



www.diagobat.fr

SAILLY SUR LA LYS - FONCIFRANCE 264 LOGEMENTS

ETUDE D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE D'UN PROJET D'AMENAGEMENT



diagobat
ENVIRONNEMENT ENERGIES BATIMENT

17/11/2017

CONTEXTE REGLEMENTAIRE

Texte réglementaire de référence :

Dans le cadre de l'Article L128-4 du code de l'urbanisme issue de l'application de l'article 8 du grenelle 1 :« Toute action ou opération d'aménagement telle que définie à l'article L. 300-1 et faisant l'objet d'une étude d'impact doit faire l'objet d'une étude de faisabilité sur le potentiel de développement en énergies renouvelables de la zone, en particulier sur l'opportunité de la création ou du raccordement à un réseau de chaleur ou de froid ayant recours aux énergies renouvelables et de récupération ».

Modalités de réalisation des études:

L'objectif est de prescrire/choisir la ou les solutions les plus adaptées au contexte, aux moyens et aux ambitions. Dans un premier temps, le diagnostic des besoins énergétiques est réalisé selon les typologies envisagées de bâtiments et d'usages, les objectifs réglementaires et les ambitions en termes de performances énergétiques recherchées. DIAGOBAT propose de réaliser à partir d'hypothèses des études qui permettront d'identifier toutes les ressources énergétiques potentielles dans le cadre du projet ainsi que la vérification de l'adéquation entre le potentiel des ressources et les besoins des bâtiments.

La définition et l'actualisation des hypothèses d'alimentation conduira à la recommandation de telle ou telle solution d'approvisionnement parmi celles envisagées et sera synthétisée en un outil d'aide à la décision coût global (investissement, exploitation, maintenance) et environnemental (émissions en CO2) sur une période représentative de 30 ans.

Ainsi, ce rapport se décompose en différentes parties :

- Analyse du plan masse et évaluation des besoins prévisionnels d'énergie
- Evaluation des gisements d'énergie renouvelable
- Coût global des solutions de production d'énergies renouvelables retenues et impacts environnementaux

D'une manière générale et selon la typologie de bâtiment, les solutions qui peuvent être étudiées sont les suivantes :

- Système Solaire Thermique.
- Système Solaire Photovoltaïque.
- Système de Chauffage au bois ou Biomasse.
- Système Eolien.
- Raccordement à un Réseau de Chauffage Urbain.
- Pompe à Chaleur Géothermique.
- Pompe à Chaleur Aérothermique.
- Pompe à Chaleur sur nappe phréatique.
- Chaudières à Condensation gaz.
- Cogénération.

De plus, cette étude fait apparaître les éléments suivants :

- Consommation en énergie primaire.
- Emission de gaz à effet de serre.
- Classes énergétiques et climatiques.
- Coût annuel d'exploitation comprenant abonnement et frais de maintenance.
- Coût d'investissement.
- Gains énergétiques sur 30 ans.
- Quantités de gaz à effet de serre cumulés sur 30 ans.
- Coût global actualisé sur 30 ans.

CONTRAINTES DU SITE

Compte tenu de la typologie de bâtiment à construire, de l'activité du projet sur le site et des surfaces à chauffer, certaines solutions de productions énergétiques ne peuvent couvrir les besoins du projet ou ne sont techniquement pas réalisables. Ceci est le cas pour les solutions ci dessous dont les justifications sont d'avantage détaillées dans les pages suivantes :

- Système solaire thermique (puissance potentielle faible par rapport aux besoins du projet)
- Système Eolien (puissance faible par rapport aux besoins, intermittence de la production et zone favorable sous conditions)
- Cogénération (besoins thermiques et électriques intermittents non adaptés au fonctionnement permanent de la cogénération)
- Chauffage urbain (absence sur le site)
- Pompe à chaleur géothermique (Le potentiel réel du site reste à déterminer par des études spécifiques du sol)
- Le bois énergie (contraintes non négligeables)

Les études de faisabilité technico-économiques et environnementales sur les productions énergétiques se sont donc limitées aux solutions suivantes :

- Chauffage par chaudières gaz collective à condensation
- Chauffage par PAC Air/Eau collective
- Chauffage par chaudière gaz individuelle à condensation

Des panneaux photovoltaïques peuvent être apportés en complément de la performance visée de chaque bâtiment.

Afin de comparer les solutions de manière globale, le comparatif est fait sur la base de système d'émission et de régulation identique.

Ressources locales en énergie

Cette partie recense les différentes sources d'énergie à proximité du site et évalue leur potentiel avec le projet.

Solaire Thermique

Le Nord Pas de Calais ne profite pas d'un ensoleillement très important à l'échelle de la France, ne plaçant pas cette ressource parmi les plus favorables au projet.



Ensoleillement en kWh/m2.jour - Tecsol

Le recours à l'énergie solaire thermique met en oeuvre des systèmes simples, performants et fiables qui transforment le rayonnement solaire en énergie directement utilisable pour la production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) et/ou pour le chauffage :

- CESI : Chauffe-Eau Solaire Individuel
- CESC : Chauffe-Eau Solaire Collectif
- SSC : Système Solaire Combiné (Eau chaude sanitaire et chauffage)
- HeliopAC : Système Solaire hybride (Eau chaude sanitaire collective et électricité)

La production d'eau chaude sanitaire est réalisable sous tous les climats français. Cependant, en hiver et pendant les journées peu ensoleillées, l'énergie solaire ne peut assurer la totalité de la production d'eau chaude, et un dispositif d'appoint est alors nécessaire pour pallier ce manque. Ce type d'installation n'est pas la plus favorable au projet mais possède tout de même un intérêt non négligeable au vu des besoins importants en ECS pour des bâtiments de logement.



Besoin en ECS importants mais puissance potentielle assez faible en cette région.

Solaire photovoltaïque

La quantité d'électricité produite par un système photovoltaïque dépend de l'ensoleillement de la région, de l'orientation, de l'inclinaison des modules photovoltaïques et de l'ombrage porté par les éléments environnants.

L'exposition du site est favorable à la mise en place de solaire photovoltaïque. De plus, cette énergie va devenir essentielle pour la construction de futurs bâtiments qui auront l'objectif d'être à énergie positive.

En revanche, sur les dernières années, les conditions économiques (tarifs de rachat, subventions possibles) du photovoltaïque sont incertaines et fluctuent considérablement, ce qui peut limiter la rentabilité de certains projets.

L'autoconsommation est aujourd'hui favorisée et encouragée.



Le photovoltaïque présente un potentiel au niveau du solaire, mais la rentabilité de ce type d'installation est grandement limitée par les conditions de rachat actuelles ainsi que les prévisions futures. L'autoconsommation devrait être privilégiée.

Bois énergie

En France, la biomasse est une énergie renouvelable. Elle est utilisée comme combustible dans des chaudières conçues pour cet usage, sous la forme de bois déchiqueté, de granulés de bois, ou d'autres résidus solides issus de l'agriculture. L'utilisation du bois énergie contribue à l'entretien des massifs forestiers (meilleure production de bois de construction, lutte contre les ravageurs et maladies, protection contre les incendies).

Le bois énergie provient :

- de bois non valorisés en forêt, dont la récupération est nécessaire à l'entretien de la forêt
- de bois non valorisés comme bois matériau
- de déchets de bois propres issus de l'activité humaine (palettes de bois, caisseries ...).

Un combustible bois est caractérisé par plusieurs grandeurs :

- Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) : MWh/t
- Le taux d'humidité (sur masse brute HB) : %
- La granulométrie : mm
- Le taux de cendres : %
- Le taux d'écorces : %

Le tableau suivant décrit les diverses origines des combustibles bois :

Origine	Illustration	Description
Plaquettes forestières		La plaquette forestière est directement extraite des forêts. Elle est obtenue par broyage du bois ou des rémanents d'exploitation forestière. Taux d'humidité : Hb = 20 à 50 %, PCI = 2,2 à 3,6 kWh/kg
Plaquettes de scierie		La plaquette de scierie provient des industries de la transformation du bois. Elle est produite à partir des chutes de bois (scieries, ...). Taux d'humidité : Hb = 20 à 40 %, PCI = moyenne à 2,5 kWh/kg
Plaquettes DIB (Déchets Industriels Banals)		Les DIB sont issues de la récupération des déchets de bois (palettes, ...). Taux d'humidité : Hb = 20 à 30 %, PCI = moyenne à 3 kWh/kg
Granulés de bois		Le granulé de bois est produit à partir de sciure ou de copeaux, provenant des scieries, comprimée en bâtonnets de quelques millimètres de diamètre. Taux d'humidité : Hb = 10 % PCI = moyenne à 5 kWh/kg

Ressource à proximité : La région Nord Pas de Calais bénéficie de ressources forestières importantes.

Voirie : Pour les chaufferies biomasse, l'un des principaux problèmes consiste à la livraison et stockage du bois. En effet, pour limiter l'emplacement du silo de stockage, celui-ci est généralement dimensionné pour répondre aux besoins de chauffage avec une autonomie d'une semaine. Il faut donc s'assurer que la voirie convienne pour ce type de transport régulier et prévoir une aire de livraison voire de retournement pour le camion.



Le bois énergie a un fort potentiel sur ce projet, mais dont les contraintes ne sont pas négligeables et doivent être considérées en amont

Eolien

Les éoliennes se distinguent en fonction de leur puissance en 3 catégories :

- Petit éolien : < 12 mètres, Puissance inférieure à 36 kW (pas classable au titre des ICPE)
- Moyen éolien : de 12 à 50 mètres, puissance comprise entre 36 et 1500 kW)
- Grand éolien : puissance supérieure à 250 kW (parc éolien)



Petit éolien

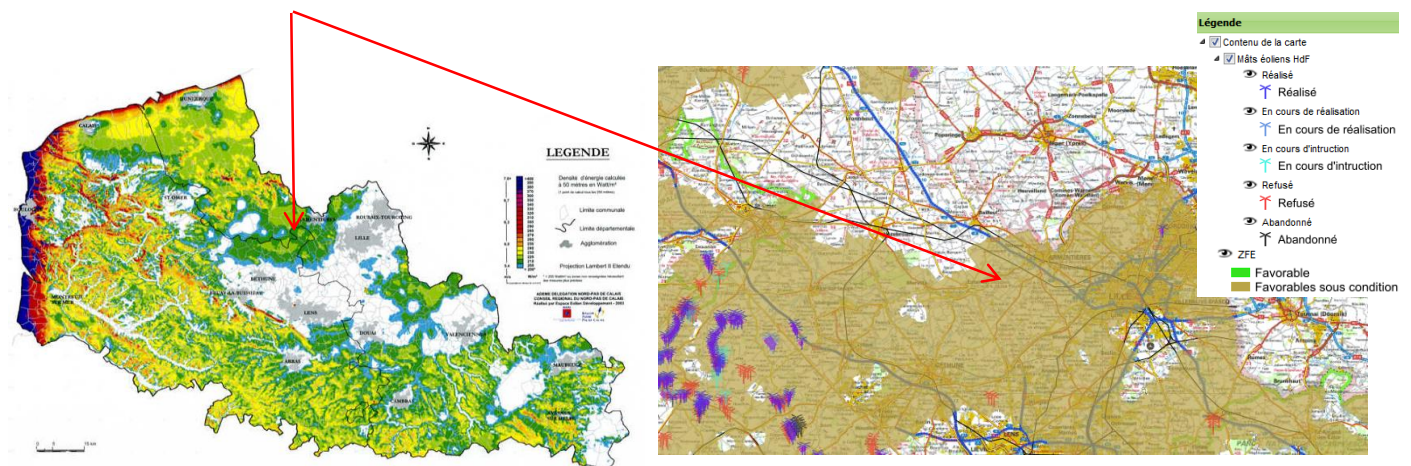


Moyen éolien



Grand éolien

Ressource et faisabilité : La zone du projet n'est pas la plus favorable au développement de l'éolien (ressources de vents et intermittence), de plus le projet est situé dans une zone sous conditions.



