

Etude de faisabilité en approvisionnement énergétique



677 AVENUE DE LA REPUBLIQUE
59000 LILLE
Tél. 03 20 74 59 14
Fax 03 20 74 98 85

contact@symoe.fr

Informations qualité du document

Destinataires

Pour		Copie	
Nom	Entreprise	Nom	Entreprise
Mr Mosser	Altarea Cogedim	Mr David	Lehoux Phily Samaha
Mr Morelli	Demathieu et bard immobilier	Mme Restoux	Hardel et Lebihan

Historique des modifications

Version	Date	Rédigé par	Modifications
1	28/07/2015	Frédéric JOOS	

Autres informations

Référence	106.15_BOBIGNY ZAC ECOCITE_ApproNRJ_20150728
Projet	Groupe scolaire et logements – ZAC Ecocité - Bobigny
Phase du projet	PC
Chargé de projet	Pierre VION
Document	Etude de faisabilité en approvisionnement énergétique

Coordonnées

	Maitrise d'ouvrage
Nom	SCCV Bobigny Paris
Adresse	8 avenue Delcassé, 75008 PARIS

Préambule

Le présent document a pour objet l'étude de faisabilité des approvisionnements en énergie valable pour les bâtiments, dont la surface de plancher totale nouvelle est supérieure à 1000 m², conformément au décret n°2011-2054 du 29 décembre 2011 - art. 6.

Préalablement au dépôt de la demande de permis de construire, le maître d'ouvrage :

- choisit un système parmi ceux définis ci-après ou un autre système d'approvisionnement en énergie. Le projet de bâtiment équipé du système choisi est appelé système pressenti au sens du présent arrêté. Les projets de bâtiments équipés des autres systèmes définis ci-après sont alors appelés variantes ;
- réalise une étude de faisabilité technique et économique comparant le système pressenti au moins aux variantes suivantes, éventuellement combinées :
 - les systèmes solaires thermiques ;
 - les systèmes solaires photovoltaïques ;
 - les systèmes de chauffage au bois ou à biomasse ;
 - les systèmes éoliens ;
 - le raccordement à un réseau de chauffage ou de refroidissement collectif à plusieurs bâtiments ou urbain ;
 - les pompes à chaleur géothermiques ;
 - les autres types de pompes à chaleur ;
 - les chaudières à condensation ;
 - les systèmes de production combinée de chaleur et d'électricité.

Elle présente les avantages et les inconvénients de chacune des solutions étudiées, quant aux conditions de gestion du dispositif, aux coûts d'investissement et d'exploitation, à la durée d'amortissement de l'investissement et à l'impact attendu sur les émissions de gaz à effet de serre. Elle tient compte pour l'extension d'un bâtiment des modes d'approvisionnement en énergie de celui-ci.

Cette étude précise les raisons pour lesquelles le maître d'ouvrage a retenu la solution d'approvisionnement choisie.

Ce document n'est pas une étude de conformité à la Réglementation Thermique. Cette étude se base sur les choix retenus et validés par la Maîtrise d'Ouvrage.

Sommaire

page

Descriptif thermique	5
Besoins énergétiques	6
Sources d'énergie	7
Comparatif des solutions envisagées	12
Conclusion	15

Descriptif thermique

Projet

Le projet consiste en la construction d'un groupe scolaire, d'une salle polyvalente, de cellules commerciales et de logements sur l'îlot J1 la ZAC Ecocité, en bordure du canal de l'Ourcq à Bobigny (93000). Les cellules commerciales n'entrent pas dans le champ de cette étude.

La représentation graphique ci-dessous permet de visualiser la modélisation du projet en 3D, et également d'apprécier visuellement les masques proches impactant les bâtiments.

