



PC16.1 – PIECE COMPLEMENTAIRE ETUDE DE FAISABILITE D'APPROVISIONNEMENT ENERGETIQUE

MARC MIMRAM ARCHITECTURE & ASSOCIÉS
ARCHITECTE DPLG INGÉNIEUR ENPC

21 RUE DE LA FONTAINE AU ROI 75011 PARIS
TEL 33(0)1 43 44 91 19 FAX 33(0)1 43 44 19 09
RCS PARIS 812 646 560 CODE APE 741Z

Jean-Baptiste
Lacoudre
Architectures

167 RUE DU CHATEAU 75014 PARIS
TÉL : 01 43 55 50 10
EMAIL : agence@lacoudre.eu
SAS AU CAPITAL DE 7 502,45 €
N° SIRET : 394 440 705 000 25

**CAMPUS AGROPARISTECH - INRA
DEMANDE DE PERMIS DE CONSTRUIRE
JANVIER 2018**

ÉTUDE DE FAISABILITE DES APPROVISIONNEMENTS EN ENERGIE DU BATIMENT	3
1.1 Introduction	3
1.2 Hypothèses.....	3
1.3 Étude des différentes variantes	3
1.4 Variantes étudiées.....	4
1.5 Prix de l'Energie, abonnements et maintenance	4
1.6 Etude des variantes.....	5
1.6.1 Consommations Cep	5
1.6.2 Surcouts d'investissement.....	6
1.6.3 Etude de rentabilité (sur 30 ans).....	6

ÉTUDE DE FAISABILITE DES APPROVISIONNEMENTS EN ENERGIE DU BATIMENT

1.1 Introduction

Cette note présente les différentes études d'approvisionnement énergétique du projet en fonction des sources d'énergie, des systèmes et coûts inhérents à la consommation et l'installation.

1.2 Hypothèses

Afin de répondre au mieux à la question de la faisabilité en approvisionnement énergétique du projet, une première étude des variantes possibles est réalisée en fonction des possibilités programmatiques et permises par le site en termes de disponibilité de ressources et de possibilité de mise en œuvre. Le but étant de comparer entre elles différentes solutions, les coûts communs à l'ensemble des variantes n'ont pas été considérés.

Dans le cadre de ce projet, le raccordement au réseau de chaleur en constitution sur le pôle universitaire, alimenté par géothermie, était demandé. Cela a notablement orienté le choix des études réalisées en considérant l'usage de ce réseau comme un prérequis et cette solution constitue donc la solution pressentie.

Dans chacune des variantes, la possibilité de respecter l'exigence programmatique a été vérifiée, à savoir :

Cep = Cepmax -30%

L'étude de faisabilité prendra donc en compte l'ensemble des informations précitées. Les consommations considérées sont celles issues des études réglementaires, et concernent donc les 5 postes que sont le chauffage, l'eau chaude sanitaire (ECS), le froid, l'éclairage et les auxiliaires de distribution. Le process pouvant être employé dans le projet, bien qu'ayant un fort impact sur les besoins en énergie, est dissocié des évaluations de consommations réglementaires.

1.3 Étude des différentes variantes

Énergie	Technologie	Usage	Echelle de production	Pertinence d'utilisation pour le projet
Réseau de chaleur + gaz (Solution initiale)	Raccordement au réseau urbain existant dans la zone d'implantation + chaudière gaz	Echange direct d'énergie Chaudière à condensation	Chauffage, ECS électrique	Réseau de chaleur
Réseau de chaleur seul	Raccordement au réseau urbain existant dans la zone d'implantation	Echange direct d'énergie	Chauffage, ECS électrique	Réseau de chaleur
Solaire Thermique	Solution initiale + Chauffe-eau Solaire Collectif	Solution initiale + Capteurs avec surface vitrée	Eau chaude pour les vestiaires et les zone de recherche.	Bâtiment
Solaire Photovoltaïque	Solution initiale + Installation photovoltaïque	Centrale, simple ou sécurisé	Production électrique	Bâtiment

Géothermie TBE	Capteurs horizontaux ou sondes géothermiques verticales	PAC sol/eau ; sol/sol ; eau glycolée/eau	Chauffage, climatisation, ECS	Bâtiment	La présence d'un réseau de chaleur alimenté par géothermie rend totalement improductif voir néfaste la création d'un second système géothermique.
Aérothermie	PAC air/eau ;	Non considérée comme ENR dans la RT12	Chauffage, climatisation, ECS	Bâtiment	Solution envisageable pour le projet
Eolien	Petit et grand éolien	Raccordement au réseau	Production d'électricité	Bâtiment & investisseur	De fortes modifications du bâti environnant le projet sont attendues, rendant incertain le potentiel éolien.
Réseau de chaleur + Combustion biomasse	Chaudière bois/gaz	Chaudière à alimentation automatique	Chauffage, ECS	Bâtiment, Collectif, Réseau de chaleur	Solution envisageable pour le projet
Cogénération	Combustion d'énergie primaire (gaz, bois, fuel) ou de récupération (géothermie, valorisation des déchets)	Raccordement ou non au réseau de chaleur	Chauffage, ECS, production d'électricité	Bâtiment, Collectif, Réseau de chaleur	La nature des besoins du projet ne permet pas de justifier l'usage d'une cogénération