Potentiel éolien / Carte régionale Eolien DREAL Hauts de France



L'éolien ne présente pas un fort potentiel pour ce site, que ce soit pour du petit, moyen ou grand éolien.

Réseau de chaleur Urbain

D'après l'arrêté du 22 mars 2017, la zone du projet n'est pas desservie directement par un réseau de chaleur.



Aucun réseau de chaleur à proximité immédiate du site.

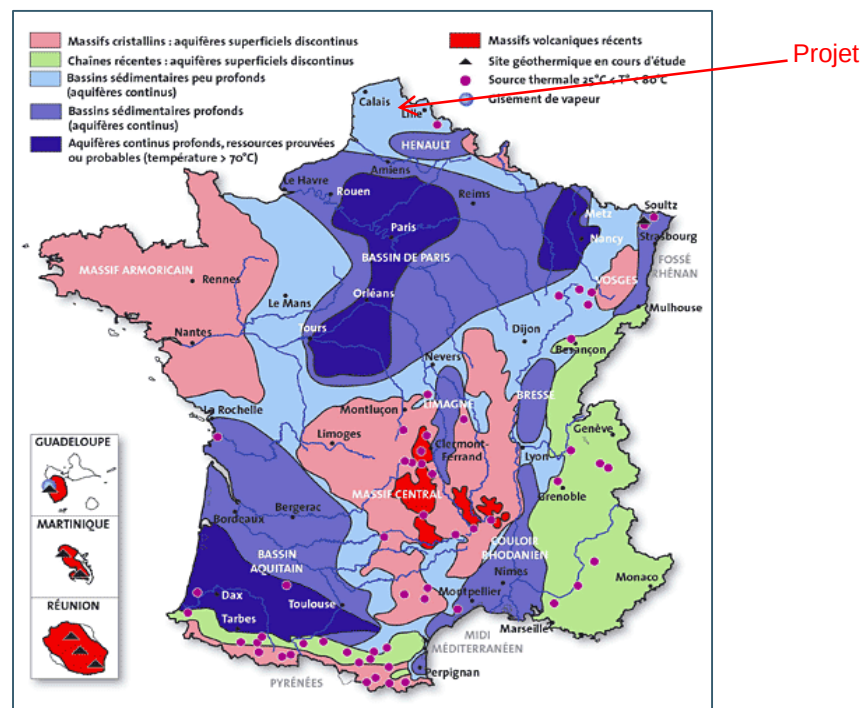
Géothermie

Le principe de la géothermie consiste à extraire l'énergie souterraine pour l'utiliser sous forme de chauffage ou pour la transformer en électricité.

Par rapport à d'autres énergies renouvelables, la géothermie présente l'avantage d'être une source d'énergie quasi-continue ne dépendant pas des conditions atmosphériques (soleil, pluie, vent). Elle n'est interrompue que par des opérations de maintenance. Les gisements géothermiques ont une durée de vie de plusieurs dizaines d'années. On distingue 2 types de systèmes géothermiques :

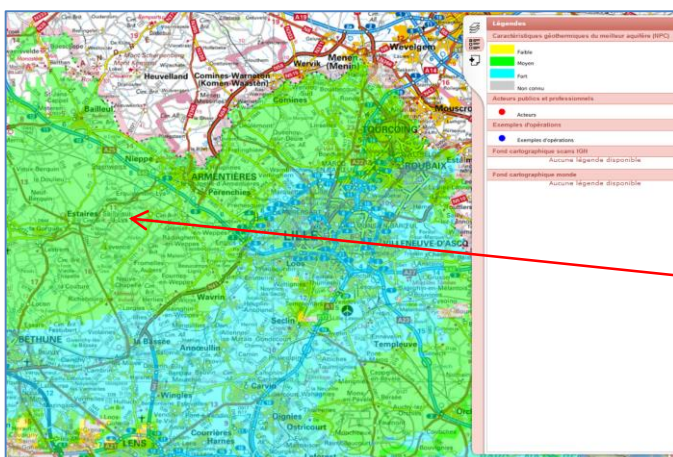
SUR CHAMPS DE SONDES : Ce système dispose d'un ou plusieurs forages constitués de tubes. Il n'y a pas de prélèvement de matières, simplement un échange thermique avec le sol (échangeur fermé). Une pompe à chaleur doit être utilisée pour atteindre des températures supérieures adaptées au chauffage.

SUR NAPPES AQUIFERES : Ce système consiste à utiliser la ressource présente dans les nappes d'eau souterraines. Ce système dispose d'un puits de pompage et d'un puits de réinjection : il y a prélèvement de matière (eau de l'aquifère, échangeur ouvert). Suivant l'emplacement, on dispose d'un potentiel de récupération plus ou moins important.



Gisement géographique français - BRGM

D'après les données du site du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), établissement public de référence dans le domaine des sciences de la Terre, le secteur dispose d'aquifères continues.



Le projet est situé en zone à potentiel moyen et éligible à la GMI (Géothermie de minime importance)

Géothermie perspectives

Potentiel Géothermique sur la commune de : SAILLY-SUR-LA-LYS (62736)

Positionnement du point sélectionné

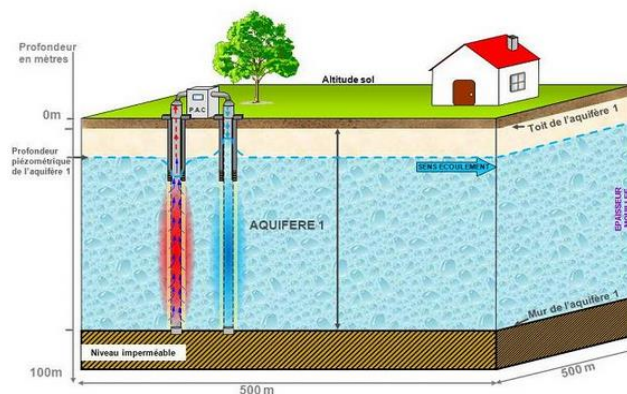
X (Lambert 2 étendu) : 631309 m

Y (Lambert 2 étendu) : 2629554 m

Altitude du sol (mini / moyenne / maxi) : 15 m / 16 m / 17 m

Potentiel géothermique du meilleur aquifère

MOYEN



Avertissement : Le schéma représente la géologie du sous-sol de manière simplifiée.

	Aquifère 1 Sables landéniens	Aquifère 2	Aquifère 3
Profondeur du toit (m) :	49		
Profondeur du mur (m) :	66		
Profondeur minimale recensée de la nappe	10		
Période de mesure :	juin-1997		
Profondeur maximale recensée de la nappe	13		
Période de mesure :	juil-1970		
Profondeur d'accès (m) :	49		
Température (°C) :	13		
Paramètre hydrodynamique :	Débit spécifique (m ³ /h/m) 0,6		
Débit d'exploitation par forage (m ³ /h) :	3		
Potentiel géothermique :	Moyen		
Remarque :			

Géothermie perspectives

Le potentiel réel du site reste à déterminer et nécessite des études spécifiques.

On note tout de même les contraintes que cela engendre en termes de technique :

- Les nouvelles contraintes imposent un doublet, c'est-à-dire un forage de prélèvement, mais également un forage de rejet, situé à une certaine distance du premier puit,
- Les prélèvements sont soumis à des quotas, donc seront limités.

FONDATION SUR PIEUX GEOTHERMIQUE : Il s'agit de mettre en place des pieux d'une profondeur pouvant aller jusqu'à 25 mètres sous les fondations. A l'intérieur de ces pieux sont disposés des canalisations d'eau, qui vont venir capter les calories du sol en hiver. Suivant le nombre de pieux, leur profondeur, la nature du sol et la présence d'eau dans le sol, on est en mesure d'assurer les besoins en termes de chauffage et également d'ECS. Cette technologie permet également de faire du rafraîchissement en période estivale.



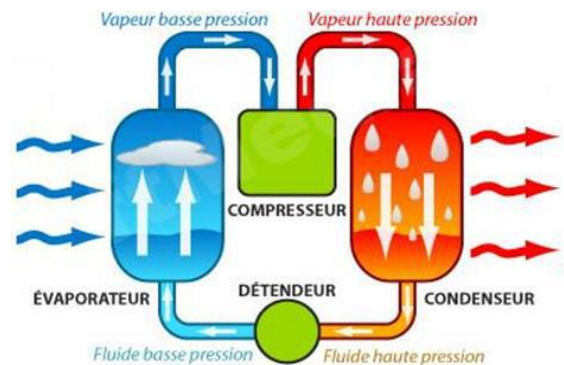
Le potentiel réel du site reste à déterminer par des études spécifiques du sol.

Autres PAC

A l'image de la géothermie, il s'agit de produire de la chaleur, mais en exploitant l'air extérieur comme source de chaleur (aérothermie), transférant les calories à l'air ou à de l'eau.

Les pompes à chaleur sont de plus en plus utilisées en raison de leur COP (coefficient de performance) élevé, bien plus élevé que les autres systèmes de production de chaleur.

Les échangeurs thermiques (condenseur et évaporateur) peuvent être de différentes natures. Le fluide frigorigène peut en effet échanger ses calories avec n'importe quel type de fluide, et c'est ce paramètre qui différencie les types de PAC.



Le rendement de cet équipement est variable en fonction de la température extérieure. Or il n'est pas rare de voir des températures inférieures à 0°C dans cette zone. Dans ce cas, il faut prévoir soit avoir une solution d'appoint, soit être surdimensionné de façon à répondre aux besoins en cas de températures extérieures basses. Ces installations étant décentralisées, il faut prévoir un espace suffisant coté extérieur (toiture, façade...), pour pouvoir les installer.

Le recours à une PAC Air/Air offre un pouvoir calorifique moins important qu'une PAC Air/Eau et impliquant un débit plus important ou le recours à un appoint électrique dégradant l'intérêt du système de PAC.

Pour de très grands bâtiments, la présence d'un grand nombre d'équipements peut engendrer des coûts d'entretien importants.