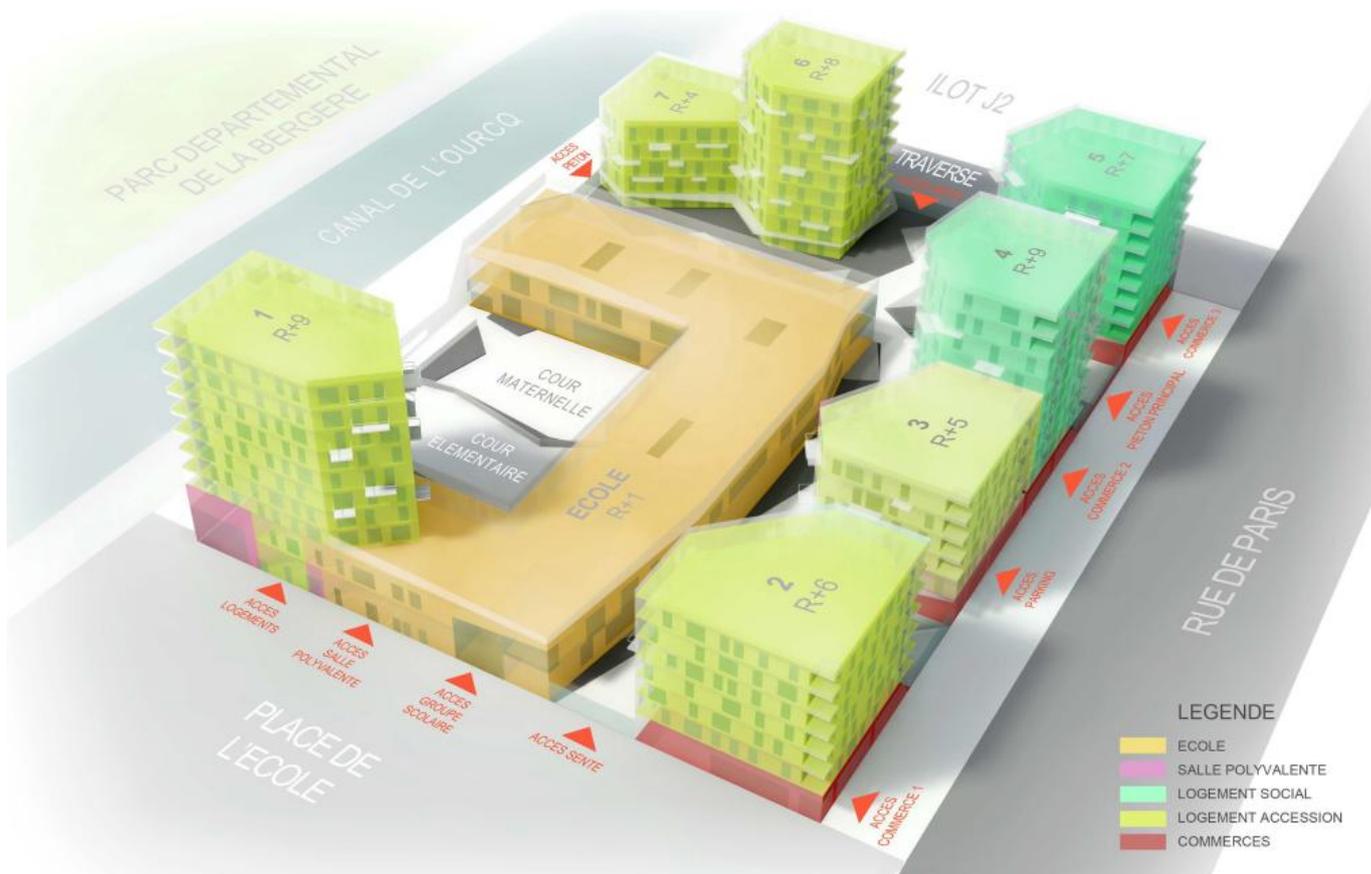


TABLEAU DE SURFACES ET TYPOLOGIES

	SDP	Rdt	Shab	Nombre	Parking
LOGEMENT					
Libre	8 605	94 %	8 140	126	95
Social	4 200	95 %	3 990	60	24
TOTAL LOGEMENT	12 805		12 130	186	119
COMMERCE	830	98 %	820		26
GROUPE SCOLAIRE	3 945	76 %	3 020		18
TOTAL	17 580		15 970		163

Typologie logements libres	%	Surface moyenne (m²)	Nbre
Studio	9,5	32,5	12
2 pièces	18	44,3	23
3 pièces	37	63	46
4 pièces	26	80,9	33
5 pièces	9,5	97,5	12
Total	100	64,7	126

Typologie logements locatis	%	Surface moyenne (m²)	Nbre
Studio	12	28,6	7
2 pièces	8	48	5
3 pièces	42	64	25
4 pièces	28	80	17
5 pièces	7	93,8	4
6 pièces	3	107,5	2
Total	100	66,5	60

Objectifs énergétiques

Le projet respectera la RT2012, arrêté du 26 octobre 2010 ; le groupe scolaire vise le label Effinergie+ et prend comme points d'appuis les thématiques du référentiel HQE® ; Niveau très performant de la cible 4, soit $Cep < 0,7 \times Cep_{max}$.

Systèmes pressentis

Pour les logements, une chaufferie centrale énergie gaz condensation alimente un réseau de chaleur desservant des sous-stations dans chacun des immeubles de logement collectif.

Le groupe scolaire dispose de sa propre chaufferie énergie gaz condensation.

Nota : Une production de chaleur distincte entre le groupe scolaire et les logements est une volonté programmatique. Cette étude n'intègre donc pas de solution « chaufferie centralisée ».

Besoins énergétiques

Estimations sur base du calcul Cep (en kWh_{EP}/m².an)

Groupe scolaire (2961 m² de SU)

	Projet	Max
Consommations de chauffage	29.9 kWh EP	
Consommations de climatisation	0 kWh EP	
Consommations d'ECS	7.1 kWh EP	
Consommations d'éclairage	12.6 kWh EP	
Consommations des auxiliaires de ventilation	25.2 kWh EP	
Consommations des auxiliaires hydrauliques	0.8 kWh EP	
Consommation énergie Primaire	75.6 kWh EP	108.2 kWh EP

Logements (12258 m² de SHAB)

	Projet	Max
Consommations de chauffage	22.6 kWh EP	
Consommations de climatisation	11.3 kWh EP	
Consommations d'ECS	18.2 kWh EP	
Consommations d'éclairage	21.2 kWh EP	
Consommations des auxiliaires de ventilation	4.2 kWh EP	
Consommations des auxiliaires hydrauliques	0.3 kWh EP	
Consommation énergie Primaire	77.9 kWh EP	128.1 kWh EP

