

Ceci est l'annexe 1 au livre "*La chaleur renouvelable et la rivière*"

Cette *annexe1* évoque les performances que l'on est en droit d'attendre du chauffage thermodynamique collectif selon que l'on augmente la température à la source froide grâce à l'eau géothermale ou que l'on diminue celle à la source chaude avec des radiateurs basse température

Une *annexe2* en préparation explique comment il est techniquement envisageable d'augmenter la durée de vie de l'eau chaude géothermale en récupérant la chaleur produite en été pour climatiser l'habitat.

## La géothermie profonde et l'aquathermie superficielle

Pour bien comprendre les avantages importants que l'on peut retirer des réseaux d'alimentation en eau non potable (ENP) pour assurer le chauffage des immeubles il faut au préalable assimiler ce qui différencie ou rapproche la géothermie dite de "moindre importance" et celle qui serait à n'en pas douter dans l'esprit du BRGM de "première importance". Ceci au préalable en levant le voile sur cette dernière.

Il devient alors pour cela nécessaire de mieux comprendre quelles sont les différentes formes d'énergies naturelles mises à la disposition de l'homme à la surface de la terre, à savoir celles induites par les interactions nucléaires dites fortes et faibles, l'interaction électromagnétique et également la gravitation. Ces dernières sont en effet autant de sources d'énergie qui permettent de comprendre ce qui rapproche ou non les "deux géothermies" du BRGM. On comprend, bien que celle-ci ne soit pas évoquée dans l'article de CFP ci-contre que la géothermie de première importance concerne la géothermie profonde explorant le sous-sol à des profondeurs importantes situées bien au-delà de la profondeur de -200 m prise comme limite pour définir la géothermie dite de "moindre importance". Et ceci pour être plus précis à des profondeurs allant parfois au-delà de -2000 m. Ceci afin de bénéficier de l'apport thermique associées à l'interaction nucléaire dite faible liée à la radioactivité. On sait en effet maintenant que c'est cette dernière qui maintient le magma situé au-delà de ces profondeurs à très haute température.

On sait également que lorsque des aquifères profonds dit captifs se situent à ces profondeurs, l'eau très chaude qu'ils contiennent à tendance à remonter naturellement dans le forage jusqu'à la couche piézométrique souvent proche de la surface du sol en raison de la pression très élevée qui y règne. La géothermie de "première importance" du BRGM concerne pour la région IDF une quarantaine de puits profonds en activité. Ces derniers permettraient de chauffer actuellement environ 200 000 « équivalents logements », soit, pour une occupation voisine de 2 personnes par logement, à peine ½ millions de personnes. Ceci alors que Paris intra-muros c'est sensiblement 2 millions de personnes sur 100 km<sup>2</sup> avec une densité démographique importante voisine de 20 000 habitant par km<sup>2</sup>. Etant donné qu'un seul puits (appelé doublet) occupe une surface au sol de 4 km<sup>2</sup> (2800x1400m) et ne peut alimenter qu'environ 5 000 « équivalents logements » soit assurer le besoin thermique de quelque 10 000 habitants on devine qu'il n'y en aura pas pour tout le monde. Pour s'en convaincre il suffit de savoir qu'avec un débit moyen voisin de 200 m<sup>3</sup>/h par doublet (de 100 à 300 selon l'Ademe) c'est, pour une chute de température de 50°C et compte tenu de la chaleur spécifique de l'eau une puissance disponible de 10 000 kW soit une puissance disponible voisine de 2 kW par « équivalent logement ». On commence maintenant à faire de nouveau puits après une période d'inactivité de plus de 10 ans mais on ne peut malheureusement pas dire qu'il suffit de creuser des puits pour satisfaire la totalité du besoin\*. Ceci d'autant que Paris et sa banlieue c'est plus de 10 millions de personnes. Les premiers à le faire seront assurément les mieux servi.

\*Besoin important par le fait que dans l'existant les logements consommeraient en IDF en moyenne 240 kWh /m<sup>2</sup>

### Géothermie : une réforme en profondeur

Les procédures sont fortement simplifiées pour les forages à faible impact environnemental.

**U**ne fois n'est pas coutume dans le monde de la construction : la réglementation lâche du lest pour simplifier le développement d'une activité. En l'occurrence, celle de la géothermie peu profonde dite de «*minime importance*», qui depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2015 a été simplifiée par décret. L'Association française des professionnels de la géothermie (AFPG) militait depuis des années pour l'assouplissement de la réglementation. L'objectif du texte : permettre à la filière géothermie de se développer conformément aux attentes sur les énergies renouvelables, tout en évitant un impact négatif sur l'environnement.

**Un carcan réglementaire moins contraignant**

Le grand changement : les projets de géothermie sur pompe à chaleur dont le forage est inférieur à 200 mètres de profondeur et la puissance inférieure à 500 kW passent du régime de l'autorisation préalable au régime déclaratif. C'est donc une réforme en profondeur du Code minier qui se veut avant tout une simplification des démarches administratives. On passe ainsi d'une procédure d'autorisation complexe et parfois injustifiée en raison de risques naturels relativement bien maîtrisés lorsqu'il s'agit de forer à faible profondeur à une simple déclaration sans instruction des services de l'Etat. Ces installations sont désormais soumises aux simples règles municipales et élémentaires des codes de la santé publique, de la construction et de l'environnement.

Le nouveau décret définit les activités ou installations de géothermie dites «*de minime importance*», qui n'ont pas d'incidence significative sur l'environnement, et il en élargit le périmètre.

**Moins de 10 mètres de profondeur**

Ainsi, sont carrément exclus du régime du Code minier les puits canadiens, les géo-structures thermiques, les échangeurs géothermiques fermés (capteurs verticaux) d'une profondeur inférieure à 10 mètres et enfin les échangeurs géothermiques ouverts dont au moins un échangeur fonctionne en circuit ouvert et dont aucun des ouvrages de prélèvement ou de réinjection ne dépasse la profondeur de 10 mètres.

**Les installations qualifiées de minime importance**

**Pour les échangeurs géothermiques sur boucle fermée**  
Profondeur maximale : 200 m.  
Puissance thermique maximale : 500 kW.

**Pour les échangeurs géothermiques sur boucle ouverte**  
Profondeur maximale : 200 m.  
Puissance thermique maximale : 500 kW.  
Température maximale de l'eau prélevée : 25°C.  
Les eaux prélevées sont réinjectées dans le même aquifère.  
La différence entre les volumes prélevés et réinjectés est nulle.  
Débit maximal pompé : 80 m<sup>3</sup>/h.

10 - 200 m

10 - 50 m  
10 - 100 m  
10 - 200 m

Pour le moment, seules les régions Alsace et Lorraine disposent de cartes plus détaillées qui distinguent trois tranches de profondeur (10-50 m, 10-100 m et 10-200 m). Les régions Ile-de-France, Rhône-Alpes et Aquitaine y travaillent actuellement.