1.4 Variantes étudiées

Du fait des exigences du programme, nous étudierons les variantes suivantes :

BASE	1	Raccordement au réseau de chaleur géothermique et Gaz à condensation
	2	Raccordement au réseau de chaleur géothermique seul
	3	Réseau de chaleur + Gaz + 100m ² de solaire thermique par bâtiment à usage ECS
	4	Réseau de chaleur + Gaz + 12kWh/m ² _{SHONRT} /an photovoltaïque (production maximale RT)
	5	Raccordement au réseau de chaleur géothermique + Biomasse (ECS + Chaud)

Les puissances nécessaires pour la production de chauffage ont été évaluées pour un usage principal sur réseau de chaleur avec appoint, sauf pour le cas 2. L'ECS est produite par un système électrique, sauf dans le cas 3 où l'électrique n'est utilisé qu'en appoint.

On notera que dans le cas des bâtiments AL1, AL2a AL2b et AL3, aucune consommation ECS n'a été considérée. Ainsi les solution 1 et 3 sont semblables pour ces quatre bâtiments.

1.5 Prix de l'Energie, abonnements et maintenance

Ci-après les hypothèses retenues pour le calcul des coûts énergétiques sur 30 ans.

	Tarif € / kWh	Abonnement	Augmentation annuelle énergie %	Augmentation annuel abonnement %	Inflation
Gaz ⁽¹⁾	0,0403 €	368 €	6%	6%	2%
Electricité tarif Jaune (P=100kW) ⁽²⁾	0,0945 €	3900€	6%	6%	2%
Réseau chaleur ⁽³⁾	0,0299€	-€	6%	6%	2%
Revente électricité			Autoconsommation		

(1) (2) Selon la base de données Pégase :

<http://developpement-durable.bsocom.fr/Statistiques/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=13173>

<http://developpement-durable.bsocom.fr/Statistiques/TableViewer/tableView.aspx?ReportId=13170>

- (3) D'après les tarifs fournis dans le document DS1.1.6-DDOF-CCT-reseau de chaleur. L'abonnement étant dans toutes les variantes, il n'a pas été considéré dans cette étude.

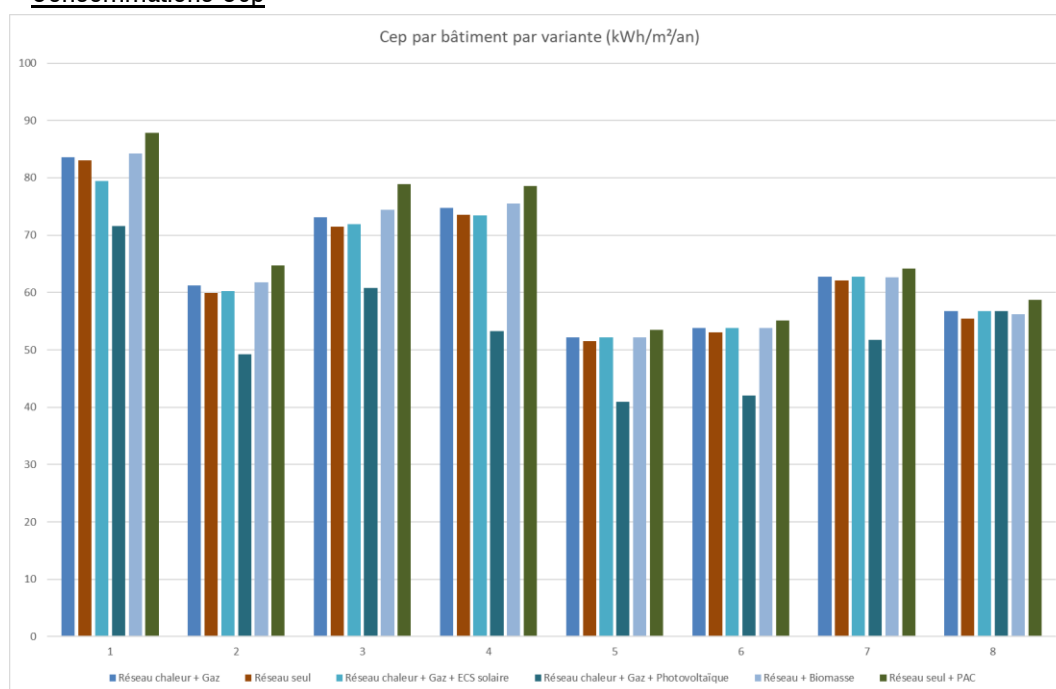
Variante	Surcoût investissement k€
Réseau chaleur + Gaz	375 k€
Réseau chaleur seul	- €
Réseau chaleur + Gaz + ECS solaire	614 k€
Réseau chaleur + Gaz + Photovoltaïque	1 349 k€
Réseau + Biomasse	825 k€
Réseau + PAC	2 120 k€