Estimation des besoins en énergie finale

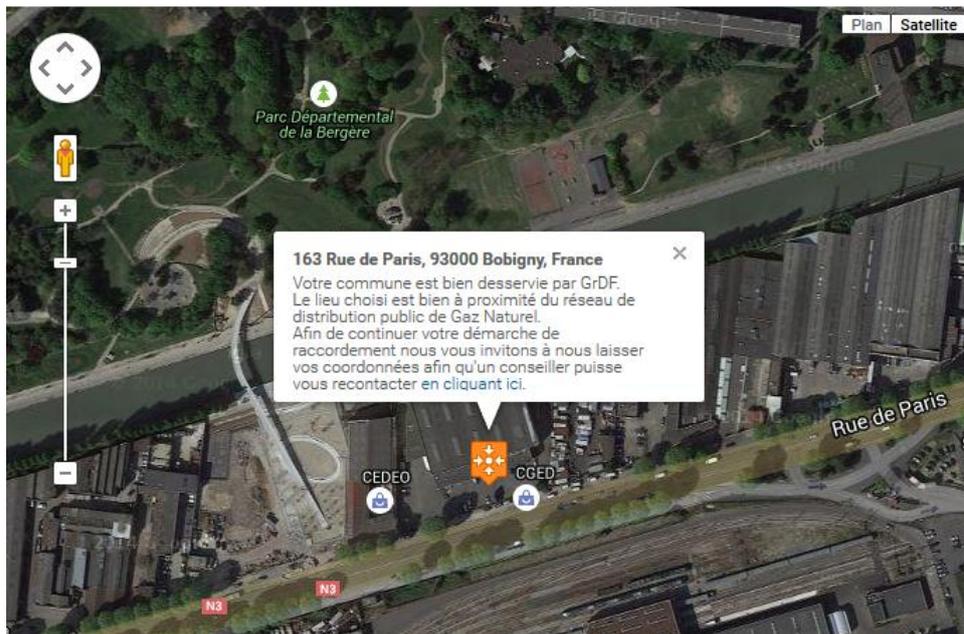
ILOT J1	Surface	Chauffage		ECS		Cep
	m ² SURT	kwh/m2.an	kwh/an	kwh/m2.an	kwh/an	kwh/m2.an
Batiment 1	2232	21	46872	15	33480	36
Batiment 2	1736	21	36456	15	26040	36
Batiment 3	1895	21	39795	15	28425	36
Batiment 4	2095	21	43995	15	31425	36
Batiment 5	1515	21	31815	15	22725	36
Batiment 6	1858	21	39018	15	27870	36
Batiment 7	927	21	19467	15	13905	36
Ecole	2961	26	76986	7	20727	33
	15219	22,0	334404	13,4	204597	35

Total = 539001 kWh/an

Sources d'énergie

Sources d'énergies « fossiles »

Gaz de naturel et électricité

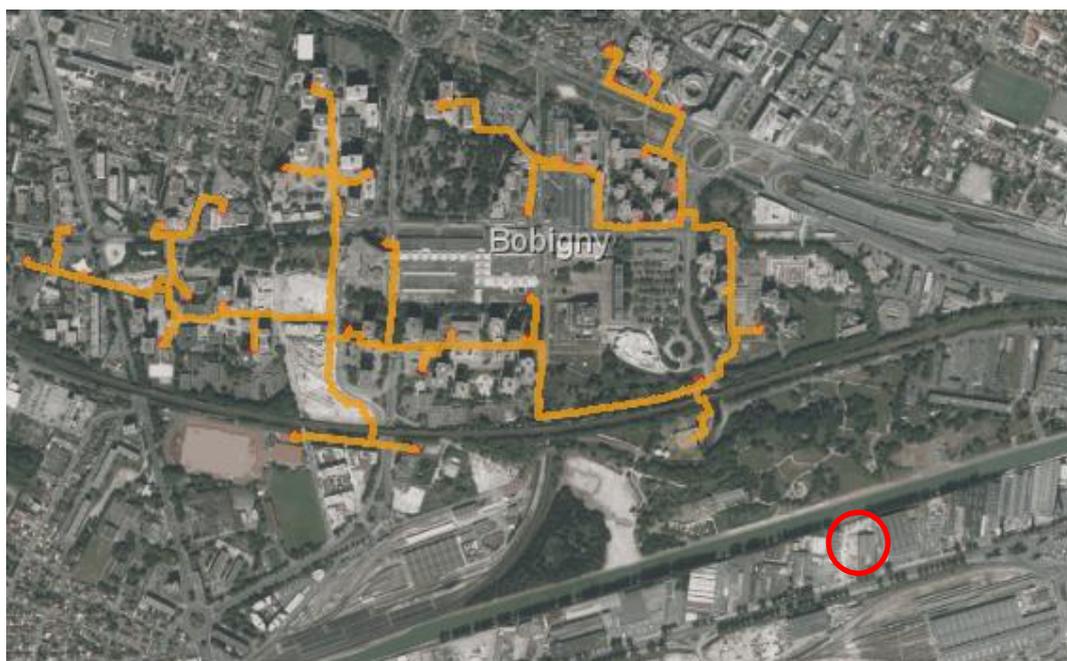


gazmaps.grdf.fr

A priori, le site peut être desservi par un réseau de gaz naturel situé rue Louis Blériot ; Une étude complémentaire est nécessaire pour vérifier sa capacité à alimenter l'ensemble de l'opération. Il est bien sûr alimenté en électricité.