Dans l'e-mag, téléchargez la fiche pédagogique du BRGM

e-mag L'e-mag est un service réservé aux abonnés de CFP

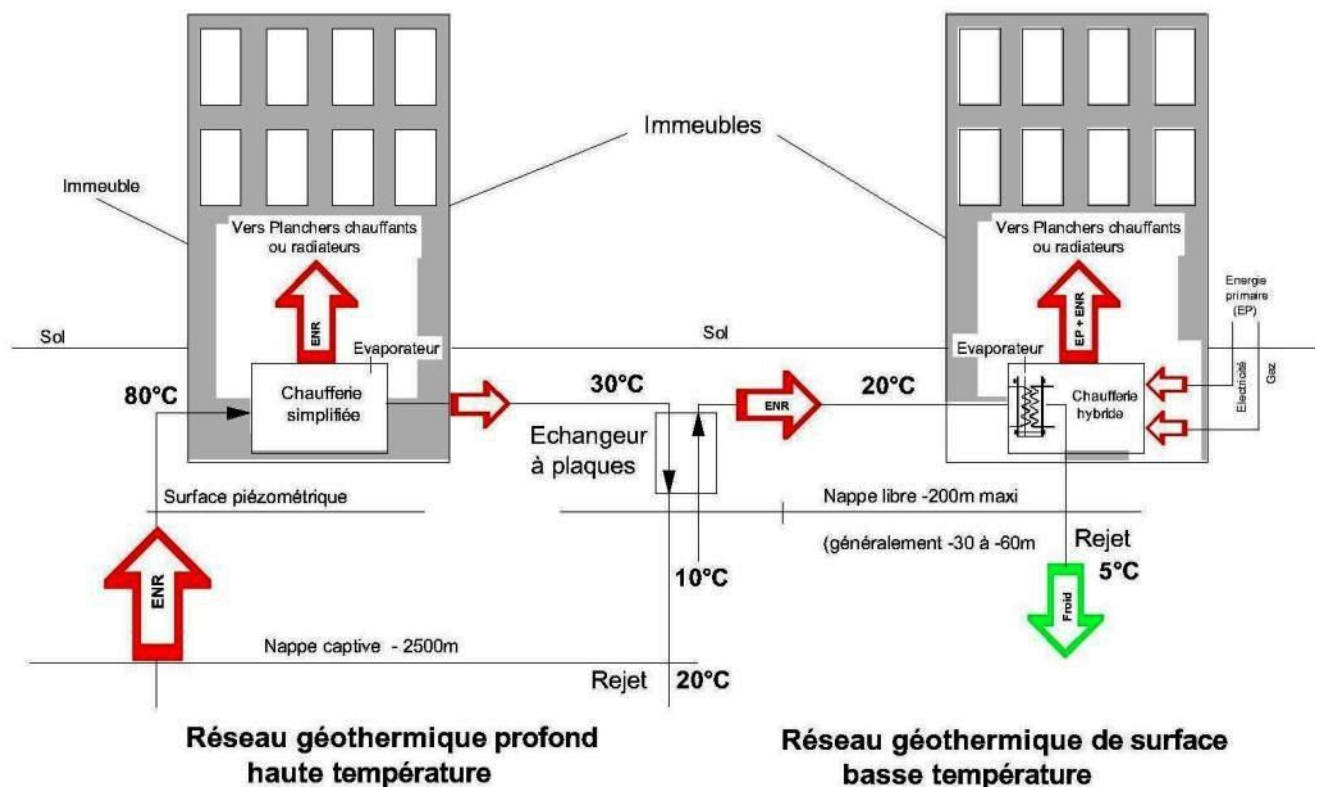
Figure 1 Courtesy CFP

## Ce qui les rapproche

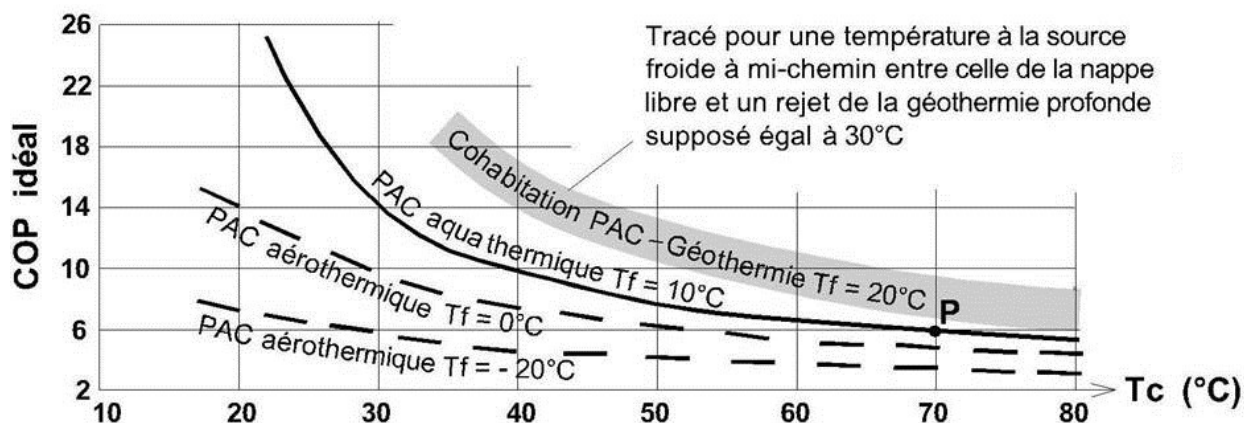
Quiconque connaît la signification du suffixe **geo** (sol) comprend que « minime importance » ou non le prélèvement de l'énergie naturelle des "2 géothermies du BRGM" se fait dans le sous-sol. Ceci en utilisant l'eau contenue dans celui-ci comme vecteur facilitant la transmission des flux thermiques.

Elles sont complémentaires par le fait que l'énergie fatale rejetée après usage par la géothermie profonde dite de "première importance" pourrait utilement être utilisée pour améliorer les performances de la géothermie superficielle dite de "moindre importance". Ceci en utilisant l'eau de rejet de la géothermie profonde pour augmenter la température de l'eau à la source froide de la géothermie superficielle sans pour autant mélanger physiquement les deux fluides. Il est important de comprendre à ce sujet que les échangeurs à plaques peuvent assurer cette fonction de telle sorte que l'eau très chaude prélevée dans la nappe captive de la géothermie profonde retourne dans cette même nappe et que l'eau prélevée en surface à l'exhaure de la PAC sur nappe retourne elle aussi dans le même aquifère comme cela est requis par le BRGM pour ne pas perturber le fragile équilibre de notre environnement souterrain.

Un échangeur thermique de ce type permet à partir d'une température de rejet de la géothermie des nappes captives profondes souvent proche de 30°C d'augmenter de quelque 10°C la température de la source froide de la géothermie superficielle en améliorant les performances de cette dernière dans des proportions qui sont loin d'être négligeables. Les surfaces et les coefficients d'échange de ces échangeurs permettent de transmettre silencieusement des puissances thermiques considérables adaptées aux réseaux de chauffage urbain. Les deux figures ci-dessous permettent de comprendre.



**La figure2** ci-dessus montre comment la chaleur fatale issue du réseau haute température provenant de la nappe captive profonde peut être récupérée pour augmenter la température à la source froide du réseau basse température de l'aquathermie superficielle dite de "moindre importance". Ceci après avoir été utilisée dans un réseau de chauffage urbain comparable à ceux utilisés par la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (CPCU) au Sud-Est de Paris. Lorsque l'on connaît les valeurs pratiques de COP obtenues actuellement avec l'aquathermie superficielle seule et celles qui pourraient être obtenues en profitant de l'énergie fatale rejetée après usage par la géothermie profonde dite de première importance pour améliorer ses performances, on mesure la potentialité de ces deux sources d'énergie thermiques naturelles et tout l'intérêt que l'homme peut retirer de leur cohabitation. La figure qui suit une idée de l'amélioration des performances résultant de la cohabitation de ces deux réseaux.



**Figure 3** Avec une température à la source froide de 20°C au lieu de la température habituelle de 10°C correspondant à une PAC aquathermique sur nappe libre,

1. le COP théorique ou idéal passe de 10 à environ 16 soit un COP pratique voisin de 8 au lieu de 5
2. Il est possible de doubler voire de tripler le  $\Delta T$  dans l'évaporateur ce qui réduit d'autant le débit d'eau circulant dans les réseaux et réduit leur coût

#### Démonstration

COP avec 10°C à la source froide : (PAC sur nappe)

$$COP = T_c / (T_c - T_f) = (273 + 40) / (40 - 10) = 10,4$$

COP avec 20°C à la source froide : (PAC aquathermique profitant de la géothermie profonde)

$$COP = T_c / (T_c - T_f) = (273 + 40) / (40 - 20) = 15,6$$

L'échangeur à plaque assurant les transferts thermiques évite le mélange physique entre les deux flux. Les configurations de débit sont nombreuses mais pour situer les idées, deux débits équivalents l'un au primaire avec une température de rejet  $T_r = 30^\circ\text{C}$  sur le réseau géothermique profond, l'autre à  $10^\circ\text{C}$  sur le secondaire de cet échangeur en liaison avec les circuits de l'exhaure des PAC eau eau logées dans les chaufferies des immeubles permettrait de disposer d'une température à la source froide de ces PAC voisine de  $20^\circ\text{C}$  au lieu de  $10^\circ\text{C}$  améliorant les performances du chauffage thermodynamique des immeubles. Ceci en améliorant les performances de quelque 50% diminuant d'autant la consommation d'énergie électrique.