Les coûts de maintenance retenus sont respectivement de :

	Surcoût de maintenance	Augmentation annuelle
Réseau chaleur + gaz	8 800 €	3%
Réseau chaleur	0 €	3%
Réseau chaleur + ECS solaire	12 400 €	3%
Réseau chaleur + Photovoltaïque	25 040 €	3%
Réseau + Biomasse	69 000 €	3%
Réseau + PAC	140 000 €	3%

1.6 Etude des variantes

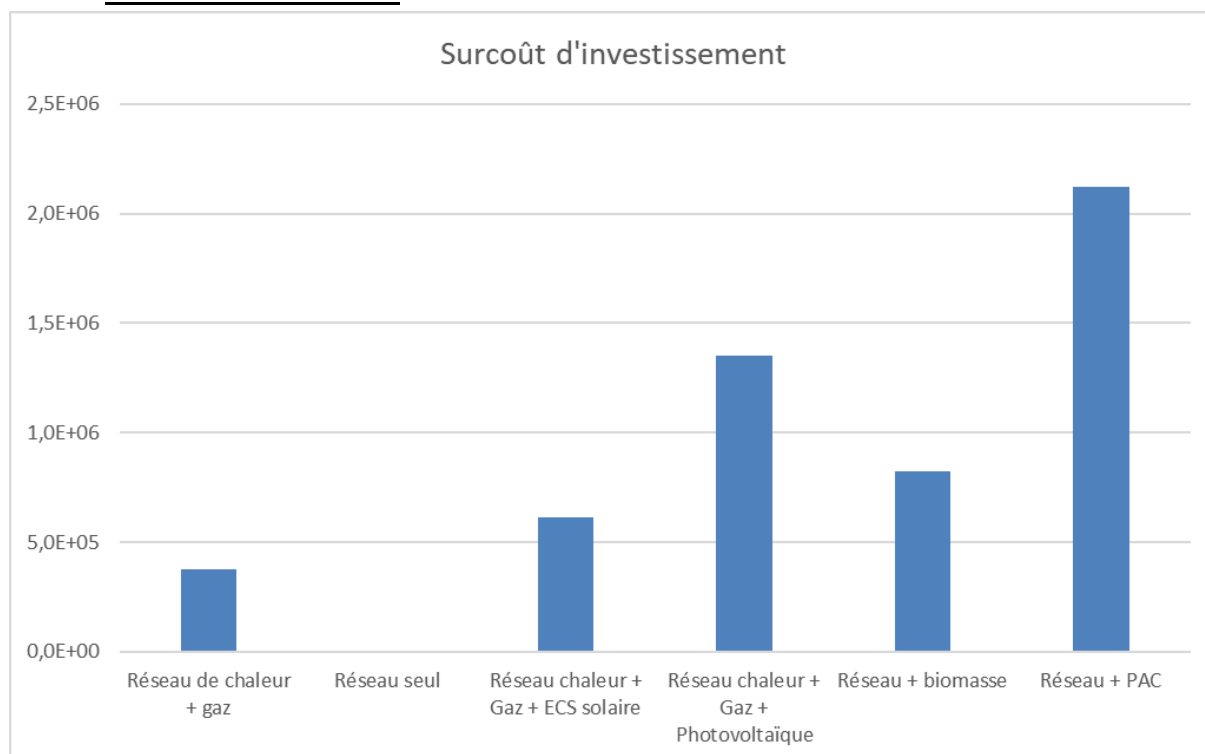
1.6.1 Consommations Cep



Consommations CEP

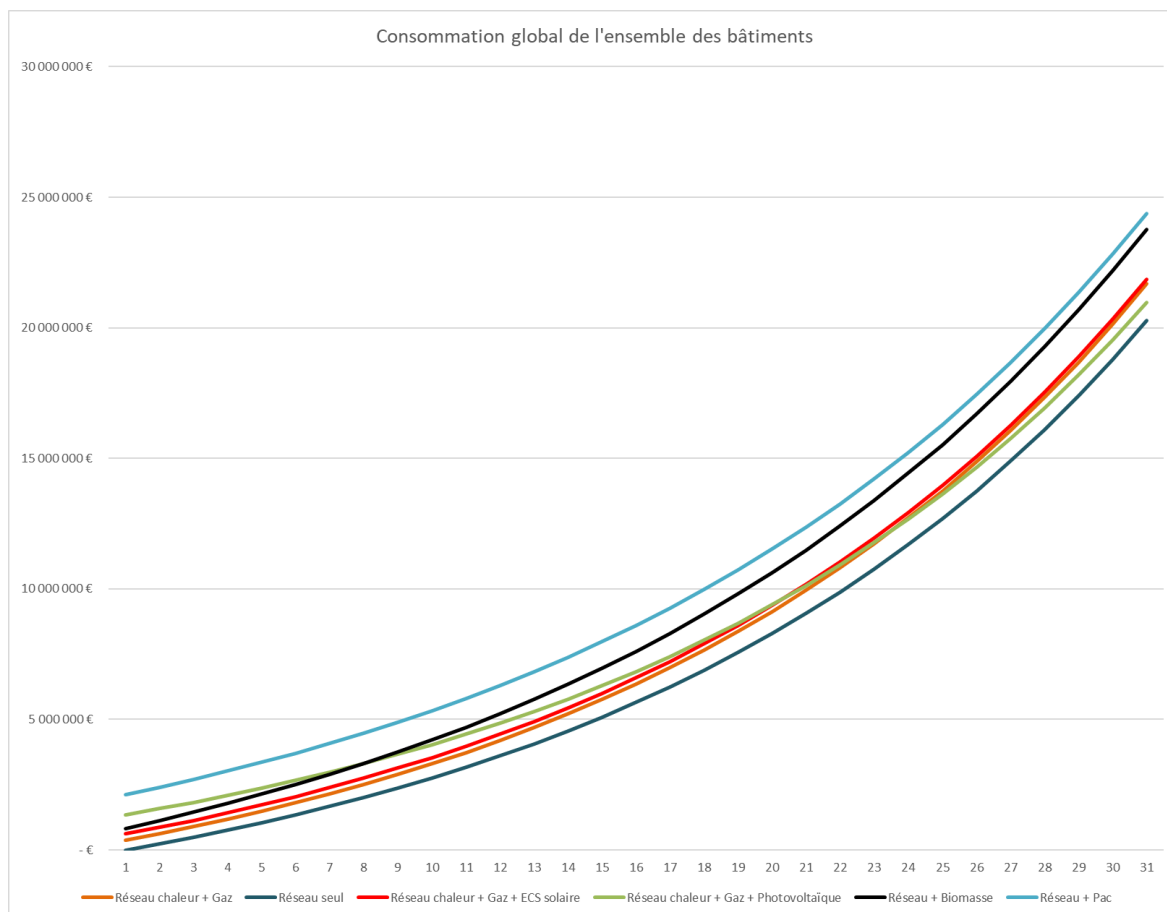
On note que pour certains bâtiments, la valeur Cepmax-30% est dépassé. Le différentiel sera rattrapé au cours des phase suivante par une meilleure prise en compte des systèmes.

1.6.2 Surcoûts d'investissement



1.6.3 Etude de rentabilité (sur 30 ans)

L'étude de rentabilité a été effectuée sur une base de 30 ans en fixant comme postulat les surcoûts d'investissement par rapport à la solution Réseau de chaleur seul. Les abonnements étant commun à l'ensemble des bâtiments et dans un souci de lisibilité, le coût global du projet a été considéré pour évaluer la pertinence des différentes solutions.



On constate que la solution biomasse se démarque de manière négative par un coût sur 30ans nettement plus important que les autres solutions. De même, la solution PAC, par ses coûts de maintenance et d'investissement initiaux importants, ne peut pas se rentabiliser sur la durée.

Le faible coût de l'énergie prévu pour le réseau de chaleur rend la solution Réseau seule particulièrement intéressante. Cependant, les besoins spécifiques des bâtiments, non inclus dans ce calcul, peuvent conduire à des pointes de consommation pour lesquels le réseau de chaleur n'est que peu approprié. Aussi, l'ajout d'un appoint, bien qu'entraînant un surcoût au projet, reste nécessaire.

De par le faible besoin en ECS pour les usages considérés, la solution employant du solaire thermique n'offre que peu d'intérêt. Cette augmentation de la complexité des systèmes ne serait pertinente que dans le cas d'un besoin process spécifique.

La solution photovoltaïque, avec une production maximale au regard de la RT2012, peut être rentabilisée en 21 ans en considérant une autoconsommation totale de la production. Cependant, le surcoût initial rend peu envisageable un déploiement de panneau de cette ampleur. Néanmoins, la mise en place d'une installation de taille moyenne pourra être considérée.

Le raccordement au réseau chaleur géothermique de la ZAC avec appoint gaz et ventilation double flux pour l'ensemble des pièces à usage prolongé présente donc le meilleur compromis d'un point de vue énergétique, économique et environnemental.