Le recours à l'énergie gaz et électrique est donc envisageable sur le site.

Réseaux de chaleur / froid



Le site n'est pas desservi directement par un réseau de chauffage ou de refroidissement urbain. La branche la plus proche se trouve à 350 m environ à vol d'oiseau mais

nécessite de franchir le canal de l'Ourcq et de traverser le parc départemental de la Bergère.

Le coût des travaux de raccordement du seul lot serait prohibitif par rapport à l'économie du projet. Aucune information nous indique qu'une extension du réseau actuel est prévue à court terme.

Le recours à l'énergie d'un RCU n'est donc a priori pas envisageable sur le site.

Par contre, rien ne s'oppose à la création d'un réseau de chauffage sur le site, à l'échelle de la ZAC ou de l'îlot ; c'est d'ailleurs la solution pressentie à l'échelle de l'îlot.

Le recours à l'énergie d'un réseau collectif de chauffage est envisageable sur le site.

Sources d'énergies « renouvelables »

Selon l'article 29 de la loi n° 2005-781, les sources d'énergies renouvelables sont les énergies éolienne, solaire, géothermique, aérothermique, hydro thermique, marine et hydraulique, ainsi que l'énergie issue de la biomasse, du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz.

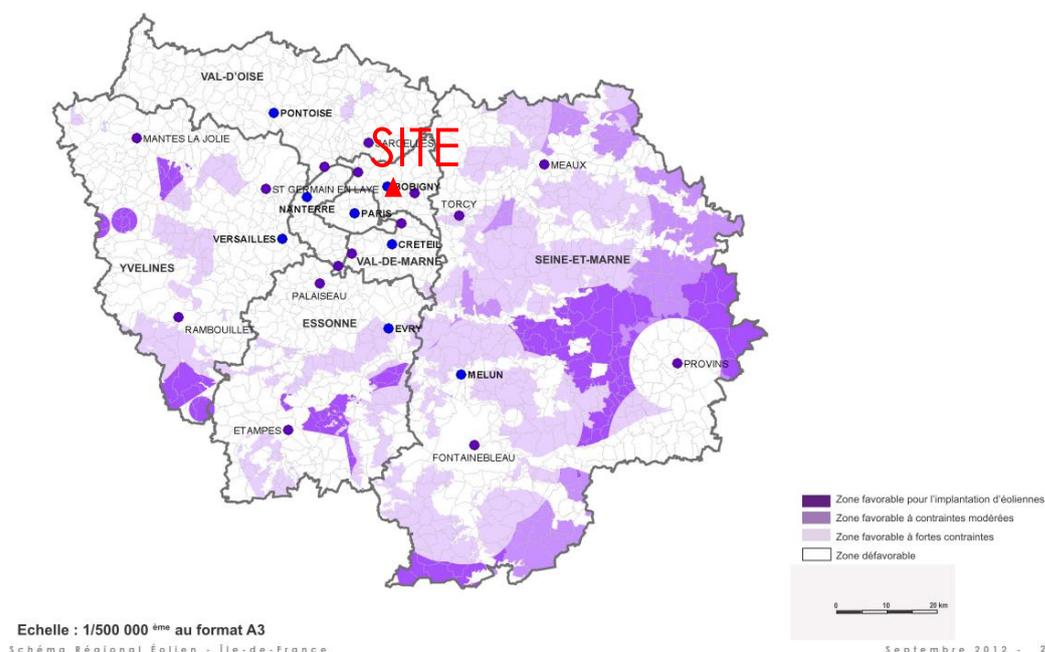
Les énergies hydro thermique, marine et hydraulique, ainsi que l'énergie issue du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz, sont d'emblée écartées car non disponibles sur le site.