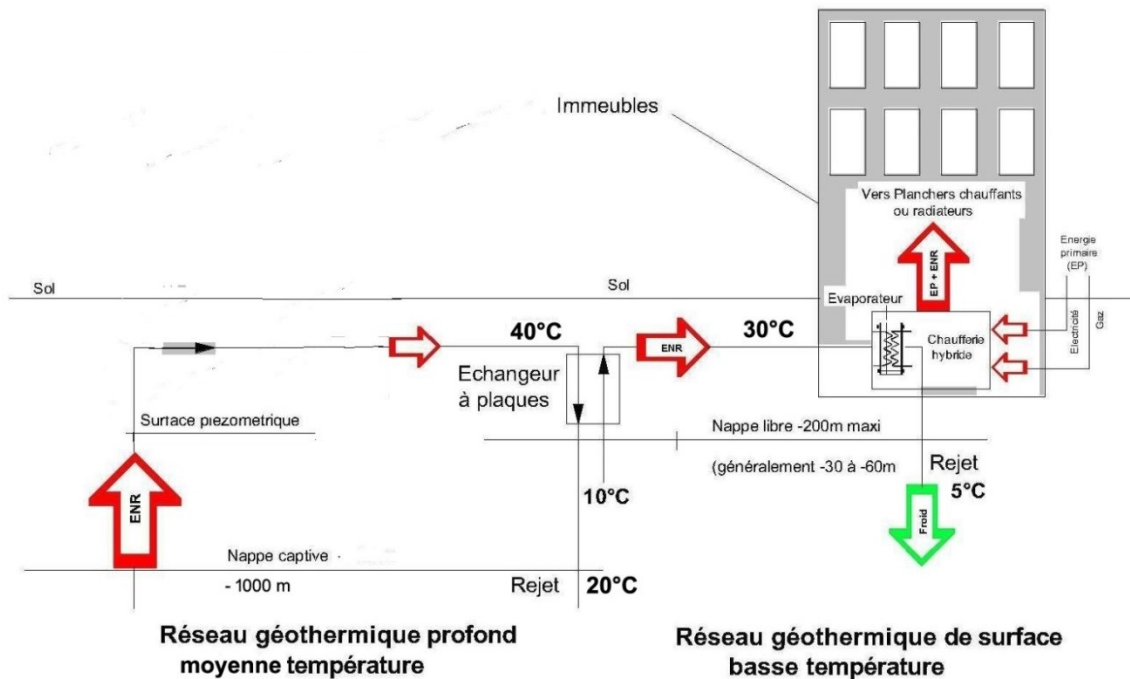
Les puissances thermiques transmises par un échangeur à plaques comme celui de la figure ci-dessus peuvent être considérables (Voir [informations INSA-Alfa Laval](#)).



**Figure 4**

Les surfaces d'échange de tels échangeurs thermiques peuvent en effet atteindre  $1000\text{ m}^2$  dans un encombrement assez faible (Voir les [composants d'une pompe à chaleur](#)). Ceci avec des coefficients d'échange compris entre  $3500$  à  $7500\text{ watt/m}^2\text{K}$  avec l'eau. Le débit d'eau maximum voisin de  $3000\text{ m}^3/\text{h}$  par échangeur ainsi que les puissances transférées avec une différence moyenne de  $10^\circ\text{C}$  entre le primaire et le secondaire d'un tel échangeur sont très supérieures aux puissances disponibles sur un doublet. Ce qu'il est aussi important de comprendre est le fait qu'avec une température de  $20^\circ\text{C}$  au lieu de  $10^\circ\text{C}$  à la source froide des pompes à chaleur aquathermique de la géothermie dite de "moins importance" le débit requis à l'entrée des évaporateurs de ces pompes à chaleur se trouve être sensiblement divisé par 3 par rapport aux PAC eau eau sur nappe libre conventionnelle. Ceci compte tenu du fait que la chute de température dans le secondaire peut alors être de  $15^\circ\text{C}$  au lieu de  $5^\circ\text{C}$  que ces PAC eau eau soit disons « privative » et gérée par l'association syndic-syndicat des copropriétaires ou « collective » et gérée au titre du PREH par une association préfet-municipalité. On mesure l'intérêt d'une telle solution qui permet de réduire notablement la taille des réseaux d'alimentation en eau non potable alimentant les immeubles.





**La figure 5** ci-dessus montre comment il est possible de prélever de l'énergie thermique dans le sous-sol de la proche banlieue parisienne sans aller la chercher loin de Paris dans la région de Brie Comptee Robert là où la ressource en haute température est meilleure. La chaleur issue du réseau moyenne température provenant de la nappe captive profonde peut être récupérée dans les meilleures conditions pour augmenter la température à la source froide du réseau basse température de l'aquathermie superficielle dite de "moindre importance" et par la même occasion ses performances. Ceci en réduisant la taille donc le prix du réseau secondaire. La figure est représentée dans la configuration où l'association syndic-syndicat des copropriétaires gère les contacts avec les constructeurs de pompe à chaleur. Ceci dit une organisation municipale gérant une production d'eau mutualisée à haute température contrôlée par le Préfet en liaison avec tous les organismes à sa disposition est aussi envisageable.

### Ce qui les différencie

La géothermie dite de moindre importance prélève l'énergie thermique dans le proche sous-sol (généralement moins de 80m) voire en surface directement dans le fleuve alors que l'énergie de première importance du BRGM prélève son énergie dans les couches profondes de l'écorce terrestre (voisines de -2500 m en région parisienne). La géothermie profonde de première importance utilise directement de l'eau ayant une température nettement supérieure au milieu à chauffer alors que la géothermie de moindre importance utilise un milieu contenant de l'eau ayant une température inférieure au milieu à chauffer l'obligeant à faire appel à un fluide intermédiaire dit frigorigène utilisé dans le cycle thermodynamique fermé d'une **pompe à chaleur**. L'énergie prélevée par la géothermie superficielle dite de moindre importance bénéficie des apports solaires ce qui lui donne son caractère renouvelable. A contrario, selon certains experts, n'est pas le cas de la géothermie profonde des nappes captives. Le terme de "minime importance" utilisé par le BRGM pourrait de ce fait être inadapté pour ce qui concerne les premiers mètres de la couche terrestre par le fait que ces premiers mètres bénéficient de l'apport thermique dû à l'interaction nucléaire forte des rayons solaires beaucoup plus puissante que celle liée à l'interaction dite faible qui maintient le magma en fusion sous la couche terrestre. Il convient toutefois d'être prudent à ce sujet dans la mesure où la nature est souvent généreuse. Il se pourrait bien en effet que l'énergie thermique contenue dans l'aquifère captif profond constitué par le dogger en IDF ne soit pour finir pas si faible que cela et proche du renouvelable à l'échelle de nos besoins en énergie thermique. Les experts pensaient en effet que les températures dans le dogger du fait de l'exploitation allaient baisser progressivement en raison des rejets. En pratique après une exploitation de quelques décennies les températures sont restées stables jusqu'à présent.

## Annexe 1 au livre "La chaleur renouvelable et la rivière"

Ceci probablement en raison des mouvements fluides verticaux provoqués par la convection (On évoque la différence de température entre les épontes supérieures et inférieures). En pratique, maintenant que la tenue des canalisations est moins affectée par la corrosion et vu la surface importante du dogger, le seul problème de fond qui risque de se poser pour la généralisation du chauffage urbain géothermique dans Paris pourrait bien être le décalage du dogger au sud-est de Paris. Ce décalage d'une cinquantaine de km pourrait bien d'ailleurs bien rendre indispensable la cohabitation entre deux réseaux associés aux géothermies superficielles et profondes.

