne leur rejets de chaleur.

Recommandations

- ❑ **Nous recommandons de sensibiliser et d'accompagner les futurs occupants de la zone pour les inciter à être efficaces au sein de leur projet pour :**
 - Intégrer dès la phase d'avant-projet, des réflexions pour réduire les consommations d'énergie de chauffage et limiter le recours à une production de froid de confort.
 - Produire localement de l'électricité à partir du solaire photovoltaïque et favoriser l'autoconsommation.
 - Développer l'autoconsommation collective.
 - Valoriser la chaleur des groupes froids lorsque le cas est adapté.
 - Faire le bon choix au niveau de l'énergie au cas par cas en favorisant les énergies renouvelables.

- ❑ **Nous recommandons d'engager une réflexion pour développer une autoconsommation collective sur la zone de Borly II et étudier la possibilité d'étendre le périmètre avec les zones voisines (zones résidentielles existantes et futures et la zone de Borly I). Cette synergie permettrait de favoriser l'autoconsommation.**

- ❑ **Nous recommandons de prendre contact avec le gestionnaire du réseau d'électricité afin qu'il puisse dimensionner les infrastructures pour pouvoir accueillir les installations photovoltaïques dont la puissance sera plus importante que la puissance pour la consommation et permettra d'effectuer le dimensionnement.**

A) Accompagner et sensibiliser les futurs occupants de la zone au plus tôt :

- Rédaction de fiches de sensibilisation sur des thèmes précis :
 - Récupération de chaleur (groupes froids confort et process, ventilation...)
 - Etanchéité à l'air des bâtiments artisanaux
 - Photovoltaïque en autoconsommation et en autoconsommation collective
 - Limiter et regrouper les installations techniques en toitures pour favoriser l'installation de panneaux solaires photovoltaïques

B) Coaching et conseil au cas par cas avec chaque prospect au plus tôt :

- Plusieurs axes de travail basés sur le concept énergétique du bâtiment :
 - Effectuer des propositions pour favoriser la réalisation de bâtiments intégrant les principes du bioclimatisme : limiter les besoins de chaleur et les besoins de froid
 - Effectuer des propositions pour valoriser les rejets de chaleur des groupes froids en interne pour la production d'eau chaude sanitaire ou de chauffage
 - Effectuer des propositions quant au choix de l'énergie pour le chauffage, notamment à partir d'énergies renouvelables
 - Informer sur les possibilités de soutiens financiers de la part de l'ADEME, de la Région et du Département qui ne sont pas toujours connues

- **C) Encourager le photovoltaïque et l'autoconsommation**
 - Le photovoltaïque peut être autoconsommé sur le site où il est produit. Il serait intéressant de réaliser une étude comparative du potentiel d'autoconsommation avec la possibilité de participer aux appels d'offre de la commission de régulation de l'énergie portant sur la rémunération de l'énergie produite (seuil de >100 kW pour participer à ces appels d'offres).
 - La loi du 24 février 2017 relative à l'autoconsommation d'électricité collective permet de se regrouper pour produire et consommer de l'électricité. Il serait intéressant d'étudier les possibilités/opportunités d'autoconsommation regroupant plusieurs bâtiments. Pour les installations de plus de 100 kW, cela permettrait d'être plus compétitif sur le coût de l'énergie produite. Par ailleurs, cela peut économiser des frais d'exploitation au niveau des taxes, notamment la taxe d'utilisation du réseau représentant (environ 24% du prix de l'énergie). Cela ferait de la zone de Borly II une réalisation exemplaire.
 - Pour les prospects disposant de grandes toitures et ne souhaitant pas installer eux-mêmes une installation photovoltaïque, il faut les inciter à mettre à disposition leur toiture pour qu'un tiers puisse développer une installation solaire photovoltaïque.

D) Agir au niveau réglementaire dans le PLU

- Bonus de constructibilité pour les bâtiments durables
- Le décret N°2016-856 du 28.6.16 et l'arrêté LHAL1623033A du 12.10.16 donne la possibilité d'obtenir un bonus de constructibilité pour les bâtiments durables lorsque le PLU le prévoit.
- Le bonus est une surface constructible de 30% maximum supplémentaire
- Pour en bénéficier, les bâtiments ont deux possibilités :
 - une consommation conventionnelle du bâtiment inférieure à 20% de la consommation conventionnelle maximum

OU

- la construction fait preuve d'exemplarité environnementale avec une certification par un organisme agréé en respectant « la quantité des émissions de gaz à effet de serre au cours de l'ensemble du cycle de vie de la construction ». (niveau « carbone2 » du référentiel « Energie-Carbone » pour les bâtiments neufs). Il doit également posséder une part minimale de matériaux faiblement émetteurs en COV et un taux minimal de matériaux biosourcés.

E) Intégrer des éléments sur l'énergie dans la plaquette de présentation de la zone

- En fonction des ambitions, il serait intéressant d'intégrer des éléments en lien avec l'énergie (réduction des consommations d'énergie, photovoltaïque...) dans la plaquette de présentation de la zone pour les prospects.

❑ Le développement du gaz dans la zone

- Le gaz naturel est une énergie non renouvelable avec des émissions de gaz à effet de serre non négligeables.
- Du fait de son faible coût, son développement dans une zone ne favorise pas le recours aux énergies renouvelables.
- Si des prospects ont des process nécessitant une grosse production de chaleur, la présence du gaz est un atout.
- Le gaz est à l'Ouest de la zone, voir même dedans par endroit, aussi il faut essayer de regrouper les prospects avec des process nécessitant une grosse production de chaleur dans cette zone
- A moyen ou long terme, peut-être que le gaz livré par le réseau comportera une part importante de biogaz.

PLANAIR

Ingénieurs conseils en énergies et environnement

Hervé Rychtarik
Lionel Robbe

Planair France SAS
22 Rue de la Gare
F-25800 Valdahon

herve.rychtarik@planair.ch
lionel.robbe@planair.fr

www.planair.ch