Energie éolienne

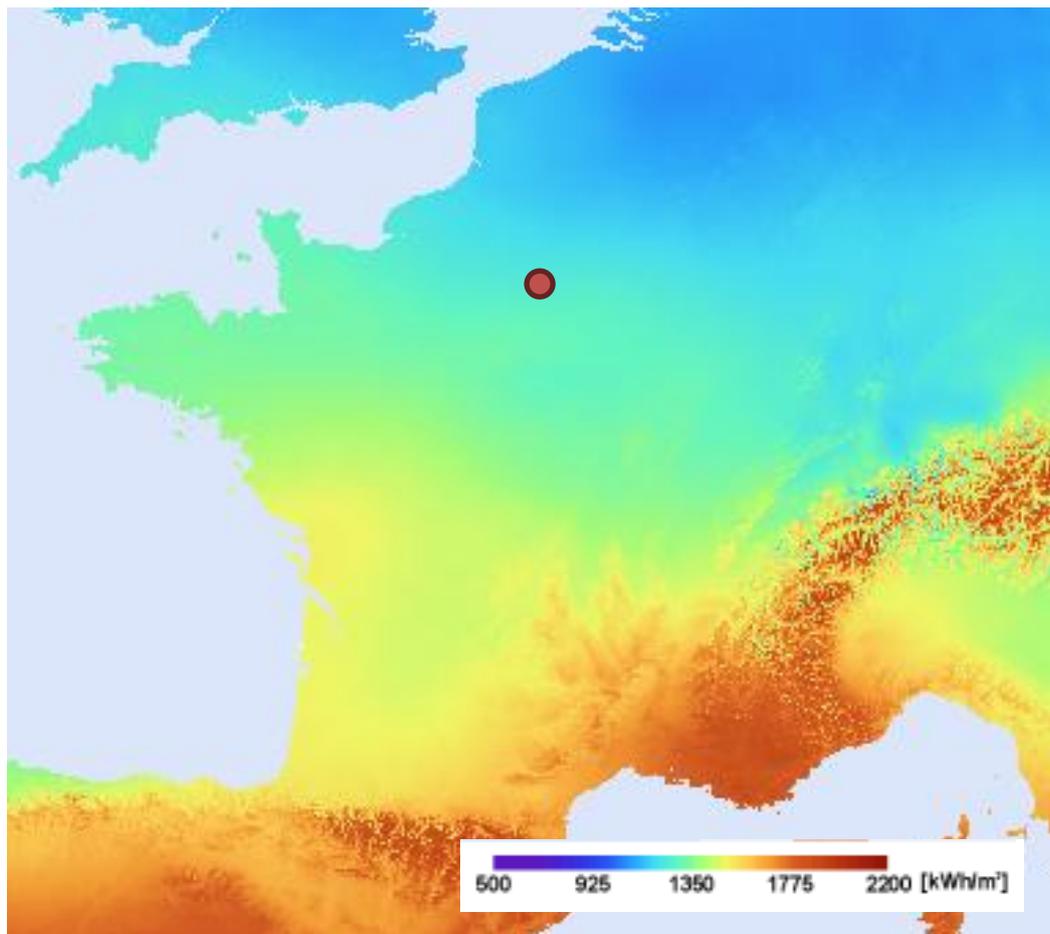
Selon le Schéma Régional Eolien de l'île de France, Bobigny se situe en zone défavorable pour le développement éolien.

Le recours à l'énergie éolienne n'est donc pas envisageable sur le site.

B1. CARTE DES ZONES FAVORABLES



Energie solaire



L'énergie solaire reste importante même dans la partie nord de la France. En région Parisienne, l'énergie exploitable est d'environ 1400 kWh/m²/an.

Photovoltaïque

Le projet comporte de grandes superficies de toitures qui pourraient être favorables à la production photovoltaïque. Cependant, le projet prévoit des tours de logements en périphérie d'îlot et un groupe scolaire (en R+1) en cœur d'îlot, une attention particulière doit donc être portée aux masques solaires que créent les bâtiments entre eux, notamment en ce qui concerne le groupe scolaire. Aucune difficulté par contre pour les tours, mais la surface disponible ne permettra de couvrir qu'une partie des besoins énergétiques.

Le recours à l'énergie solaire photovoltaïque n'est donc envisageable sur le site qu'en terme de production énergétique d'appoint. Le choix de sa mise en œuvre est totalement indépendant du mode de production principal retenue, par conséquent, il n'entre pas dans notre comparatif.

Thermique

Mêmes remarques que précédemment en ce qui concerne les masques. Cependant la couverture des besoins d'ECS ne sera que partielle, notamment en ce qui concerne les logements. De plus, dans cette configuration, la distance importante entre les sous-stations en sous-sol et les panneaux solaires installés en toiture est un facteur très défavorable en terme de rendement du système (énergie de pompage et pertes de charge)

Le recours à l'énergie solaire thermique n'est donc pas envisageable sur le site du fait des contraintes techniques.

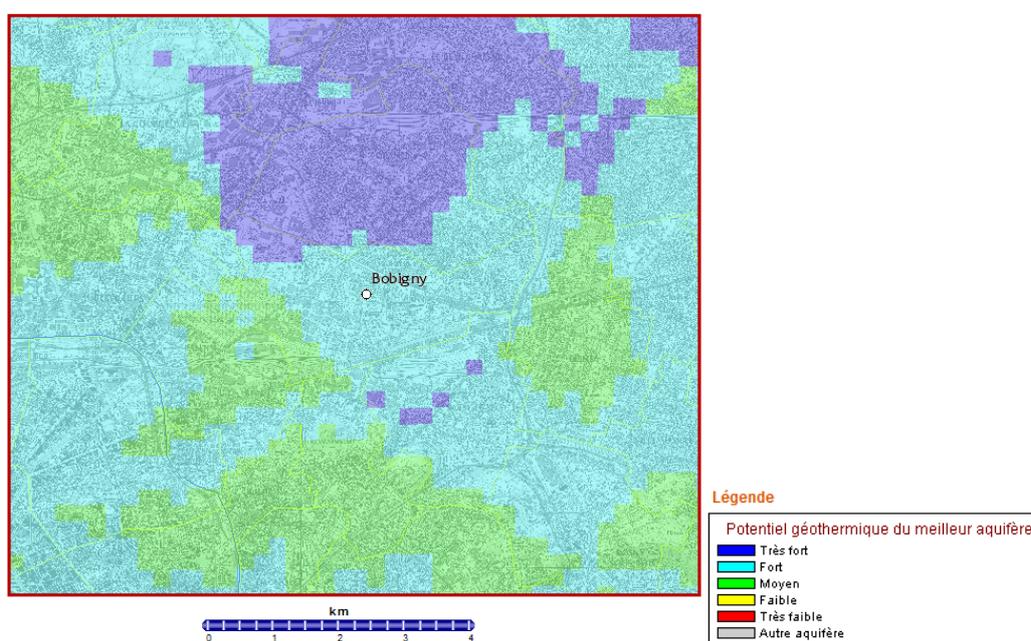
Bois / Biomasse

En dehors des contraintes de stockage du combustible (granulés ou plaquettes bois), rien ne s'oppose à la mise en œuvre de cette solution qui ne peut s'envisager que de manière collective (chaufferie centrale et réseau de chaleur sur site). Et de préférence en solution Bi-énergie (50% Bois – 50% Gaz condensation par exemple).