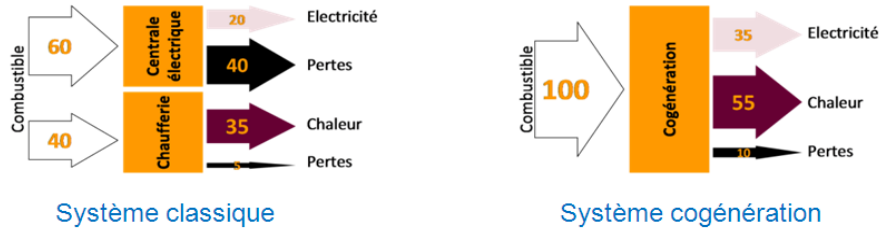
L'utilisation de PAC est techniquement possible sur ce site.

Cogénération

Le principe de la cogénération consiste à réaliser simultanément et dans un même processus de la chaleur ainsi que de l'électricité.

Le rendement d'une machine thermique ne produisant que de l'électricité est de l'ordre de 30 à 40%, alors que dans une installation thermique ne produisant que de la chaleur à partir d'un combustible, il est de l'ordre de 90%.

La production simultanée de chaleur et d'électricité permet d'améliorer le rendement global du système.



L'utilisation d'une cogénération présente toutefois des contraintes en termes de fonctionnement. En effet, pour un système utilisant de la cogénération, il faut avoir un besoin constant en électricité et chaleur, relativement constant. Cependant, les bâtiments de logement ne vont pas dans ce sens pour plusieurs raisons :

- Réduit de nuit pour le chauffage
- Pas de besoin de chaleur toute l'année
- Les bâtiments étant de plus en plus performant énergétiquement, la durée de la période de chauffage en est de plus réduite.



Etant donné les variations de consommations du site, les faibles besoins et étalés sur 6 mois environ, la cogénération n'est pas viable pour ce projet.

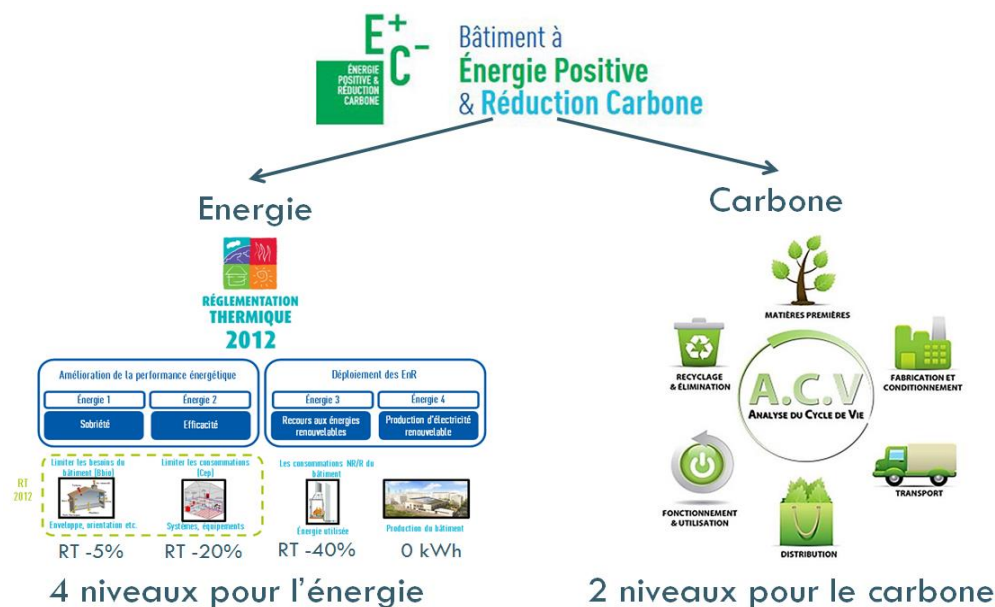
CONTEXTE DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

De nouvelles ambitions émergent

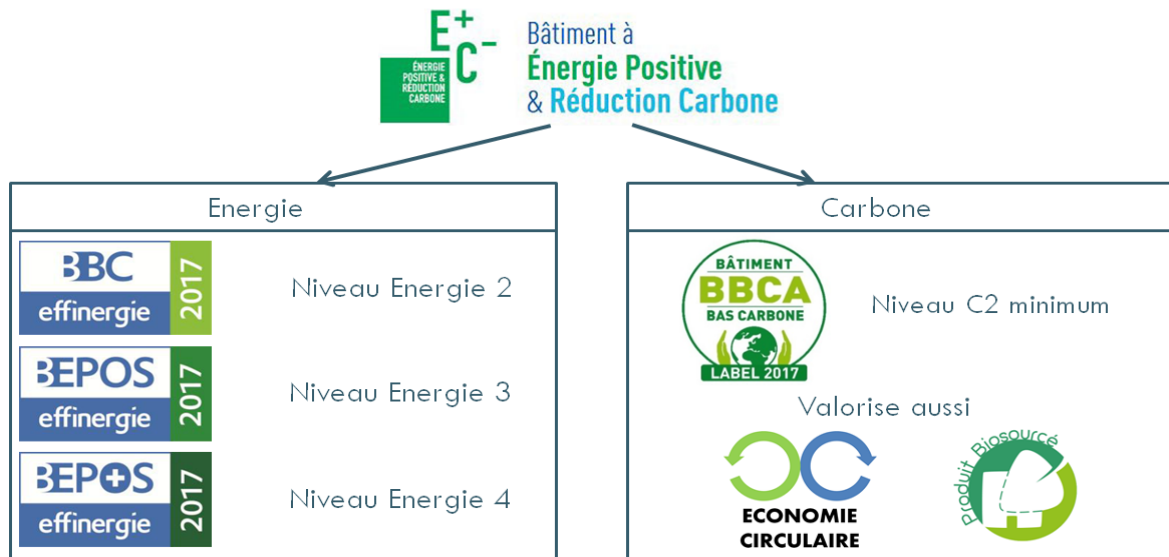
Telle qu'a évoluée la Règlementation thermique 2005 grâce au label BBC, l'actuelle réglementation thermique 2012 tend à s'orienter vers le bâtiment bas carbone à travers l'expérimentation E+C-.



Ce nouveau standard s'intéresse désormais à l'analyse en cycle de vie et propose différents seuils de performance énergétique.



Cette expérimentation a permis la création de différents labels.



Ces labels organisent la transition vers la RBR 2020

En parallèle, un tout autre standard se répand à l'international - le Bâtiment Passif



En parallèle, un autre label pensé depuis 1991 se répand dans le monde entier : **LE PASSIF** (label allemand)

- Premier bâtiment certifié en France en 2008, 3932 bâtiments dans le monde
- Objectif : consommer le minimum bien avant de penser production
- Atteindre l'optimum économique grâce à la suppression du système de chauffage « classique »
- Confort thermique optimum
- Depuis 2015 de nouveaux labels intègrent la production d'énergie renouvelable (Passif Plus et Passif Premium)



En fonction de la stratégie de conception énergétique de chaque bâtiment qui sera adoptée, les choix d'approvisionnement seront très différents. Ainsi, pour chacun d'eux une étude devra être réalisée afin de rechercher la meilleure solution.

COUTS D'INVESTISSEMENT, COUTS D'EXPLOITATION, REJETS CO2

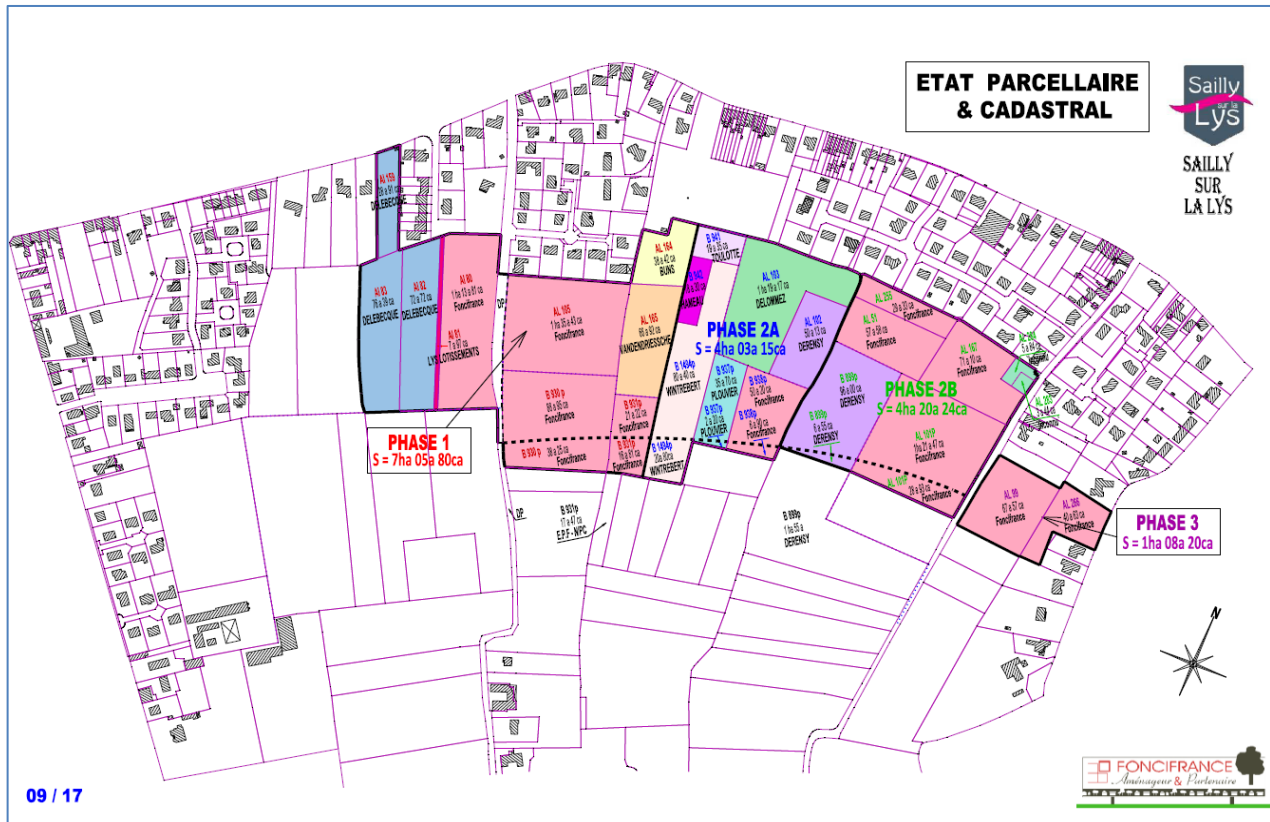
1- Données générales (surfaces et typologies)

Surface SDP totale estimée

15 840 m²

Nb de logements

264



2 - Etude sur le chauffage :

Installations techniques solution No 1 Chaudière gaz collective à condensation

- Emission par Ventilo-convecteur 2 tubes

Installations techniques solution No 2 PAC Air/Eau collective

- Emission par Ventilo-convecteur 2 tubes

Installations techniques solution No 3 Chaudière gaz individuelle à condensation

- Emission par Ventilo-convecteur 2 tubes

Afin de comparer les solutions de manière globale, le comparatif est fait sur la base de système d'émission et de régulation identique.