Alors qu'il est possible de disposer pratiquement de toute l'énergie thermique naturelle prélevée dans la nappe captive de la géothermie des nappes profondes sans apport d'énergie primaire, l'aquathermie superficielle des nappes libres est moins performantes à ce niveau. Ceci dans la mesure où une quantité d'énergie primaire non négligeable est nécessaire pour assurer le chauffage de l'habitat. Cette énergie primaire est heureusement relativement faible comparativement à l'énergie naturelle prélevée dans l'environnement. Le lecteur intéressé par ce sujet peut consulter le texte déposé par l'auteur sur le site Goodplanet à propos de [l'enseignement](#). Quand l'on connaît la mission qui a été confié au préfet dans le cadre du [PREH](#) on mesure combien ce dernier devrait se sentir concerné et disposé à mettre en place les structures juridiques facilitant la mise en place de ces réseaux d'eau chaude non potable permettant aux populations urbaines de se chauffer économiquement en préservant notre environnement et en faisant en sorte que profonde ou superficielle les techniques utilisant la géothermie deviennent un mode de chauffage de l'habitat couramment utilisé dans nos villes. Les préfets devraient ainsi selon les Lutins thermiques jouer un rôle moteur en conseillant à leur municipalité de mutualiser la délivrance d'eau non potable (ENP) aux immeubles de nos cités. En le faisant ils seront incontestablement valorisés par rapport à ceux qui ne font rien. Il leur appartient probablement aussi d'orienter plutôt les solutions vers les PAC collectives. Ceci afin de soulager l'association formée par syndic-syndicat des copropriétaires et de réduire la taille des réseaux d'alimentation.

### ***Comment réduire le cout des infrastructures***

A force de constater que l'énergie de la nature et particulièrement celle du soleil était beaucoup plus importante que notre propre besoin les Lutins thermiques se sont dit que nous n'avions pas trop de soucis à nous faire et que le bon sens l'emporterait. Ceci compte tenu du fait qu'il suffit de prélever l'énergie au-dessus de nos têtes et sous nos pieds pour satisfaire nos besoins et particulièrement nos besoins thermiques. Après avoir lu le livre "La chaleur renouvelable et la rivière" un scientifique ne peut qu'être convaincu: la mer et la nappe libre en communication avec la rivière, voire la rivière elle-même, sont source d'énergie et permettent, même dans des cas extrêmes comme celui de Paris du fait de la densité urbaine, de satisfaire nos besoins. La générosité de la rivière et de sa nappe libre ne sont donc en effet pas à mettre en doute. Elles portent en leur sein suffisamment d'énergie thermique renouvelable pour assurer le besoin du chauffage de l'habitat d'une grande métropole comme Paris. C'est entraîné par la conviction que l'exemple du "*cas pratique*" évoqué dans ce livre peut être généralisé que les Lutins thermiques ont décidés de s'impliquer dans une réflexion conduisant à réduire le cout des infrastructures tuyauteries constituant le réseau d'alimentation en eau non potable de nos immeubles. Ceci en profitant de l'énergie thermique issue de l'interaction nucléaire faible du magma en fusion sous la croute terrestre. Encouragé par le BRGM qui qualifie souvent la forme d'énergie contenu dans nos nappes captives profonde de "première importance" les Lutins thermiques ont estimés que l'on avait tout intérêt à profiter de cette forme d'énergie pour augmenter la température à la source froide de la pompe à chaleur tirant son énergie de la nappe libre ou directement du fleuve. Ceci pour réduire le cout des infrastructures tuyauteries du réseau d'alimentation en ENP des immeubles. Quiconque a travaillé sur ce sujet ou lu les articles de [Goodplanet](#) le comprendra. En augmentant la température à la source froide d'un dispositif de chauffage thermodynamique tirant son énergie renouvelable dans l'eau on ne fait pas qu'augmenter les performances, on diminue la taille des tuyauteries au prorata de l'augmentation du  $\Delta T$  dans l'évaporateur de la pompe à chaleur.