Le recours à l'énergie bois / biomasse est envisageable sur le site.

Géothermie

Selon les informations du BRGM, le potentiel géothermique par captage sur nappe sur site est fort. Une technologie par captage sur nappe par forage est tout à fait possible, la faible profondeur du toit de la nappe et la proximité du canal de l'Ourcq sont des facteurs favorables d'un point de vue technico-économique. Mais tout comme l'énergie bois, cette solution doit être envisagée en Bi-énergie. La taille et l'emprise des bâtiments impose probablement un mode de fondations sur pieux qui s'ancreront dans la nappe ; par conséquent une solution de pieux géothermiques paraît tout à fait adaptée.



Potentiel Géothermique sur la commune de : BOBIGNY (93008)

Positionnement et potentiel du point sélectionné

X (Lambert 2 étendu) : 607770 m

Y (Lambert 2 étendu) : 2434458 m

Potentiel géothermique du meilleur aquifère : **Fort**

Température hivernale moyenne des eaux (chauffage) considérée en Ile-de-France pour tous les aquifères : **12°C (à titre indicatif)**

Température estivale moyenne des eaux (rafraîchissement) considérée en Ile-de-France : **16°C (à titre indicatif)**

Nappe de l'Eocène moyen et inférieur

Potentiel : **Fort**

Profondeur : **< 10 m**

Débit : **>=100 m³/h**

Epaisseur : **75-150 m**

Transmissivité : **> 0.01 m²/s**

Peu minéralisée

Le recours à l'énergie géothermique (pieux) via des PAC (électrique ou gaz) est envisageable sur le site ;

Aérothermie

Compte-tenu de la simplicité de cette solution (unités en toiture) particulièrement bien adaptée à la production de chaud utilisant l'électricité via une pompe à chaleur, rien ne s'oppose à l'utilisation de cette technologie, hormis les contraintes acoustiques et visuelles ; De plus, elle ne peut s'envisager qu'à l'échelle des bâtiments (pas de production collective à l'échelle de l'îlot).

Une variante basée sur l'énergie gaz (PAC à absorption réversible) serait également envisageable.

Le recours à l'énergie aérothermique électrique ou gaz est envisageable sur le site.

Systemes de production combinée de chaleur et d'électricité

La cogénération peut présenter un intérêt à condition d'avoir des besoins de chaud continus sur l'année, ce est le cas sur le projet pour la production d'ECS. Une configuration mixte du type cogénération gaz + chaudières gaz, associée à une production ECS semi-accumulée pour exploiter au mieux la cogénération.

Le recours à un système de production combinée de chaleur et d'électricité est envisageable sur le site. Cependant la complexité de ce type de solution nécessitant des études plus approfondies, nous ne l'avons pas intégré à notre analyse.

Comparatif des solutions envisagées

Systèmes et solutions

Systèmes envisagées (production principale)		Chauffage	ECS
1	Production collective par chaudières gaz condensation associées à des sous-stations.	oui	oui
2	Production collective par chaudières bois (50%) et chaudières gaz condensation (50%) associées à des sous-stations.	oui	oui
3	Production collective par PAC géothermique électrique sur pieux (50%) et chaudières gaz condensation (50%), associées à des sous-stations.	oui	oui
4	Production collective par PAC géothermique gaz absorption sur pieux (50%) et chaudières gaz condensation (50%), associées à des sous-stations.	oui	oui
5	PAC aérothermique électrique dans chaque bâtiment	oui	oui
6	PAC aérothermique gaz absorption dans chaque bâtiment	oui	oui
7	Production collective par cogénération gaz (50%) et chaudières gaz condensation (50%), associées à des sous-stations.	oui	oui

Hypothèses

Les principales hypothèses ayant servi de base à la comparaison :

ILOT J1		Estimations puissances (kW)			
		Surface	Chauffage	ECS	Installées
	Nb Logt.	m ² SURT			
Batiment 1	37	2232	111	87	142
Batiment 2	28	1736	84	66	108
Batiment 3	34	1895	102	80	131
Batiment 4	26	2095	78	61	100
Batiment 5	23	1515	69	54	88
Batiment 6	30	1858	90	70	115
Batiment 7	15	927	45	35	58
S/Totaux	193	12258	579	452	741
Ecole	1	2961			160
		15219			901

La solution 7 (50% cogénération gaz + 50% chaudière gaz), qui nécessite des études plus approfondies pour pouvoir effectuer un comparatif n'a pas été intégrée dans la suite de l'analyse ; cependant les informations suivantes sont données à titre d'information :