3 - Modélisation Energétique

Estimation des besoins de Chauffage (bâtiment de niveau RT 2012) : **712800 kWh/an**

Estimation des besoins ECS : **546480 kWh/an**

Solution 1 Chaudière gaz collective à condensation

Hypothèses sur les rendements:	Chaud
Rendement de distribution moyen Rd :	0,87
Rendement d'émission moyen Re :	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	0,90
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95

Consommation chaud et ECS:

$$Cch = (Bch)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

Cch S1 = 1 782 023 kWh

Solution 2 PAC Air/Eau collective

Hypothèses sur les rendements:	Chaud
Rendement de distribution moyen Rd :	0,87
Rendement d'émission moyen Re :	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	3,00
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95

Consommation chaud :

$$Cch = (Bch)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

Cch S1 = 534 607 kWh

Solution 3 Chaudière gaz individuelle à condensation

Hypothèses sur les rendements:	Chaud
Rendement de distribution moyen Rd :	0,95
Rendement d'émission moyen Re :	0,95
Rendement de génération moyen Rg :	0,85
Rendement de régulation moyen Rr :	0,95

Consommation chaud :

$$Cch = (Bch)/(Rd \cdot Re \cdot Rg \cdot Rr)$$

Cch S1 = 1 727 956 kWh

Remarque : Rg ; Re ; Rd et Rr sont respectivement le rendement théorique DPE conventionnel du générateur ou le coefficient de performance des pompes à chaleur (COP). Les résultats dans la suite de cette étude ne peuvent donc pas être comparés au calcul TH-BCE de la RT2012.

4 - Consommations annuelles prévisionnelles calculées (P1)

Solution:	Energie finale (kWh) - Global		
	Gaz	Electricité	Bois
Chaudière gaz collective à condensation	1 782 023		
PAC Air/Eau collective		534 607	
Chaudière gaz individuelle à condensation	1 727 956		

5 - Coûts des énergies

Electricité	Jaune
Date	01-août-16
Abonnement (€ HT/an)	14 508
Coût (€ HT/kWh)	0,0606
Nbr d'abonnement	1
PS (kVA)	36 kVA

Gaz	B0	B2I
Date	01-août-16	01-août-15
Abonnement (€ HT/an)	22 474,32	20 730,32
Coût (€ HT/kWh)	0,0635	0,0468

Bois	
Estimation Diagebat	01-août-15
Coût (€ HT/kWh)	-

6 - Hypothèses augmentations des énergies : %/an

	Faible	Moyen	Fort
Gaz :	5%	10%	15%
Electricité :	4%	7%	11%
Bois :	3%	5%	8%

7 - Hypothèses sur coûts d'investissement et de maintenance

Solution	Invest. initial € HT	Durée de vie	P2 € HT/an	P3 € HT/an
1 Chaudière gaz collective à condensation	1 716 000	20	13 200	85 800
2 PAC Air/Eau collective	2 138 400	20	15 840	106 920
3 Chaudière gaz individuelle à condensation	1 267 200	16	26 400	79 200

*

*Nota :

- Les investissements présentés ci-dessus tiennent compte uniquement du remplacement de la production en considérant la distribution, l'émission et la régulation identique.

- les budgets ne comprennent pas les incidences financières portées sur les corps d'état second et gros œuvre (génie civil, gaines techniques, etc.), ni les frais de raccordement.

8 - Hypothèses augmentations des coûts de maintenance :

Augmentation des prix de: 2,5% /an

9 - Facteurs Emission de CO2 selon arrêté du 15 septembre 2006

Gaz	0,234	kg CO2/kWh PCI	chauffage
RCU	0,18	kg CO2/kWh PCI	chauffage
Electricite	0,18	kg CO2/kWh PCI	chauffage
Bois	0,013	kg CO2/kWh PCI	chauffage

10 - Indicateurs énergétiques et environnementaux

Solution	Cep		Rejets CO ₂	
1 Chaudière gaz collective à condensation	113	kWh/m².an	26	kgCO ₂ /m².an
2 PAC Air/Eau collective	87	kWh/m².an	6	kgCO ₂ /m².an
3 Chaudière gaz individuelle à condensation	109	kWh/m².an	26	kgCO ₂ /m².an

11 - Simulation en coût global actualisé sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

FAIBLE

		Solution 1 - Référence					
		Chaudière gaz collective à condensation					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	Investissement →				1 716 000	
Année	1	99 000	104 129	14 508	217 637	1 933 637	417,0
Année	2	101 475	109 335	15 088	225 899	2 159 536	417,0
Année	3	104 012	114 802	15 692	234 506	2 394 042	417,0
Année	4	106 612	120 542	16 320	243 474	2 637 516	417,0
Année	5	109 277	126 569	16 972	252 819	2 890 335	417,0
Année	6	112 009	132 898	17 651	262 559	3 152 894	417,0
Année	7	114 810	139 543	18 357	272 710	3 425 603	417,0
Année	8	117 680	146 520	19 092	283 291	3 708 895	417,0
Année	9	120 622	153 846	19 855	294 323	4 003 218	417,0
Année	10	123 637	161 538	20 649	305 825	4 309 043	417,0
Année	11	126 728	169 615	21 475	317 819	4 626 862	417,0
Année	12	129 897	178 096	22 334	330 327	4 957 189	417,0
Année	13	133 144	187 001	23 228	343 372	5 300 561	417,0
Année	14	136 473	196 351	24 157	356 980	5 657 541	417,0
Année	15	139 884	206 168	25 123	371 176	6 028 717	417,0
Année	16	143 382	216 477	26 128	385 986	6 414 704	417,0
Année	17	146 966	227 301	27 173	401 440	6 816 143	417,0
Année	18	150 640	238 666	28 260	417 566	7 233 709	417,0
Année	19	154 406	250 599	29 391	434 396	7 668 105	417,0
Année	20	158 266	263 129	30 566	451 961	8 120 066	417,0
Année	21	162 223	276 285	31 789	470 297	8 590 363	417,0
Année	22	166 279	290 100	33 060	489 438	9 079 802	417,0
Année	23	170 436	304 604	34 383	509 423	9 589 225	417,0
Année	24	174 696	319 835	35 758	530 289	10 119 514	417,0
Année	25	179 064	335 826	37 188	552 079	10 671 593	417,0
Année	26	183 540	352 618	38 676	574 834	11 246 427	417,0
Année	27	188 129	370 249	40 223	598 601	11 845 027	417,0
Année	28	192 832	388 761	41 832	623 425	12 468 453	417,0
Année	29	197 653	408 199	43 505	649 357	13 117 810	417,0
Année	30	202 594	428 609	45 245	676 449	13 794 259	417,0
Total sur 30 ans		4 346 368	6 918 211	813 680	12 078 259	13 794 259	12510

		Solution 2				
		PAC Air/Eau collective				
		P2+P3	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →		2 138 400,00	
Année	1	122760	46878	169638	2308038	96
Année	2	125829	48754	174583	2482621	96
Année	3	128975	50704	179678	2662299	96
Année	4	132199	52732	184931	2847230	96
Année	5	135504	54841	190345	3037576	96
Année	6	138892	57035	195926	3233502	96
Année	7	142364	59316	201680	3435182	96
Année	8	145923	61689	207612	3642794	96
Année	9	149571	64156	213728	3856522	96
Année	10	153310	66723	220033	4076555	96
Année	11	157143	69392	226535	4303090	96
Année	12	161072	72167	233239	4536329	96
Année	13	165099	75054	240152	4776481	96
Année	14	169226	78056	247282	5023763	96
Année	15	173457	81178	254635	5278398	96
Année	16	177793	84425	262219	5540617	96
Année	17	182238	87802	270040	5810657	96
Année	18	186794	91315	278108	6088765	96
Année	19	191464	94967	286431	6375196	96
Année	20	196250	98766	295016	6670212	96
Année	21	201157	102716	303873	6974085	96
Année	22	206185	106825	313011	7287096	96
Année	23	211340	111098	322438	7609534	96
Année	24	216624	115542	332166	7941700	96
Année	25	222039	120164	342203	8283903	96
Année	26	227590	124970	352560	8636463	96
Année	27	233280	129969	363249	8999712	96
Année	28	239112	135168	374280	9373992	96
Année	29	245090	140575	385664	9759656	96
Année	30	251217	146198	397415	10157071	96
Total sur 30 ans		5 389 496	2 629 175	8 018 671	10 157 071	2887

		Solution 3					
		Chaudière gaz individuelle à condensation					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				1 267 200,00	
Année	1	105 600	132 199	14 508	252 307	1 519 507	404,34
Année	2	108 240	136 165	15 088	259 494	1 779 001	404,34
Année	3	110 946	140 250	15 692	266 888	2 045 890	404,34
Année	4	113 720	144 458	16 320	274 497	2 320 387	404,34
Année	5	116 563	148 792	16 972	282 327	2 602 713	404,34
Année	6	119 477	153 255	17 651	290 383	2 893 097	404,34
Année	7	122 464	157 853	18 357	298 674	3 191 771	404,34
Année	8	125 525	162 589	19 092	307 205	3 498 976	404,34
Année	9	128 663	167 466	19 855	315 985	3 814 961	404,34
Année	10	131 880	172 490	20 649	325 020	4 139 981	404,34
Année	11	135 177	177 665	21 475	334 317	4 474 298	404,34
Année	12	138 556	182 995	22 334	343 886	4 818 184	404,34
Année	13	142 020	188 485	23 228	353 733	5 171 917	404,34
Année	14	145 571	194 139	24 157	363 867	5 535 784	404,34
Année	15	149 210	199 964	25 123	374 297	5 910 081	404,34
Année	16	152 940	205 963	26 128	385 031	6 295 112	404,34
Année	17	156 764	212 141	27 173	396 078	6 691 190	404,34
Année	18	160 683	218 506	28 260	407 449	7 098 639	404,34
Année	19	164 700	225 061	29 391	419 151	7 517 790	404,34
Année	20	168 817	231 813	30 566	431 196	7 948 986	404,34
Année	21	173 038	238 767	31 789	443 594	8 392 580	404,34
Année	22	177 364	245 930	33 060	456 354	8 848 934	404,34
Année	23	181 798	253 308	34 383	469 489	9 318 423	404,34
Année	24	186 343	260 907	35 758	483 008	9 801 431	404,34
Année	25	191 001	268 734	37 188	496 924	10 298 355	404,34
Année	26	195 776	276 796	38 676	511 249	10 809 604	404,34
Année	27	200 671	285 100	40 223	525 994	11 335 598	404,34
Année	28	205 688	293 653	41 832	541 173	11 876 771	404,34
Année	29	210 830	302 463	43 505	556 798	12 433 569	404,34
Année	30	216 101	311 537	45 245	572 883	13 006 452	404,34
Total sur 30 ans		4 636 125	6 289 446	813 680	11 739 252	13 006 452	12130