## Annexe 1 au livre "La chaleur renouvelable et la rivière"

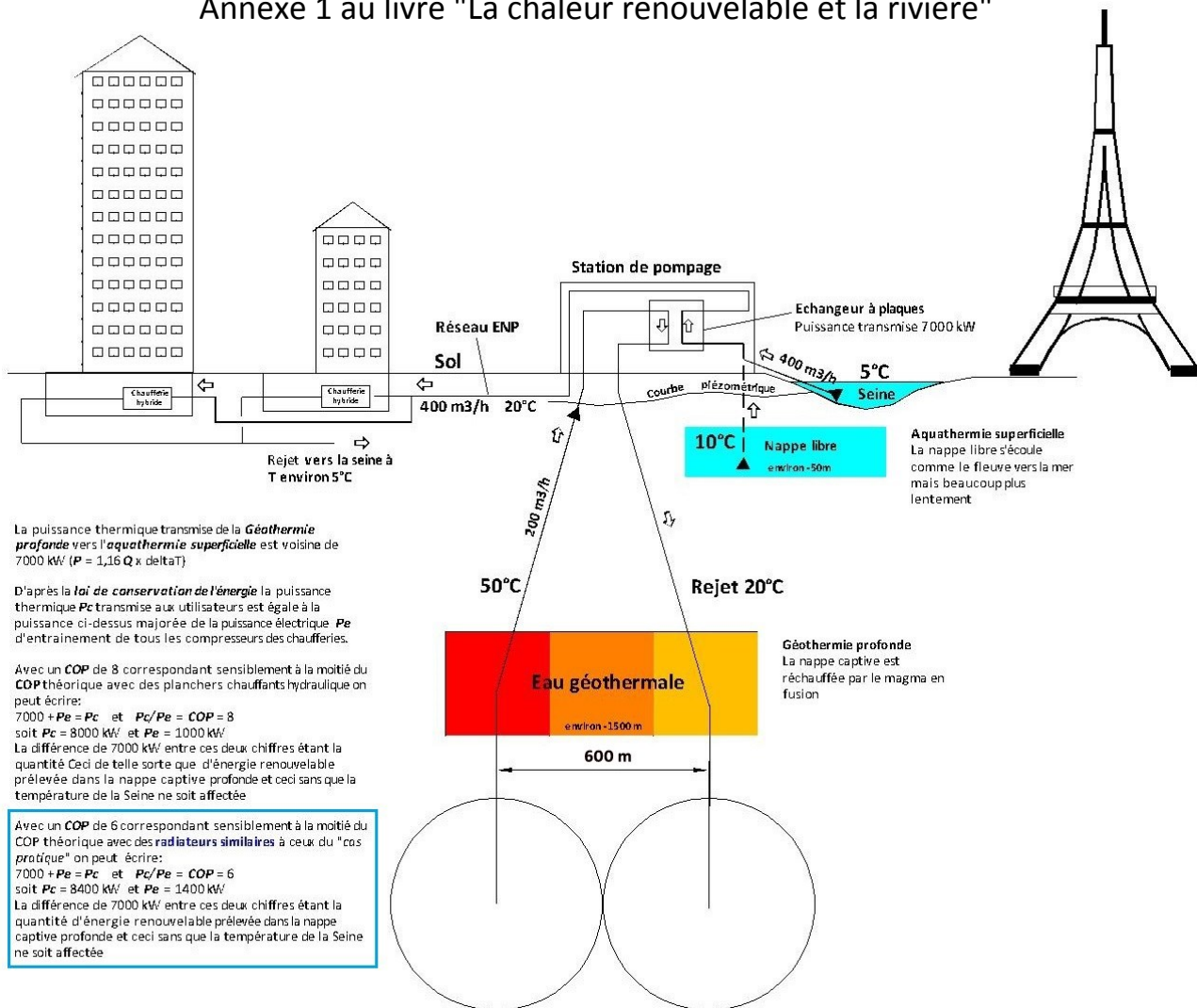


Figure 6

Compte rendu de la densité démographique de notre capitale il a paru important au Lutins de savoir s'il y en aura pour tout le monde. En effet lorsque l'on observe que l'espace privé de Paris intra-muros ou même celui de sa plus grande commune Boulogne Billancourt est du même ordre de grandeur que l'espace privé et voisin de 50 m<sup>2</sup> par habitant, cela interpelle. Cela interpelle d'autant plus qu'un doublet géothermique occupe une surface au sol qui est loin d'être négligeable. On peut raisonnablement estimer que celle-ci est de l'ordre de 2 km<sup>2</sup> pour un doublet moins profond comme celui de la figure ci-dessus ne délivrant que disons 200 m<sup>3</sup>/h à 50°C. Avec un tel doublet on ne peut élever au mieux que 400 m<sup>3</sup>/h venant de la Seine disons à 5 °C jusqu'à 20 °C. Ceci si l'on rejette l'eau géothermique également à 20°C dans la nappe captive à une température inférieure de 30 °C à la température de pompage. On sait que le besoin en puissance thermique d'un immeuble de 20 personnes comparable à celui de "**Mr tout le monde**" respectant la RT2012 (coefficient de déperdition de 50 kWh/m<sup>2</sup> habitable) est voisin de 15 kW annuel chauffage et ECS confondus. Avec un COP de 6 le besoin en électricité n'est que 3 kW pour une puissance thermique prélevée dans l'environnement voisin de 12 kW. Ceci avec un besoin en débit d'ENP avec 20°C à l'entrée de l'évaporateur limité à environ 0,5 m<sup>3</sup>/h si l'on tient compte que la chaufferie hybride assure le besoin au plus froid de l'hiver. Cela signifie qu'avec un débit disponible de 400 m<sup>3</sup>/h sur le réseau ENP un doublet de ce type peut alimenter 16 000 habitants ou 800 immeubles de 20 habitants respectant la RT 2012 et comparables à l'immeuble de Mr tout le monde. Lorsque l'on sait que Boulogne Billancourt c'est 120 000 habitants sur 6 km<sup>2</sup> et qu'un doublet géothermique comme celui mentionnée sur la figure occupe un espace au sol de 2 km<sup>2</sup> on réalise que les 3 doublets qui pourraient éventuellement être mis en place sur cette commune ne pourraient satisfaire que seulement la moitié du besoin de Boulogne Billancourt et encore. Il faut donc se rendre à l'évidence: même si Paris est généreux et décide de céder le Bois de Boulogne à sa commune au détriment des habitants de Paris intra-muros, ce qui après tout pourrait relever du bon sens, Boulogne Billancourt ne pourra faire bénéficier à tous ses habitants de l'apport thermique de l'eau géothermal. Il n'y en aura pas pour tout le monde.



## Annexe 1 au livre "La chaleur renouvelable et la rivière"



**La figure 7 Plan de Boulogne Billancourt.**

La Seine qui entoure Boulogne Billancourt est une opportunité à ne pas manquer. Il faut espérer que les travaux qui vont être entrepris par IDEX sur la ZAC de l'Île Seguin vont permettre aux habitants de Boulogne situés à proximité de la station de pompage **SP1** de bénéficier des avantages importants de la chaufferie hybride gaz-électricité associée au chauffage thermodynamique aquathermique. Ceci sans desservir les habitants d'Issy les Moulineaux Issy des avantages de leur centrale de combustion des ordures. Cette zone avec les zones de BB desservis par les stations de pompes **SP3** et **SP4** sont en effet les mieux placées fait de la proximité de la Seine. Les croix représentent 4 copropriétés qui sont partie prenante qui seraient facilement raccordées par un réseau l'alimentation en ENP à 20 / 25°C.

Il ne faudra pas se serrer la ceinture pour financer un tel réseau par le fait qu'une tuyauterie en polyéthylène haute densité (PHD) ayant un diamètre standard de 250 mm pouvant véhiculer un débit de 400 m<sup>3</sup>/h d'eau à 20°C à une vitesse fluide voisine de 2 m/s sur 500 m génère une perte de charge voisine de 1 bar et une perte de puissance limitée à environ 15 kW très faible par rapport à la puissance de 6000 kW récupérée dans l'eau géothermale ( 2<sup>0/00</sup> ). Voir le logiciel OCES [pertes de charges en ligne](#) (Programme opérant sous Windows XP mais correction à prévoir pour densité fluide). Voir aussi le [programme sous Excel](#). La société IDEX qui assure la climatisation des locaux en été dans la région de SP1 pourrait utilement recharger le dogger. Une étude est à faire pour **SP2** et surtout **SP5**



# Des **pompes à chaleur** compatibles avec les réseaux de chaleur !

Avec le lancement de sa gamme Aquaforce Puretec sans fluide frigorigène HFC (mais un HFO R-1234ze), Carrier introduit notamment six pompes à chaleur capables de produire 85 °C !



Aquaforce Puretec, c'est 37 modèles de refroidisseurs de liquide, air/eau (à gauche), ou eau/eau (au centre), ainsi que 25 modèles de pompes à chaleur eau/eau (à droite), dont 6 à haute température.

**E**n adoptant un nouveau fluide frigorigène pour ses refroidisseurs de liquide à compresseurs à vis destinés aux marchés du tertiaire et de l'industrie, le fabricant Carrier réussit le tour de force d'améliorer leurs performances. La version pompe à chaleur est même capable de produire de l'eau à 85 °C, ce qui ouvre de nouvelles applications, comme les réseaux de chaleur. En Suisse, la première installation de cette PAC équipe un Data Center dont elle récupère la chaleur (en le refroidissant) pour alimenter 3 600 logements en chauffage, via un réseau de chaleur. Pour ses groupes à vis, le fabricant a donc choisi le fluide R-1234ze de type HFO, fabriqué par Honeywell. Le pouvoir de réchauffement planétaire (PRP) de ce fluide est inférieur à un. Et sa durée de vie dans l'atmosphère est de 18 jours (R-134a : PRP 1 430 ; 14 ans dans l'atmosphère). Le gain de performance serait en moyenne de 5 %. L'efficacité saisonnière en froid (ESEER) atteint 7,7 contre 7,3 pour les groupes eau/eau (comparés aux groupes Carrier au R-134a). Elle est de 5 contre 4,8 pour les groupes air/eau. L'efficacité saisonnière en chauffage (Scop) des PAC eau/eau atteint 7 contre 6,7 pour les PAC au R-134a. Fabriquée à Montluel (Ain), la

gamme se veut complète, comprenant 37 modèles de refroidisseurs de liquide, avec condensation à air ou à eau, vitesse fixe ou vitesse variable, de 300 à 1 320 kW. Elle présente également 25 modèles de pompes à chaleur eau/eau (500 à 1 600 kW en vitesse variable et 300 à 1 300 en vitesse fixe), dont 6 à haute température (400 à 1 900 kW, vitesse fixe uniquement). Le prix de l'équipement est pour sa part de 20 à 30 % supérieur. «L'impact sur le coût de l'installation est de 3 à 4 % seulement», tempère Stéphane Koch, nouveau directeur commercial et marketing France. «C'est négligeable sur la durée de vie de ce type de produit qui est de 20 ans.» Ces prix devraient baisser au fur et à mesure que le marché basculera des solutions au R-134a à celles au R-1234ze.

## Des groupes centrifuges au HFO



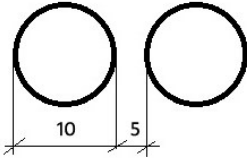


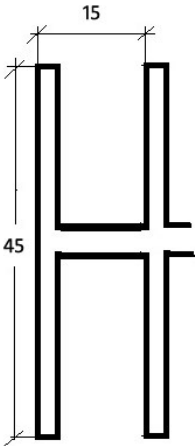
Le fabricant annonce également pour l'an prochain une gamme de groupes de plus forte puissance, munis de compresseurs centrifuges, fonctionnant avec un autre HFO, le R-1233zd. Elle s'appellera Aquaforce Edge Puretec. À partir de 1 MW.

Figure 8 Courtesy CFP

La solution évoquée ici par Carrier société de réputation internationale est celle de la figure 2 ci-dessus CAD sans récupération de l'énergie fatale issue de l'eau géothermale.

## Les radiateurs basse-température

On vient de voir tout l'intérêt qu'il y a à augmenter la température à la source froide pour améliorer les performances du chauffage thermodynamique. On va maintenant évoquer comment diminuer la température à la source chaude pour obtenir un résultat comparable.