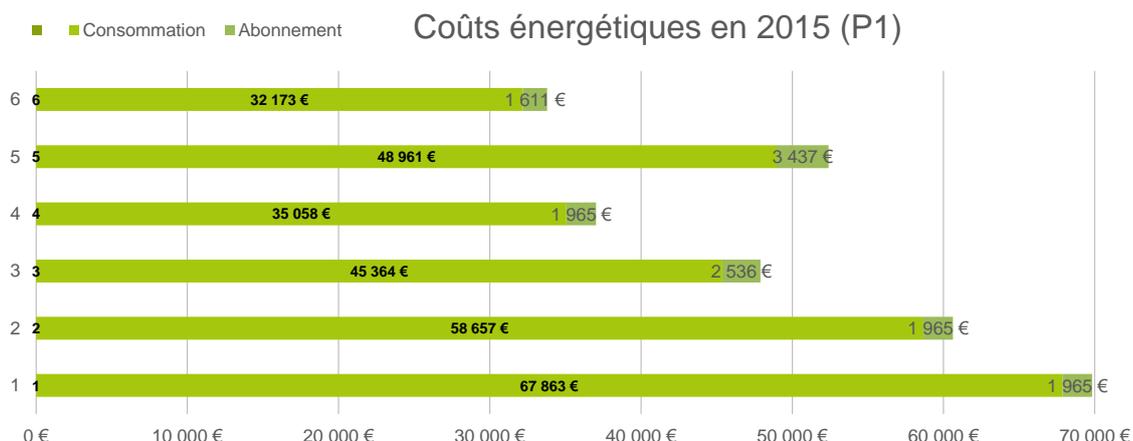
- Puissance électrique = 75% x puissance thermique
- Fonctionne en moyenne 16 H / jour sur 1 année, soit 5840 h/an à 80% de sa puissance nominale
- Tarif de rachat : 0,075 €/kWh
- Estimation revente pour 375 kW thermique = $375 \times 0,75 \times 0,8 \times 5840 \times 0,075 = 98550 \text{ €/an}$

Coûts

Les coûts représentés ci-dessous sont ceux de la première année, ils contiennent les coûts de consommation énergétique et d'abonnement de chauffage. Les consommations et les coûts

énergétiques

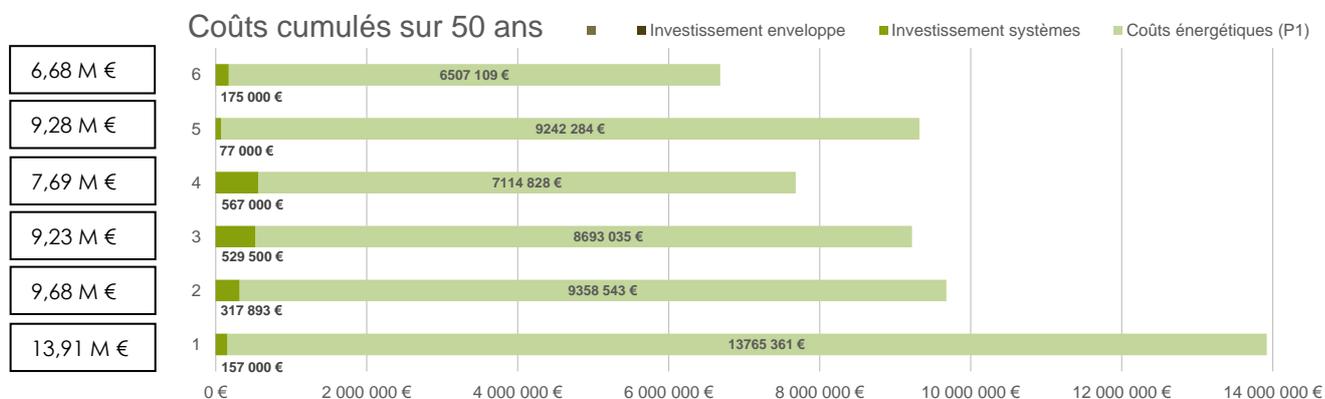
liés aux équipements auxiliaires (éclairage, ventilation) n'ont pas été pris en compte dans cette étude. La variation d'une solution à l'autre dépend donc uniquement de la performance des systèmes et du coût de l'énergie qui lui est associé.



Les solutions 4 (50% PAC absorption gaz géothermique + 50% chaudières gaz) et 6 (PAC absorption gaz aérothermique) sont les moins coûteuses, du fait d'un COP élevé. La solution pressentie (Chaudières gaz condensation) arrive en dernière position avec un surcoût de l'ordre de 89% par rapport à la solution 4.