12 - Simulation en coût global actualisé sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

MOYEN

		Solution 1 - Référence				
		Chaudière gaz collective à condensation				
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé
						t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				1 716 000,00
Année	1	99 000	104 129	14 508	217 637	1 933 637
Année	2	101 475	114 542	15 524	231 540	2 165 177
Année	3	104 012	125 996	16 610	246 618	2 411 796
Année	4	106 612	138 596	17 773	262 981	2 674 776
Année	5	109 277	152 455	19 017	280 750	2 955 526
Année	6	112 009	167 701	20 348	300 058	3 255 585
Année	7	114 810	184 471	21 773	321 053	3 576 638
Année	8	117 680	202 918	23 297	343 895	3 920 532
Année	9	120 622	223 210	24 927	368 759	4 289 291
Année	10	123 637	245 531	26 672	395 841	4 685 132
Année	11	126 728	270 084	28 539	425 352	5 110 484
Année	12	129 897	297 092	30 537	457 526	5 568 010
Année	13	133 144	326 801	32 675	492 620	6 060 630
Année	14	136 473	359 482	34 962	530 916	6 591 546
Année	15	139 884	395 430	37 409	572 723	7 164 269
Année	16	143 382	434 973	40 028	618 382	7 782 652
Année	17	146 966	478 470	42 830	668 266	8 450 918
Année	18	150 640	526 317	45 828	722 785	9 173 703
Année	19	154 406	578 949	49 036	782 391	9 956 094
Année	20	158 266	636 844	52 469	847 578	10 803 672
Année	21	162 223	700 528	56 141	918 892	11 722 564
Année	22	166 279	770 581	60 071	996 931	12 719 495
Année	23	170 436	847 639	64 276	1 082 351	13 801 846
Année	24	174 696	932 403	68 776	1 175 875	14 977 720
Année	25	179 064	1 025 643	73 590	1 278 297	16 256 017
Année	26	183 540	1 128 207	78 741	1 390 489	17 646 506
Année	27	188 129	1 241 028	84 253	1 513 410	19 159 915
Année	28	192 832	1 365 131	90 151	1 648 114	20 808 029
Année	29	197 653	1 501 644	96 461	1 795 758	22 603 787
Année	30	202 594	1 651 808	103 214	1 957 616	24 561 403
Total sur 30 ans		4 346 368	17 128 598	1 370 437	22 845 403	24 561 403
						12510

		Solution 2			
		PAC Air/Eau collective			
		P2+P3	P1 Elec	Total annuel	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →	2 138 400,00	
Année	1	122760	46878	169638	96
Année	2	125829	50160	175989	96
Année	3	128975	53671	182646	96
Année	4	132199	57428	189627	96
Année	5	135504	61448	196952	96
Année	6	138892	65749	204641	96
Année	7	142364	70352	212716	96
Année	8	145923	75277	221200	96
Année	9	149571	80546	230117	96
Année	10	153310	86184	239495	96
Année	11	157143	92217	249360	96
Année	12	161072	98672	259744	96
Année	13	165099	105579	270678	96
Année	14	169226	112970	282196	96
Année	15	173457	120878	294334	96
Année	16	177793	129339	307132	96
Année	17	182238	138393	320631	96
Année	18	186794	148080	334874	96
Année	19	191464	158446	349910	96
Année	20	196250	169537	365788	96
Année	21	201157	181405	382561	96
Année	22	206185	194103	400289	96
Année	23	211340	207690	419030	96
Année	24	216624	222229	438852	96
Année	25	222039	237785	459824	96
Année	26	227590	254430	482020	96
Année	27	233280	272240	505520	96
Année	28	239112	291296	530408	96
Année	29	245090	311687	556777	96
Année	30	251217	333505	584722	96
Total sur 30 ans		5 389 496	4 428 175	9 817 671	2887

		Solution 3					
		Chaudière gaz individuelle à condensation					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				1 267 200,00	
Année	1	105 600	132 199	14 508	252 307	1 519 507	404,34
Année	2	108 240	138 809	15 524	262 573	1 782 081	404,34
Année	3	110 946	145 750	16 610	273 306	2 055 387	404,34
Année	4	113 720	153 037	17 773	284 530	2 339 917	404,34
Année	5	116 563	160 689	19 017	296 269	2 636 186	404,34
Année	6	119 477	168 724	20 348	308 549	2 944 734	404,34
Année	7	122 464	177 160	21 773	321 396	3 266 131	404,34
Année	8	125 525	186 018	23 297	334 840	3 600 970	404,34
Année	9	128 663	195 319	24 927	348 910	3 949 880	404,34
Année	10	131 880	205 085	26 672	363 637	4 313 517	404,34
Année	11	135 177	215 339	28 539	379 055	4 692 573	404,34
Année	12	138 556	226 106	30 537	395 200	5 087 772	404,34
Année	13	142 020	237 411	32 675	412 106	5 499 879	404,34
Année	14	145 571	249 282	34 962	429 815	5 929 693	404,34
Année	15	149 210	261 746	37 409	448 365	6 378 059	404,34
Année	16	152 940	274 833	40 028	467 802	6 845 860	404,34
Année	17	156 764	288 575	42 830	488 169	7 334 029	404,34
Année	18	160 683	303 004	45 828	509 515	7 843 543	404,34
Année	19	164 700	318 154	49 036	531 890	8 375 433	404,34
Année	20	168 817	334 062	52 469	555 348	8 930 781	404,34
Année	21	173 038	350 765	56 141	579 944	9 510 725	404,34
Année	22	177 364	368 303	60 071	605 738	10 116 463	404,34
Année	23	181 798	386 718	64 276	632 792	10 749 255	404,34
Année	24	186 343	406 054	68 776	661 172	11 410 427	404,34
Année	25	191 001	426 357	73 590	690 948	12 101 375	404,34
Année	26	195 776	447 674	78 741	722 192	12 823 567	404,34
Année	27	200 671	470 058	84 253	754 982	13 578 550	404,34
Année	28	205 688	493 561	90 151	789 400	14 367 949	404,34
Année	29	210 830	518 239	96 461	825 530	15 193 479	404,34
Année	30	216 101	544 151	103 214	863 465	16 056 945	404,34
Total sur 30 ans		4 636 125	8 783 182	1 370 437	14 789 745	16 056 945	12130

13- Simulation en coût global actualisé sur 30 ans (€ HT)

Scénario d'augmentation de l'énergie :