Type	Photos	Dispositions	Surface frontale <i>S<sub>f</sub></i>	Surface diffusion <i>S<sub>d</sub></i>	<i>S<sub>d</sub>/S<sub>f</sub></i>
Plat			15	30	2
à tubes	2 rangées de tubes		15	60	4
	 3 rangées		15	90	6
à lamelles			15	120	8

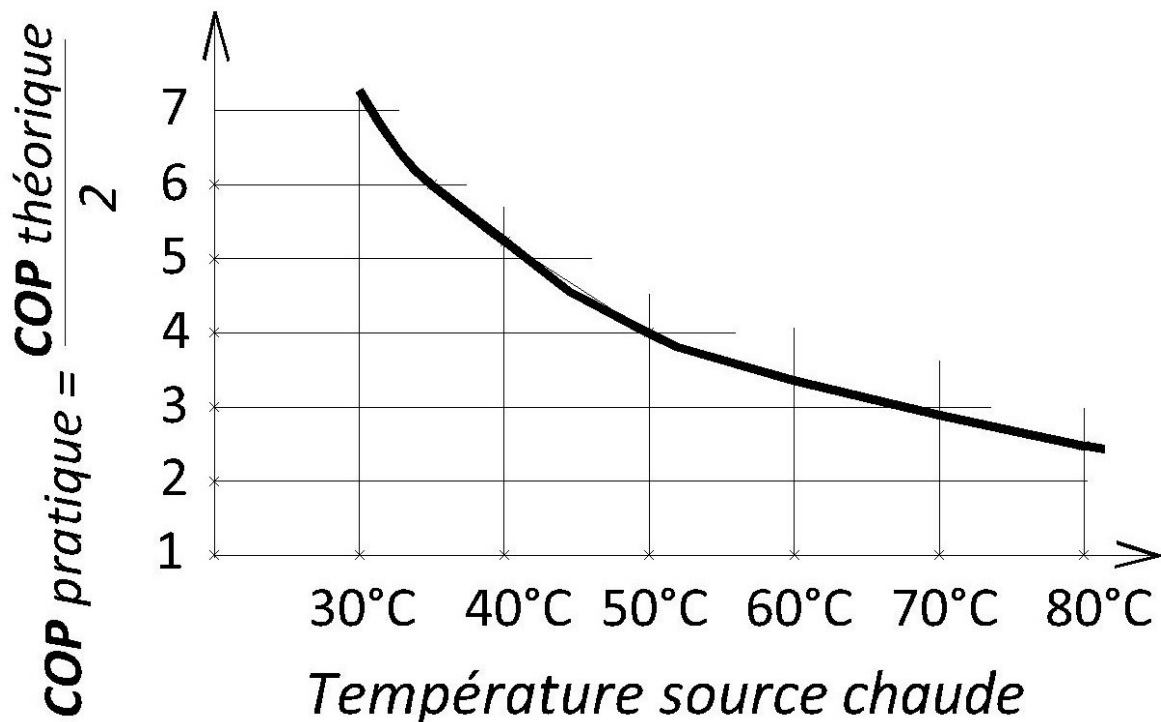
### **Nota important**

La puissance thermique émise par un radiateur hydraulique est sensiblement proportionnelle à sa surface de diffusion *S<sub>d</sub>* et à la différence de température entre l'eau circulant dans le radiateur et la pièce à chauffer. (Voir les émetteurs thermiques) Cela signifie par exemple qu'un radiateur à tubes ou à lamelles ayant la même surface frontale qu'un radiateur plat peut transmettre la même puissance que ce dernier pour une différence de température  $\Delta T$  entre l'eau circulant dans le radiateur et la pièce de 2 à 3,5 fois plus faible. Cela est important en regard du chauffage thermodynamique par le fait que les basses températures ont une importance prépondérante sur les performances du chauffage thermodynamique.

## Annexe 1 au livre "La chaleur renouvelable et la rivière"

**COP théorique** d'une pompe à chaleur sur nappe ayant une température à la source froide  $T_f = 10^\circ\text{C}$ . Ceci pour différents type de radiateurs ne nécessitant pas la même température pour maintenir  $20^\circ\text{C}$  dans la pièce de vie

$S_d/S_f$	Température source chaude $T_c$ °C	$\Delta T$ °C	$COP_{\text{théorique}} = T_c/(T_c - T_f)$
2	80	60	$(273+80)/(80-10) = 5$
4	50	30	$(273+50)/(50-10) = 8$
6	40	20	$(273+40)/(40-10) = 10,5$
8	35	15	$(273+35)/(35-10) = 12$



**La figure 8** ci-dessus donne cette fois le **COP pratique** d'une pompe à chaleur sur nappe ayant une température à la source froide  $T_f$  égale à  $10^\circ\text{C}$ . Ceci pour maintenir  $20^\circ\text{C}$  dans la pièce de vie avec des températures à la source chaude différentes selon la surface de diffusion des radiateurs. En remplaçant les radiateurs plats par des radiateurs à 3 rangées de tubes comme ceux représentés en photo sur le tableau de la page précédente on consomme sensiblement deux fois moins d'énergie primaire pour un confort équivalent voire même amélioré avec des radiateurs certes un peu plus épais mais ayant la même surface frontale

### Epilogue

Lorsque l'on prend connaissance de cette loi sur la transition énergétique et la croissance verte validé en 2015 par l'Assemblée nationale après délibération du Sénat et le décret d'application de l'individualisation des frais de chauffage on se dit que nos parlementaires sont capables du meilleur comme du pire. Pour finir en désaccord avec ce dernier décret certaines associations et de constructeurs le considèrent comme un "business opportunity" sans trop y croire. Il est de toute évidence préférable de diviser le prix de l'énergie thermique par 4 plutôt que d'espérer en économiser 10% en cherchant à la compter bien inutilement d'ailleurs.



## Annexe 1 au livre "La chaleur renouvelable et la rivière"

Par contre le fait que l'on puisse à minima\* prélever sur Boulogne 70% de notre besoin thermique dans l'eau géothermale de nos nappes captives profondes pour assurer le chauffage de l'habitat parisien en minimisant notre consommation d'énergie primaire prouve le bien-fondé de cette loi de 2015 puisque nous savons maintenant comment FAIRE pour la respecter. Cerise sur le gâteau le fait que nous sachions le faire avec la chaufferie hybride en partageant les 30% restant en parts sensiblement égales\* entre le gaz et l'électricité plutôt que de satisfaire notre besoin avec 100% de gaz est de toute évidence très intéressante. Intéressante ne serait-ce que dans le cadre de l'amélioration de notre économie avec des dépenses nationales d'achat en produits fossiles se trouvant réduites de quelque 85%. Le passage aux actes ne pourra se faire selon les Lutins qu'à la condition que l'aide fiscale du type "fond chaleur renouvelable" émanant du conseil régional soit établi de telle sorte que le montant de l'investissement de départ n'affecte pas le pouvoir d'achat de l'acquéreur pendant la période de remboursement de l'emprunt finançant la partie non subventionnée. Il appartient à l'état français de mettre en place une fiscalité adaptée permettant d'obtenir ce résultat en fixant un prix de vente de l'EP suffisamment élevé pour que cette condition soit satisfaite. Il semble aux Lutins que cela soit possible en veillant à ce que le prix de l'EP soit fixé de telle sorte que les économies réalisées sur les combustibles soient suffisantes pour assurer le remboursement de l'emprunt. Ceci de telle sorte que l'emprunt soit remboursé en moins de 10 ans voire 5 ans si l'on souhaite avoir l'adhésion des "moins jeunes" lors du vote en AG. Pour comprendre sur quelle base il convient de fixer le prix de l'EP il suffit de comprendre l'importance du coût de l'EP qui réduit le RSI lorsque les prix augmentent. Ceci en fixant un prix suffisamment élevé de telle sorte que même si le Maître d'œuvre à 80 ans cela vaille encore le coup pour lui de se battre pour obtenir un contrat de performance rentrant dans ce contexte. Ceci aussi en tenant compte du fait qu'à cet âge il lui importe peu d'améliorer la valeur du patrimoine s'il n'a pas de descendance.