Approche en goût global sur 50 ans

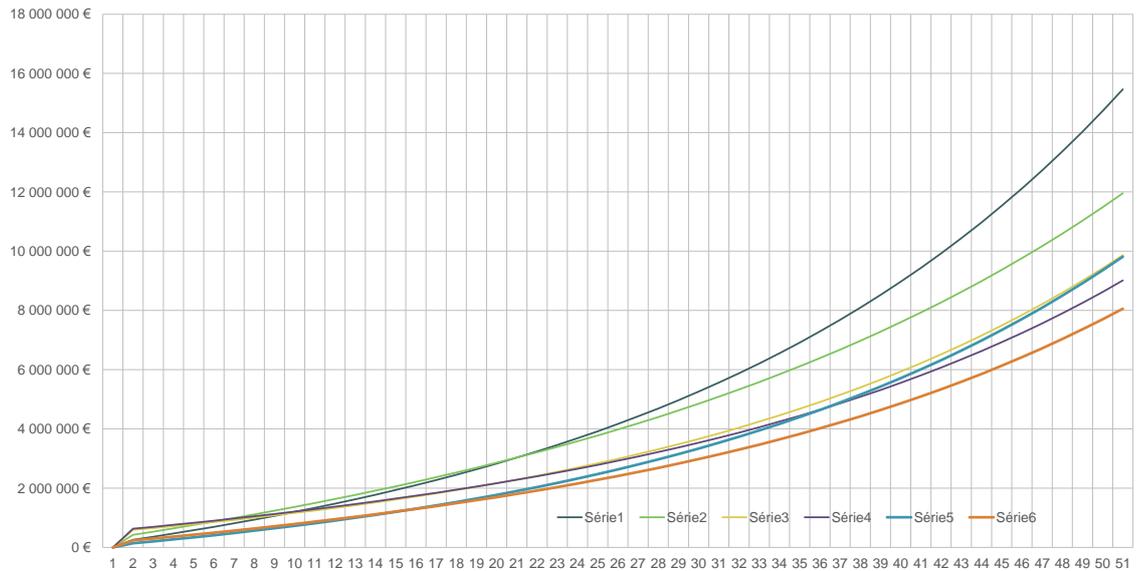
Les coûts ci-dessous, calculés sur une durée de 50 ans, prennent en compte les coûts d'investissement des systèmes de production de chaleur/froid (remplacement des systèmes au bout de 20 ans), les coûts énergétiques (avec augmentation du prix de l'énergie) ainsi que la maintenance des systèmes (maintenance courante : P2).



Globalement, les solutions 4 et 6 restent les moins coûteuses sur 50 ans. La solution pressentie arrive toujours en dernière position avec un surcoût de l'ordre de 81% par rapport à la solution 4.

Retours sur investissement

Approche Globale sur 50 ans



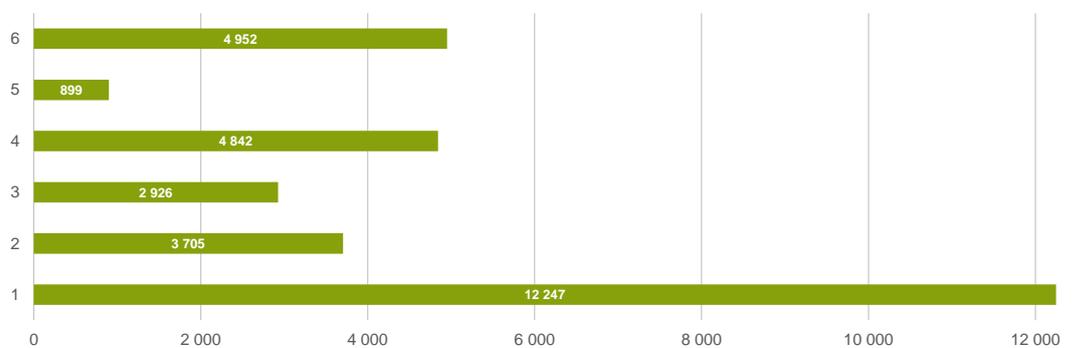
Il faut plus de 20 ans pour rentabiliser le surcoût de la solution mixte bois-gaz par rapport à la solution pressentie.

Il faut 15 ans pour rentabiliser le surcoût de la solution PAC absorption gaz aérothermique par rapport à la solution PAC électrique aérothermique.

Emissions de GES

Les graphiques ci-dessous montrent les émissions de Gaz à Effet des différentes solutions envisagées

Emissions de GES sur 50 ans en tonne d'équivalent CO2



La solution 5 (PAC électrique aérothermique) est la moins impactante sur 50 ans. La solution 1 pressentie arrive toujours en dernière position avec un impact nettement supérieur.

Conclusion

Les solutions 4 et 6 à base de PAC à absorption gaz, bien qu'intéressante, seront difficile à mettre en œuvre sur le projet dans une configuration de production collective à l'échelle de l'îlot, faute de matériels adaptés (faibles puissances) disponibles sur le marché à l'heure actuelle ; elles peuvent cependant s'envisager dans une configuration de production par bâtiment.

La solution 3 (mixte PAC géothermique électrique / gaz condensation) nécessite un investissement initial élevé.

La solution 2 (mixte bois granulés / gaz condensation) n'est rentabilisée qu'au bout de 20 ans.

La solution 5 (PAC aérothermique électrique) à le double avantage d'un investissement et d'un impact environnemental très limités. Cependant, pour des raisons techniques, elle ne permet pas une configuration de production collective à l'échelle de l'îlot ; elle peut par contre s'envisager dans une configuration de production par bâtiment

Sur la base des critères suivants, production collective et investissement limité la solution pressentie (chaufferie gaz condensation) est retenue.

La solution 2 (mixte bois granulés / gaz condensation) mériterait d'être optimisée (pourcentages bois / gaz) au regard de l'investissement.