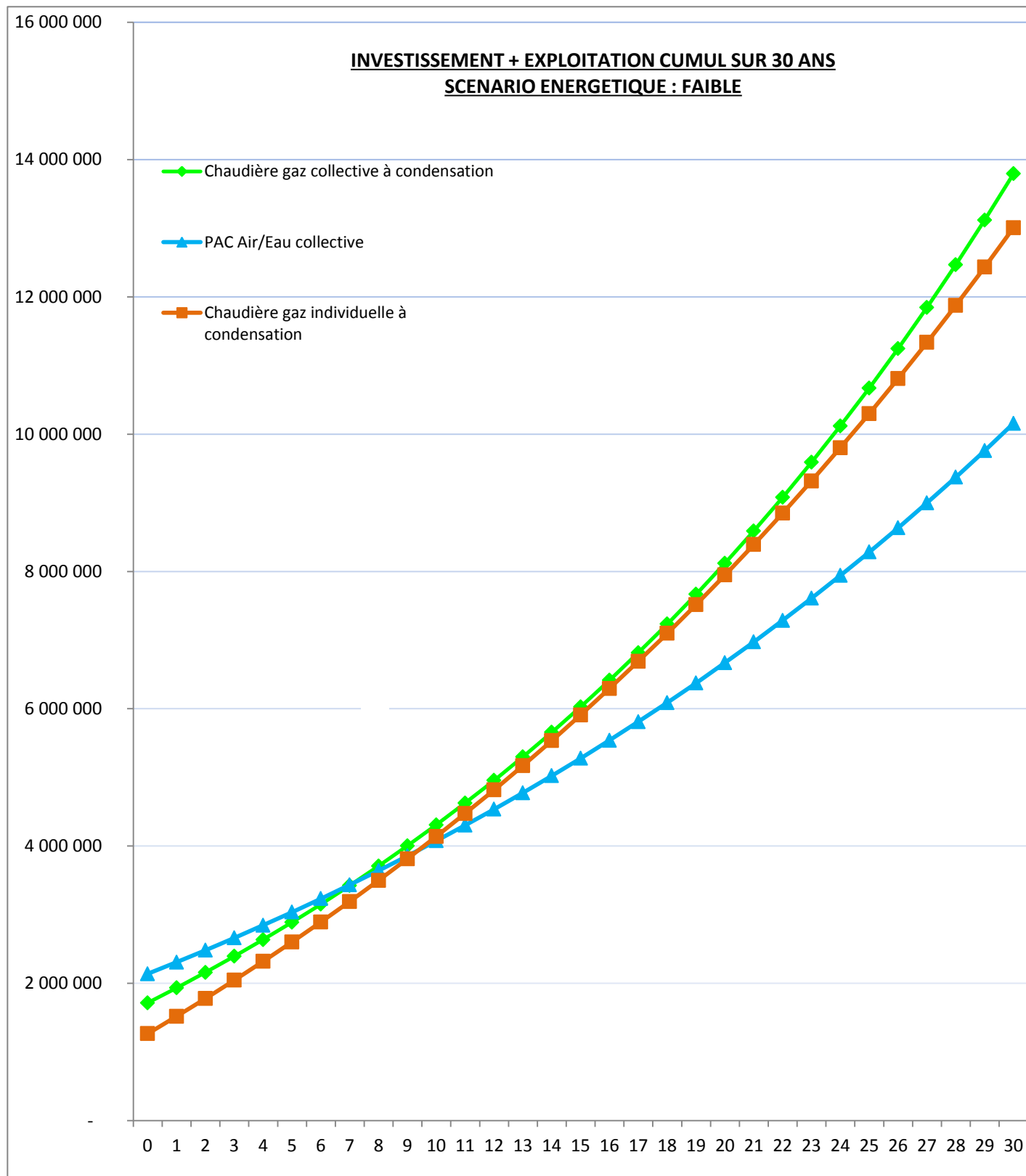
FORT

		Solution 1 - Référence					
		Chaudière gaz collective à condensation					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	Investissement →				1 716 000,00	
Année	1	99 000	104 129	14 508	217 637	1 933 637	416,99
Année	2	101 475	119 748	16 104	237 327	2 170 964	416,99
Année	3	104 012	137 711	17 875	259 598	2 430 562	416,99
Année	4	106 612	158 367	19 842	284 821	2 715 383	416,99
Année	5	109 277	182 122	22 024	313 424	3 028 807	416,99
Année	6	112 009	209 441	24 447	345 897	3 374 704	416,99
Année	7	114 810	240 857	27 136	382 802	3 757 506	416,99
Année	8	117 680	276 985	30 121	424 786	4 182 292	416,99
Année	9	120 622	318 533	33 434	472 589	4 654 881	416,99
Année	10	123 637	366 313	37 112	527 062	5 181 944	416,99
Année	11	126 728	421 260	41 194	589 183	5 771 126	416,99
Année	12	129 897	484 449	45 726	660 071	6 431 197	416,99
Année	13	133 144	557 116	50 756	741 016	7 172 213	416,99
Année	14	136 473	640 684	56 339	833 495	8 005 708	416,99
Année	15	139 884	736 786	62 536	939 206	8 944 914	416,99
Année	16	143 382	847 304	69 415	1 060 100	10 005 015	416,99
Année	17	146 966	974 400	77 050	1 198 416	11 203 431	416,99
Année	18	150 640	1 120 560	85 526	1 356 726	12 560 157	416,99
Année	19	154 406	1 288 644	94 934	1 537 984	14 098 141	416,99
Année	20	158 266	1 481 940	105 377	1 745 583	15 843 724	416,99
Année	21	162 223	1 704 231	116 968	1 983 422	17 827 146	416,99
Année	22	166 279	1 959 866	129 834	2 255 979	20 083 125	416,99
Année	23	170 436	2 253 846	144 116	2 568 398	22 651 523	416,99
Année	24	174 696	2 591 923	159 969	2 926 588	25 578 111	416,99
Année	25	179 064	2 980 711	177 566	3 337 341	28 915 451	416,99
Année	26	183 540	3 427 818	197 098	3 808 456	32 723 907	416,99
Année	27	188 129	3 941 990	218 779	4 348 898	37 072 805	416,99
Année	28	192 832	4 533 289	242 844	4 968 965	42 041 771	416,99
Année	29	197 653	5 213 282	269 557	5 680 492	47 722 263	416,99
Année	30	202 594	5 995 275	299 209	6 497 077	54 219 341	416,99
Total sur 30 ans		4 346 368	45 269 578	2 887 395	52 503 341	54 219 341	12510

		Solution 2				
		PAC Air/Eau collective				
		P2+P3	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0		<i>Investissement</i> →		2 138 400,00	
Année	1	122760	46878	169638	2308038	96
Année	2	125829	52035	177864	2485903	96
Année	3	128975	57759	186734	2672636	96
Année	4	132199	64112	196312	2868948	96
Année	5	135504	71165	206669	3075617	96
Année	6	138892	78993	217885	3293501	96
Année	7	142364	87682	230046	3523547	96
Année	8	145923	97327	243250	3766797	96
Année	9	149571	108033	257604	4024402	96
Année	10	153310	119917	273227	4297629	96
Année	11	157143	133108	290251	4587880	96
Année	12	161072	147749	308821	4896701	96
Année	13	165099	164002	329100	5225802	96
Année	14	169226	182042	351268	5577070	96
Année	15	173457	202067	375523	5952593	96
Année	16	177793	224294	402087	6354680	96
Année	17	182238	248966	431204	6785885	96
Année	18	186794	276353	463147	7249032	96
Année	19	191464	306752	498215	7747247	96
Année	20	196250	340494	536745	8283991	96
Année	21	201157	377949	579105	8863097	96
Année	22	206185	419523	625708	9488805	96
Année	23	211340	465671	677011	10165816	96
Année	24	216624	516894	733518	10899334	96
Année	25	222039	573753	795792	11695126	96
Année	26	227590	636865	864456	12559581	96
Année	27	233280	706921	940201	13499782	96
Année	28	239112	784682	1023794	14523576	96
Année	29	245090	870997	1116087	15639662	96
Année	30	251217	966807	1218024	16857686	96
Total sur 30 ans		5 389 496	9 329 790	14 719 286	16 857 686	2887

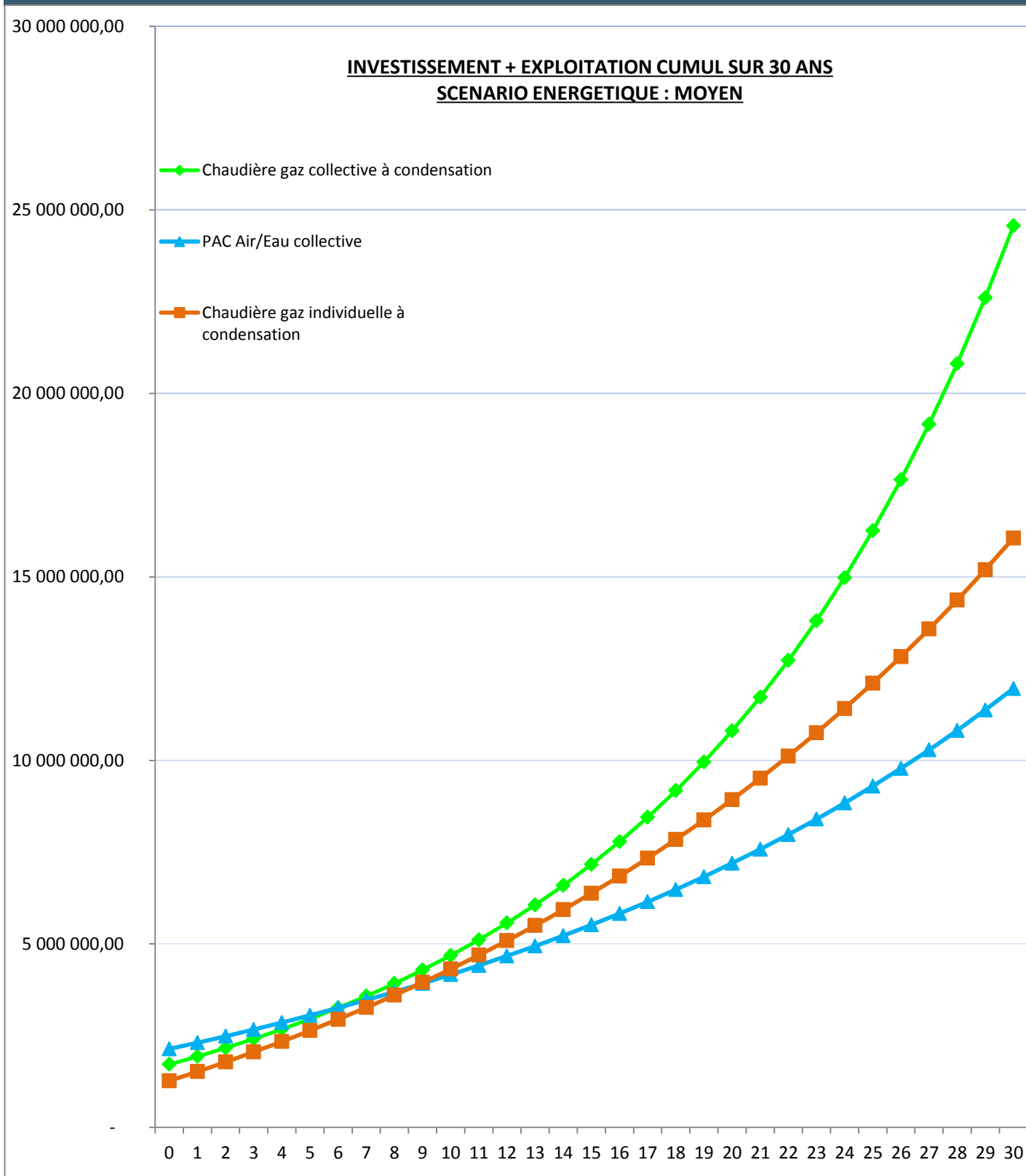
		Solution 3					
		Chaudière gaz individuelle à condensation					
		P2+P3	P1 Gaz	P1 Elec	Total annuel	Total cumulé	t CO2/an
Année	0	<i>Investissement</i> →				1 267 200,00	
Année	1	105 600	132 199	14 508	252 307	1 519 507	404,34
Année	2	108 240	142 775	16 104	267 119	1 786 627	404,34
Année	3	110 946	154 197	17 875	283 019	2 069 646	404,34
Année	4	113 720	166 533	19 842	300 095	2 369 740	404,34
Année	5	116 563	179 856	22 024	318 443	2 688 183	404,34
Année	6	119 477	194 244	24 447	338 168	3 026 351	404,34
Année	7	122 464	209 784	27 136	359 384	3 385 734	404,34
Année	8	125 525	226 567	30 121	382 213	3 767 947	404,34
Année	9	128 663	244 692	33 434	406 790	4 174 737	404,34
Année	10	131 880	264 267	37 112	433 259	4 607 996	404,34
Année	11	135 177	285 409	41 194	461 780	5 069 776	404,34
Année	12	138 556	308 242	45 726	492 524	5 562 300	404,34
Année	13	142 020	332 901	50 756	525 677	6 087 976	404,34
Année	14	145 571	359 533	56 339	561 442	6 649 419	404,34
Année	15	149 210	388 296	62 536	600 041	7 249 460	404,34
Année	16	152 940	419 359	69 415	641 714	7 891 174	404,34
Année	17	156 764	452 908	77 050	686 722	8 577 897	404,34
Année	18	160 683	489 141	85 526	735 349	9 313 246	404,34
Année	19	164 700	528 272	94 934	787 906	10 101 152	404,34
Année	20	168 817	570 534	105 377	844 728	10 945 879	404,34
Année	21	173 038	616 176	116 968	906 182	11 852 061	404,34
Année	22	177 364	665 470	129 834	972 669	12 824 730	404,34
Année	23	181 798	718 708	144 116	1 044 622	13 869 352	404,34
Année	24	186 343	776 205	159 969	1 122 517	14 991 869	404,34
Année	25	191 001	838 301	177 566	1 206 868	16 198 737	404,34
Année	26	195 776	905 365	197 098	1 298 239	17 496 976	404,34
Année	27	200 671	977 794	218 779	1 397 244	18 894 220	404,34
Année	28	205 688	1 056 018	242 844	1 504 550	20 398 769	404,34
Année	29	210 830	1 140 499	269 557	1 620 886	22 019 656	404,34
Année	30	216 101	1 231 739	299 209	1 747 048	23 766 704	404,34
Total sur 30 ans		4 636 125	14 975 984	2 887 395	22 499 504	23 766 704	12130

**COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL DES PRODUCTIONS D'ENERGIE
HYPOTHESE AUGMENTATION FAIBLE DU COUT DES ENERGIES**