*\* L'obtention de ce contrat est réalisable avec la chaufferie hybride. Ceci dans la mesure où les valeurs de 60 et 40% tiennent compte d'un coefficient sécurisant le résultat plan le plan technique*

### **Nota important**

Il reste qu'une alimentation en ENP à 20 °C voir plus des évaporateurs du complément ENR de la chaufferie hybride obtenue par une action municipale consistant à mettre en place quelques doublets géothermiques percés à la limite du bois de Boulogne et le long de la Seine est LA solution pour généraliser cette chaîne énergétique afin d'assurer le chauffage de l'habitat urbain d'une commune comme Boulogne Billancourt. Les citoyens que nous sommes se sentent en droit de bénéficier d'un tel réseau. Quant aux Lutins thermiques ils estiment évident que cette infrastructure est la seule qui permettrait de généraliser ce type de chauffage dans nos villes. Ceci en permettant à chacun d'entre nous de profiter de ses nombreux avantages (pollution de l'air réduite, faible niveau sonore, terrasses libérées, émissions de CO2 divisées par 5 à minima, précarité énergétique, faible consommation d'énergie primaire préservant nos ressources, approvisionnement en gaz divisé par 5 avec une économie nationale améliorée, réseau d'alimentation en eau de plus petite taille diminuant le coût des infrastructures, surface couverte par le réseau amélioré par rapport au CPCU etc...

Selon les Lutins thermiques, il serait même possible de couvrir la partie nord-est de Paris éloigné de la Seine et insuffisamment proche de l'Oise.

Il faut aussi tenir compte de la valorisation du patrimoine immobilier. Un ancien Président de l'UNPI estime que *"l'on ne mesure pas encore clairement l'évolution qui se dessine concernant la production d'ENR et l'importance que les candidats à la location attacheront à l'existence de telles équipements énergétiques"*. Il en résultera selon lui un déclassement des locaux qui n'auront pas intégrés ces mutations.

Il va devenir urgent que les pouvoirs publics représenté par l'agence nationale de l'habitat (ANAH) aident en premier lieu les propriétaires les + modestes à intégrer ces mutations



# Annexe 1 au livre "La chaleur renouvelable et la rivière"



## Légende

- Hôtel de Ville
- Office de Tourisme
- Bureau de Poste
- Culte Catholique
- Culte Protestant
- Culte Orthodoxe
- Synagogue
- Centre culturel et culturel musulman
- Musée
- Théâtre
- Salle de spectacles
- Cinéma
- Piscine
- Patinoire
- Centre commercial
- Station de métro
- Station Vélis'
- Station Autolib'
- Parking
- Voie piétonne

## Les quartiers Neighborhoods



### 1 Parchamp - Albert Kahn

Situé au nord-ouest, autour de l'avenue Jean-Baptiste-Clément, c'est le cœur historique de la ville.

Flânnez autour de l'église Notre-Dame-des-Mirrors, de la salle des fêtes qui accueille le Théâtre de l'Ouest Parisien ou de la synagogue de Boulogne-Billancourt. Traversez le parc de Boulogne Edmond-de-Rothschild, visitez le musée Paul-Boncompagni installé dans le château Buchholtz depuis 2007 ou le musée et les jardins Albert-Kahn.

C'est dans ce quartier que sont implantés les grands studios de cinéma de la Société Française de Production.

Located northwest, around Avenue Jean-Baptiste-Clément, this is the city's historical heart. Stroll around the Notre-Dame-des-Mirrors church, the community center that is home to the Théâtre de l'Ouest Parisien or the Boulogne-Billancourt synagogue, cross the Boulogne Edmond de Rothschild park, visit the Paul Boncompagni Museum housed since 2007 in the Buchholtz château or the Albert Kahn Museum and Gardens.

The major film studios of the Société Française de Production are located in this neighborhood.

Permanence «Parchamp - Albert Kahn» Quartier 1  
42, avenue Jean-Baptiste Clément - ☎ 0 800 29 93 27

### 2 Silly - Gallieni

Situé à l'ouest de la ville, c'est un espace très étendu, à proximité du parc de Saint-Cloud. Vous y découvrez deux anciennes blanchisseries de Billancourt, l'église Sainte-Thérèse-de-l'Enfant-Jésus, le Square Léon-Blum et culte dédié aux frères Farman, pilotes et grands industriels de l'aviation qui avaient établi leur usine dans la ville.

En bordure de Seine, vous trouvez le bâtiment de La Matérielle Téléphonique - LMT - ancêtre de notre système de télécommunications modernes, aujourd'hui totalement rénové.

Located west of the city, this is a very large space, close to the Parc de Saint-Cloud. Here you'll find two former Billancourt laundries, the Sainte-Thérèse-de-l'Enfant-Jésus church, the Léon Blum Square and one dedicated to the Farman brothers, aviators and major pioneers of the aviation industry who has established their factory in the city.

Along the Seine River, you will find the building of La Matérielle Téléphonique - LMT - factory, ancestor of our modern telecommunications network, now fully renovated.

Permanence «Silly - Gallieni» Quartier 2  
652, avenue du Maréchal Juin - ☎ 0 800 50 90 62

OFFICE DE TOURISME :  
25, Avenue André Monizet - 92100 Boulogne-Billancourt - France  
Tel. : 01 41 41 54 54 - www.otbb.org

## Index des rues

<b>A</b> (Autoroute)	C1-C3	Bac (Rue du)	C3-C4	Chemini Vert (Rue du)	G7-H7	Escudier (Rue)	D5-E5	Gutenberg (Rue)	D6-D7	Marché (Place du)	J5	Par-Castels (Rue)	C5
A13 (Autoroute)	C1-C3	Bataillon (Rue des)	H7	Clamart (Rue de)	G7-H7	Esmaill-Petite (Rue)	I9	Gutenberg (Square)	D7	Maréchal Juin (Avenue du)	E1-E2	Paul-Adolphe-Souriau (Rue)	G7-H7
Abel-Gance (Place)	H9	Beaumont (Rue des)	H7	Claude-Montel (Rue)	C5-E6	Esmaill-Petite (Rue)	I9	La-Rochefoucauld (Rue de)	C5-E6	Paul-Ber (Rue)	G5-G6	Paul-Contars (Rue)	G5-H6
Abondances (Rue des)	C2-F2	Beaumont-Villa (des)	G4-H4	Commandant-Guibard (Rue du)	E9-F9	Georgie (Place de l')	F7-F8	Laurens (Allée des)	E3	Marguerite (Avenue)	D7	Paul-Contars (Rue)	G5-H6
Abrévailles (Rue de l')	C2-C4	Bellevue (Village de la)	H5	Constant-Le-Maitre (Passerelle)	J3	Corchard (Rue)	I3	Lazare-Hoché (Rue)	F5-F6	Marie-Justine (Village)	F5-F6	Pauline (Rue du)	G7
Adam (Impasse)	D5-E5	Bellevue (Village de la)	H5	Corneille (Place)	J7-J7	Couchard (Rue)	I3	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri (Rue)	H6	Pauline (Rue du)	G7
Agnesseau (Rue d')	D4-H4	Bellevue (Village de la)	H5	Couchard (Rue)	I3	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Albert-Lauranson (Rue)	H5	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Agnesseau (Rue d')	D4-H4	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alfred-Castels (Allée)	K4	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alfred-Lauranson (Rue)	H5	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (Rue)	H7-J7	Dancourt (Rue)	K6-K6	Le-Corboussier (Rue)	G4-G5	Henri-Martin (Rue)	G8	Pauline (Rue du)	G7
Alphonse-La-gallo (Quai)	E1-E2	Bellevue (Village de la)	H5	Dancourt (R									



## Conclusion

Pour assainir l'air de nos villes et résoudre le problème social du chauffage de l'habitat le manque de surface en ville va être le facteur essentiel. C'est bien en effet la densité urbaine qui va devenir le facteur principal conditionnant les décisions que nous allons devoir prendre pour concevoir les réseaux assurant l'essentiel de nos besoins. Et ceci qu'il s'agisse des réseaux hydrauliques assurant les besoins thermiques du chauffage de l'habitat ou du réseau électrique assurant les besoins du transport urbain.