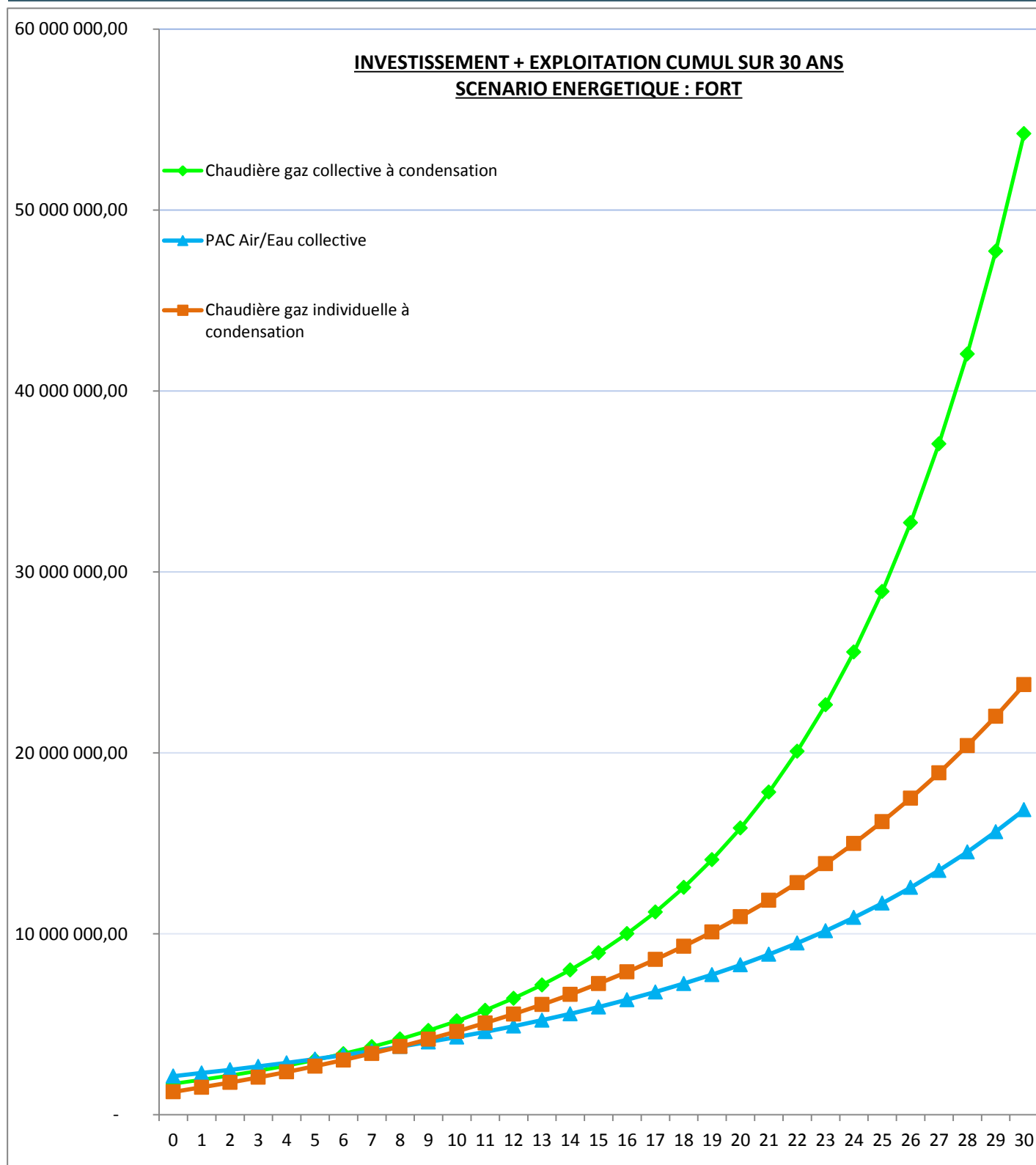
La solutions PAC Air/Eau est rentabilisée par rapport aux solutions chaudière gaz à condensation sur une période inférieure à 10 ans.

COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL DES PRODUCTIONS D'ENERGIE HYPOTHESE AUGMENTATION MOYENNE DU COUT DES ENERGIES



La solutions PAC Air/Eau est rentabilisée par rapport aux solutions chaudière gaz à condensation sur une période inférieure à 10 ans.

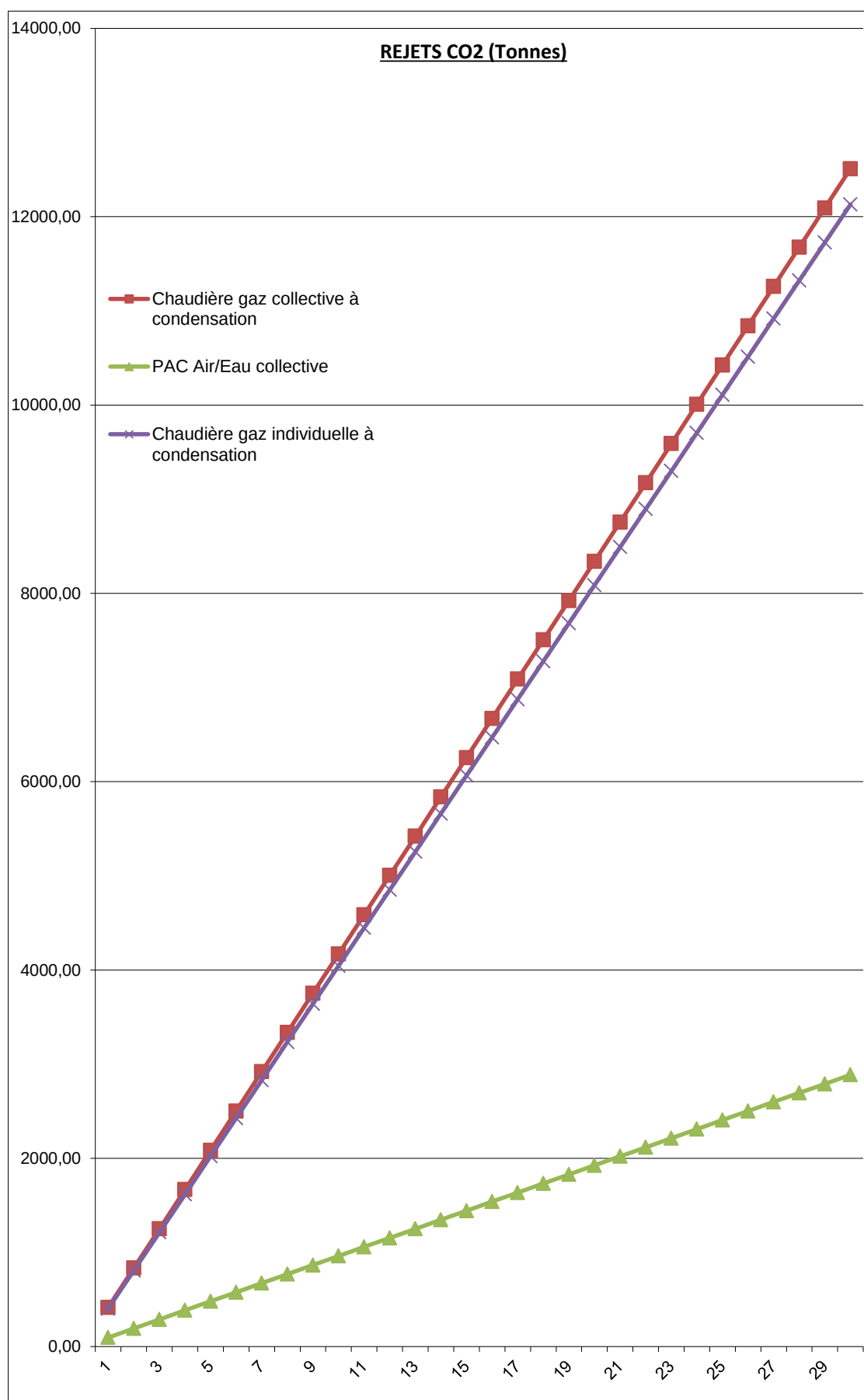
**COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL DES PRODUCTIONS D'ENERGIE
HYPOTHESE AUGMENTATION FORTE DU COUT DES ENERGIES**



La solutions PAC Air/Eau est rentabilisée par rapport aux solutions chaudière gaz à condensation sur une période inférieure à 10 ans.

COMPARATIF DES REJETS EN TONNES DE CO2 CUMULES SUR 30 ANS

	N°1	N°2	N°3
	t CO2	t CO2	t CO2
Année 0			
Année 1	416,99	96,23	404,34
Année 2	833,99	192,46	808,68
Année 3	1250,98	288,69	1213,02
Année 4	1667,97	384,92	1617,37
Année 5	2084,97	481,15	2021,71
Année 6	2501,96	577,38	2426,05
Année 7	2918,95	673,60	2830,39
Année 8	3335,95	769,83	3234,73
Année 9	3752,94	866,06	3639,07
Année 10	4169,93	962,29	4043,42
Année 11	4586,93	1058,52	4447,76
Année 12	5003,92	1154,75	4852,10
Année 13	5420,91	1250,98	5256,44
Année 14	5837,91	1347,21	5660,78
Année 15	6254,90	1443,44	6065,12
Année 16	6671,89	1539,67	6469,47
Année 17	7088,89	1635,90	6873,81
Année 18	7505,88	1732,13	7278,15
Année 19	7922,87	1828,36	7682,49
Année 20	8339,87	1924,58	8086,83
Année 21	8756,86	2020,81	8491,17
Année 22	9173,86	2117,04	8895,52
Année 23	9590,85	2213,27	9299,86
Année 24	10007,84	2309,50	9704,20
Année 25	10424,84	2405,73	10108,54
Année 26	10841,83	2501,96	10512,88
Année 27	11258,82	2598,19	10917,22
Année 28	11675,82	2694,42	11321,56
Année 29	12092,81	2790,65	11725,91
Année 30	12510	2887	12130



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 1

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

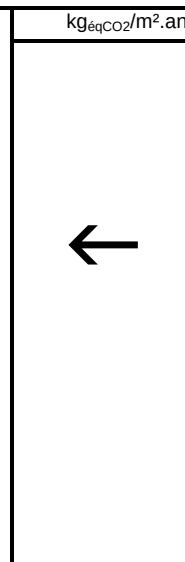
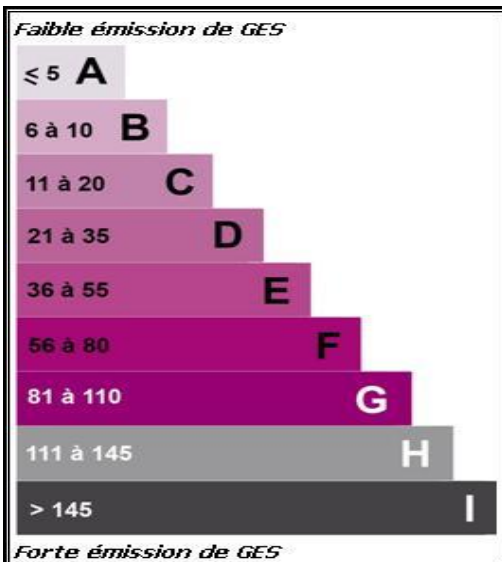
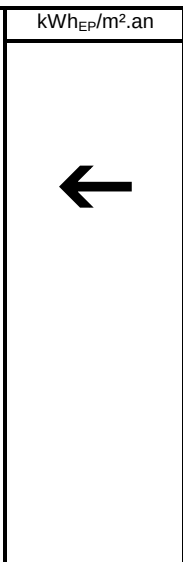
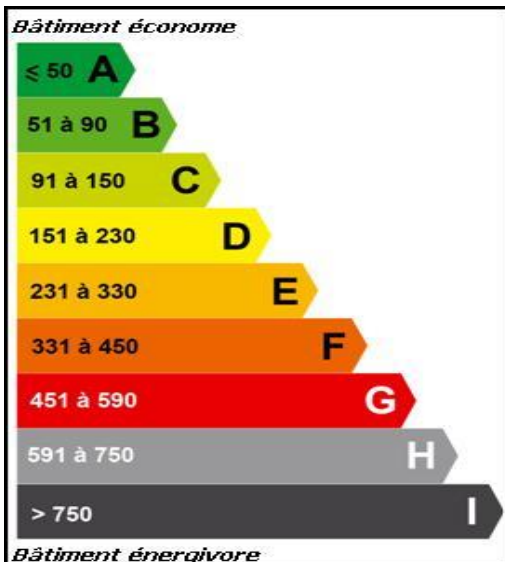
Consommation réelle :

Chaudière gaz collective à condensation

Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :



Solution No 2

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

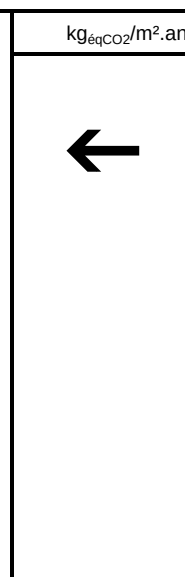
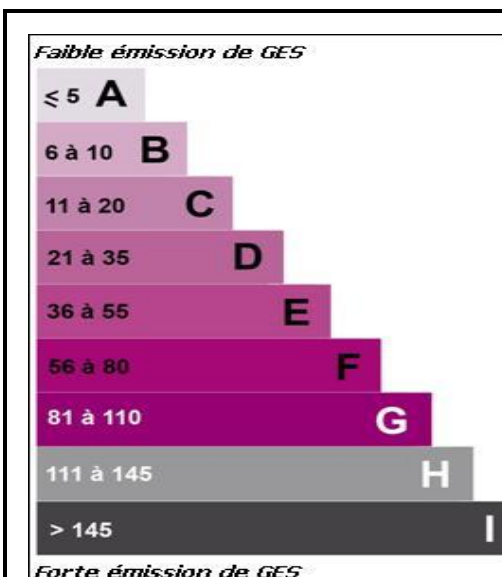
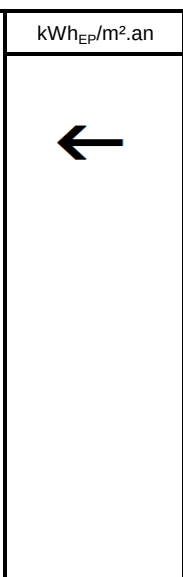
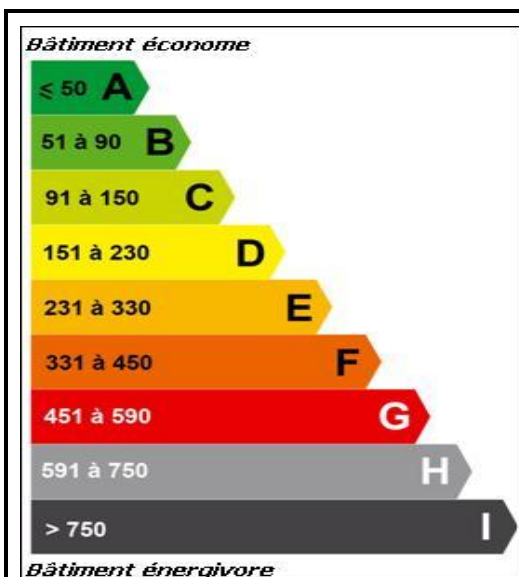
Consommation réelle :

PAC Air/Eau collective

Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :



INDICATEURS ENVIRONNEMENTAUX DE LA PRODUCTION ENERGETIQUE

Solution No 3

Chaudière gaz individuelle à condensation

Consommation énergétique (en énergie primaire)

Energie :

Consommation réelle :

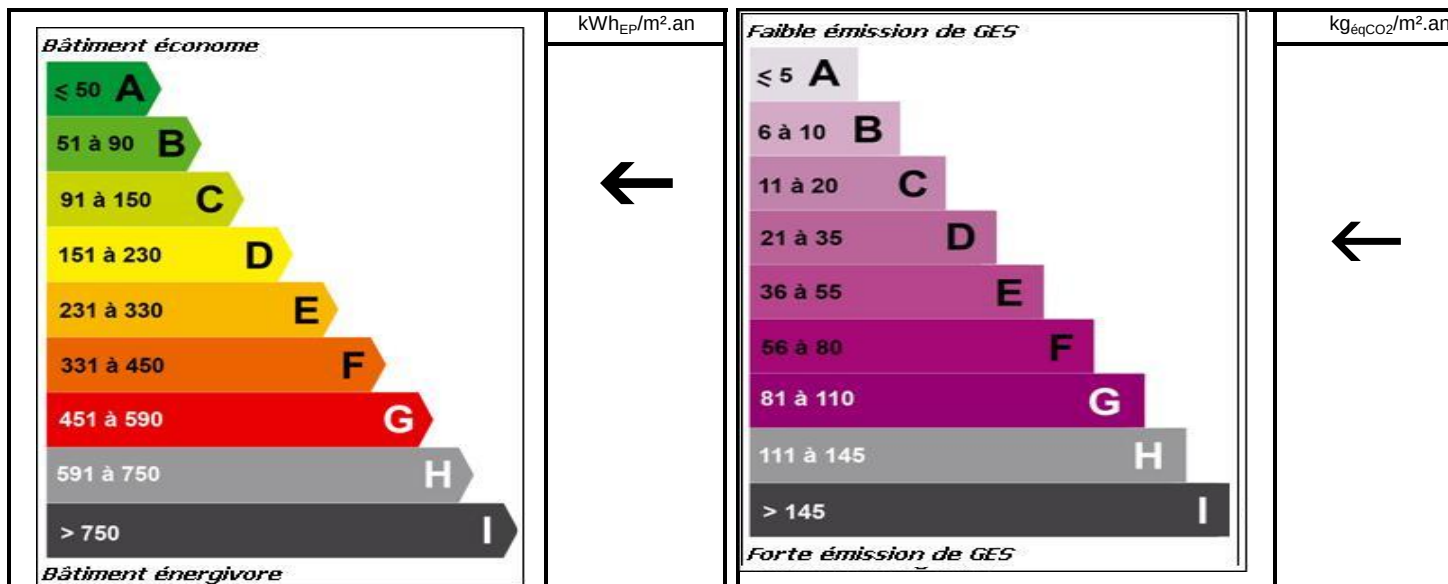
Emission de Gaz à effet de serre (GES)

Energie :

Estimation des émissions :

Gaz/Elec
109,09

Bois/Elec
25,53

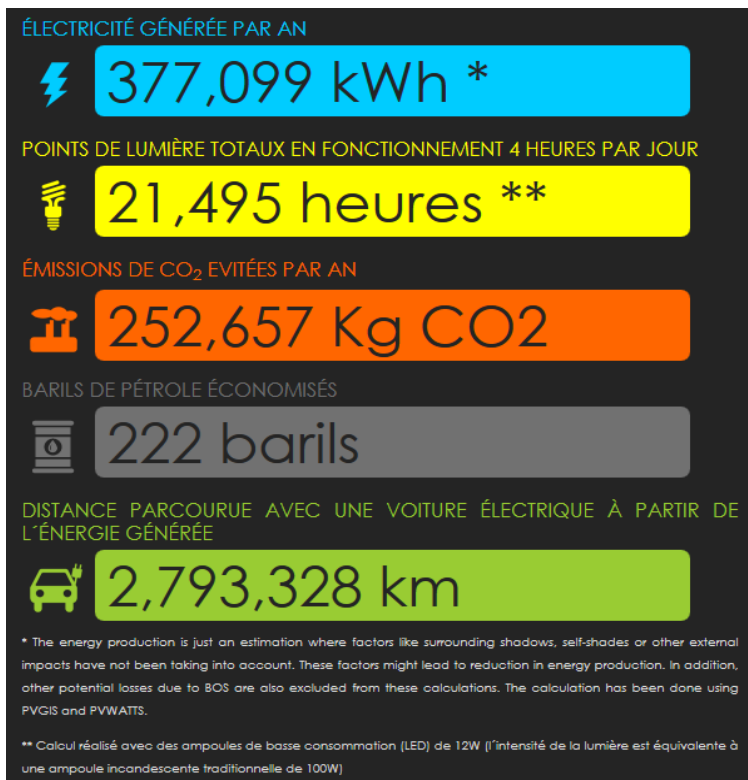


APPROCHE SUR LA PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE ET L'EXPERIMENTATION E+C-

Dans le cas où les futurs logements s'inscrivaient dans la démarche E+C-, ceux-ci pourraient avoir recours à une production d'énergie renouvelable par panneaux photovoltaïques.

La production d'énergie apportée par un panneau photovoltaïque de 280 Wc incliné à 35° et orienté plein sud serait de 285 kWh/an sous le climat de Sailly sur La Lys.

Ainsi, et pour information l'installation de 5 panneaux par logement, soit 1320 panneaux apporterait une production de 377099 kWh :



SYNTHESE

La solution chaudière gaz à condensation collective :

- Forte évolution du prix du gaz au cours des dernières années (Evolution réelle plus élevée que le scénario "moyen" de l'étude)
- Aspect environnemental le plus mauvais des 3 solutions

La solution PAC Air/Eau collective :

- Coût d'investissement plus élevé que la solution chaudière gaz
- Coût de maintenance plus important que la solution gaz
- Rendement très performant
- Rentable par rapport à la solution chaudière gaz à condensation
- Aspect environnemental très performant

La solution chaufferie gaz individuelle à condensation :

- Forte évolution du prix du gaz au cours des dernières années (Evolution réelle plus élevée que le scénario "moyen" de l'étude)
- Aspect environnemental plus mauvais que la solution de PAC

En fonction de la performance énergétique visée des bâtiments, le recours à des panneaux photovoltaïques est envisageable en complément dans le cadre de l'anticipation du futur standard énergétique réglementaire expérimenté via l'E+C- (Energie Positive et Réduction Carbone).

Conclusion :

En regard de l'étude présentée ici, il est conseillé de se tourner vers la solution utilisant une PAC Air/Eau pour traiter les besoins des bâtiments en regard du surinvestissement raisonné et de la rentabilité du système. De plus, ce système présente un fort potentiel environnemental. Cependant, en fonction de chaque bâtiment et du niveau énergétique visé (RT 2012, E+C-, Passif), les choix doivent être adaptés.