### LE RESEAU ELECTRIQUE

Nous avons maintenant compris que la seule chance qui reste au nucléaire de rester compétitif face au voltaïque qui ne produit pas la nuit est une production de masse associée à la recharge de la batterie des voitures électriques qui peuvent emmagasiner l'énergie excédentaire qu'il produit la nuit lorsque la demande est plus faible. Il faut toutefois de se rendre à l'évidence. L'essentiel n'est pas là. Il n'est pas là lorsque l'on observe que deux voitures nécessitent une surface au sol voisine de 20m<sup>2</sup> alors que du fait de la densité démographique en ville qu'un parisien dispose d'un espace public de 50 m<sup>2</sup> du même ordre de grandeur que l'espace privé de son appartement. Dans ces conditions on se dit qu'espérer assurer une transition brutale du moteur à combustion vers le moteur électrique va se heurter à une terrible contrainte: celle de devoir doubler le parc automobile alors que nous ne disposons pas de l'espace nécessaire. Pour éviter la pagaille au niveau de la circulation dans Paris nous ne pourrions donc pas assurer la transition vers la voiture électrique sans passer dans un premier temps par l'hybride rechargeable. Vu l'autonomie actuelle du véhicule purement électrique et l'amélioration relativement lente en ce qui concerne la capacité de charge des batteries il faudra laisser un peu de temps au temps et se méfier des décisions hâtives parfois génératrices de déceptions amères. Une bonne conception de notre réseau électrique en dépend. [Le long débat contradictoire sur goodplanet à ce sujet](#) semble bien prouver que nous n'avons pas encore bien compris tout l'intérêt que nous pouvons retirer de l'autoconsommation de l'énergie électrique produite localement par le voltaïque.

### LE RÉSEAU HYDRAULIQUE

Alors que le transport urbain nécessite la mise en place d'un réseau électrique le chauffage urbain nécessite quant à lui la mise en place d'un ; réseau hydraulique. Ce réseau hydraulique sera lui aussi tributaire de la densité démographique urbaine. Il le sera par le fait que l'on ne pourra pas généraliser en ville le réseau économique et particulièrement performant tirant profit de la chaleur du dogger tel que celui proposé pour Boulogne. Si l'on prend Paris pour exemple il n'y en aura pour tout le monde que si l'on prélève l'énergie thermique renouvelable dans la Seine en mi saison et l'été. Ceci grâce à la chaufferie hybride et un réseau de plus forte taille donc plus couteux. Ceci aussi en continuant à utiliser en plein hiver la combustion pour soulager notre réseau électrique pendant la période la plus froide de l'hiver et assurer la sécurité de fonctionnement lorsque la température de la source froide (la Seine) est trop proche de la température de congélation de l'eau.

Après avoir évoqué l'importance de ces réseaux électrique et hydraulique l'auteur souhaite dissiper le doute qui peut s'installer dans l'esprit du lecteur sur la capacité du voltaïque d'assurer nos besoins en électricité. Il suffit pour cela de comparer 2 chiffres. Celui de la déperdition annuelle par m<sup>2</sup> habitable d'un logement respectant la RT2012 ( 50 kWh) et celui de la production annuelle par m<sup>2</sup> de panneau solaire (100 kWh) soit le double. Il fait aussi remarquer au lecteur que le premier chiffre concerne de l'énergie thermique et le second de l'énergie électrique. Ceci alors que chacun d'entre vous sait maintenant que le chauffage thermodynamique avec l'eau c'est à minima un COP de 4 ce signifie que 100 kWh électrique c'est 500 kWh thermique de fournis à la source chaude. Au travers de ces chiffres prouvés par l'expérience, il ne fait aucun doute pour l'auteur que la société peut grâce à la « *Solar Water Economy* » subvenir à ses besoins énergétiques pour le chauffage des habitations. Ceci en diminuant notablement l'utilisation des énergies fossiles, voire en la supprimant. Rien ne s'oppose à cette mutation si ce n'est la remise en cause de notre modèle économique et notre volonté d'innover.

On sait depuis longtemps que le monde est malade du pétrole. Depuis quelques années qu'il est aussi malade du charbon. Il nous appartient de prouver qu'il ne va pas le devenir à cause du nucléaire. Améliorer rapidement la qualité de l'air dans nos villes en diminuant nos charges à confort équivalent voire amélioré tel doit être notre objectif. Ceci de telle sorte que le médiateur de l'énergie ne soit plus qu'un mauvais souvenir.



## ***Et Paris ?***

Il faut espérer que le souhait de Madame HIDALGO Maire de Paris de voir notre capitale se réinventer pour relever les nombreux défis qui se présentent à elle en matière environnementale va être suivi d'effet. Les défis environnementaux de Paris notamment dans le domaine de l'habitat sont importants et appellent des solutions inédites. Concevoir ou moderniser les bâtiments de telle sorte qu'ils respectent les exigences environnementales est essentiel. Pour mener à bien cette tâche on peut espérer que les architectes acteurs de la rénovation de notre capitale auront un niveau de formation supérieur à celui des acteurs reconnu RGE.

Quoiqu'il en soit ce qui est essentiel est que les architectes retenus pour ces projets innovent en ce qui concerne la production et la récupération de l'énergie thermique naturelle contenue dans la Seine. Ceci afin de chauffer et de climatiser l'habitat en économisant nos réserves et en se rapprochant de l'objectif « *zéro carbone* ». Ceci aussi en évitant de polluer l'air en ville, en cherchant à minimiser notre consommation d'énergie primaire électrique ou fossile, solutionnant du même coup le problème de la précarité énergétique.

Alors que les gaz brûlés de la combustion pollue l'air de nos cités presque autant que les moteurs à explosion, la condition essentielle du succès est que l'innovation soit véritablement au rendez-vous lorsque nous allons sélectionner la nouvelle chaîne énergétique assurant le chauffage de l'habitat.

Pour que Paris soit considéré comme la vitrine de ce qu'il faut faire, il est en tout cas essentiel que dans son appel à projets « *Réinventer Paris* » la maire de Paris veille à ce que les solutions retenues pour le chauffage et la climatisation des administrations implantées sur *l'île de la cité* et de ce qu'il reste de l'habitat conventionnel soient réalisés en s'inspirant des propositions qui sont faites ci-dessus pour Boulogne Billancourt à proximité de l'île Seguin.

Un rapide tour d'horizon des besoins thermique de cette petite île fluviale qui a vu naître Lutèce montre qu'un chauffage urbain basé sur la mise en place d'une grosse chaufferie hybride de quelque 5000 kW située au barycentre de l'île devrait suffire pour assurer son besoin thermique. Ceci pour chauffer les quelque 1100 habitants actuels de l'île et les 100 000 m<sup>2</sup> de locaux que l'on pourrait implanter prochainement sur son sol pour les futures administrations. En effet la densité urbaine de cet îlot n'est que de 5 000 habitants par km<sup>2</sup> alors qu'elle est 4 fois plus élevée dans Paris intramuros.

Le moteur d'un tel serait l'argent roi sans qui rien ne se fait. La technique passera probablement au second plan pour faire place à la finance. Le problème qui va se poser est principalement de savoir quel sera le cout cumulé du forage dans le dogger et le rejet dans celui-ci de l'eau géothermale, de la station d'échange thermique avec l'eau de la Seine majoré du cout d'une grosse chaufferie hybride gaz-électricité délivrant l'eau chaude au réseau de chauffage urbain de l'île. C'est seulement si le cout cumulé de ces 4 postes est raisonnable par rapport aux rentrées financières escomptés de un milliard d'€ résultant de la vente des 100 000 m<sup>2</sup> de locaux à 10 000€/m<sup>2</sup> qu'il y a une chance que Paris soit véritablement leader. Vu le site prestigieux que représente l'île St Louis, il y a une chance que cela se fasse plus rapidement qu'avec la voiture électrique.

**Nota important :** Les valeurs numériques indiquées par l'auteur dans son livre sont des ordres de grandeur et ne l'engage pas. Certes **une erreur est toujours possible** mais il a confiance.

*Balendard novembre 2016*