

Forage test aux Plaines-du-Loup

Préavis N° 2014/31

Lausanne, le 28 mai 2014

Madame la présidente, Mesdames et Messieurs,

1. Objet du préavis

Le concept énergétique établi afin que le quartier des Plaines-du-Loup soit compatible 2000 watts, préconise de recourir à des pompes à chaleur (PAC) couplées à des sondes géothermiques de 500 mètres de profondeur et alimentées par du courant 100% renouvelable.

De manière à tester la faisabilité de ce concept, un projet pilote de 4 bâtiments sis à l'avenue de Morges 139 et rue Couchirard 6¹ est en cours de réalisation. Ce projet dénommé Sirius a également vocation à voir quelles sont les pistes d'amélioration tant à la réalisation qu'en exploitation. Le défi technique consiste en effet à appliquer à des forages de 500 mètres, les méthodes de forages généralement utilisées pour des profondeurs de 200 mètres, de sorte que les coûts d'investissement soient réduits et que le recours aux pompes à chaleur devienne pertinent même en milieu urbain de moyenne ou forte densité. A ce stade, malgré les aléas rencontrés, le projet est de ce point de vue une réussite.

Si les études à disposition sur le périmètre des Plaines-du-Loup sont favorables à l'implantation de sondes géothermiques profondes, les récents retours d'expérience du projet Sirius ont mis en évidence les inévitables aléas géologiques que l'on peut rencontrer dans le sous-sol. Compte tenu de l'impact de la géologie sur les investissements à consentir par le futur contracteur énergétique et de l'ambition 2000 watts portée pour ce quartier de 34 hectares, la réalisation d'un premier forage test est indispensable. Ce dernier, équipé d'une sonde géothermique, permettra d'établir une meilleure connaissance du sous-sol de ce site, d'appréhender la réalité des coûts de forage et donc d'étayer le concept énergétique retenu à ce stade. Par ailleurs, dans un souci de recherche d'optimisation du rendement des PAC, si la géologie rencontrée le permet, il est proposé que ce forage test soit prolongé jusqu'à 800 mètres.

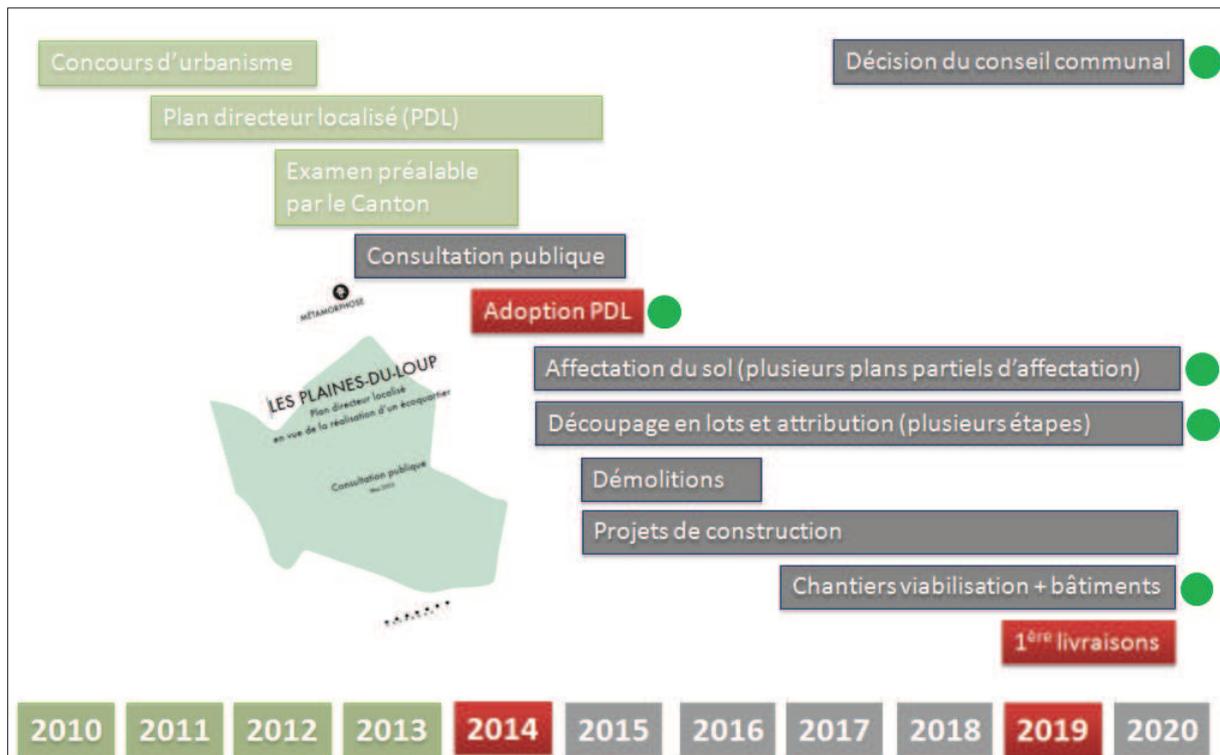
Par le présent préavis, la Municipalité sollicite à cette fin, un crédit d'investissement du patrimoine administratif de CHF 171'000.- (HT). Elle propose que cet investissement soit entièrement financé par le Fonds pour l'efficacité énergétique.

2. Historique du projet

Le début de la construction de l'écoquartier des Plaines-du-Loup est attendu pour 2017. Pour la production de chaleur, la mise en œuvre de pompes à chaleurs (PAC) alimentées en courant 100% renou-

¹ Voir Préavis N° 2011/24 « Société coopérative Cité Derrière - Projet de construction de quatre bâtiments, comprenant au total 104 logements, un commerce, des espaces communautaires, un parking souterrain de 49 places et 7 places de parc extérieures, sis à l'avenue de Morges 139 et à la rue Couchirard 6 - Constitution d'un droit de superficie - Octroi d'un cautionnement solidaire - Octroi d'un financement du Fonds communal pour le développement durable pour la réalisation d'une installation de production de chaleur donnant lieu à un contracting énergétique - Octroi d'une subvention du Fonds pour l'utilisation rationnelle de l'électricité », adopté par votre Conseil le 22 novembre 2011, et préavis N° 2014/01 « Réalisation d'une installation de pompes à chaleur avec sondes géothermiques à 500 mètres exploitée sous forme de contracting énergétique. Crédit complémentaire », adopté par votre Conseil le 18 mars 2014.

velable et reliées à des sondes géothermiques profondes (500 mètres) est la solution actuellement retenue.



Étapes principales du projet d'écoquartier des Plaines-du-Loup

La réalisation et l'exploitation de PAC avec des sondes géothermiques traditionnelles jusqu'à 200 mètres est parfaitement maîtrisée. Pour des PAC avec des sondes géothermiques de 500 mètres, elles doivent encore être testées et optimisées (technique de forage, résistance à la pression des sondes en particulier).

Les 4 immeubles sis avenue de Morges 139 et rue Couchirard 6, en cours de réalisation sur une parcelle communale cédée en droit de superficie, ont constitué une occasion unique de tester ce concept en grandeur réelle avant d'envisager cette technologie à l'échelle d'un quartier entier. Sur les huit forages prévus au total, 4 ont déjà été réalisés et ont permis d'optimiser le processus de forage lui-même². La livraison des immeubles étant planifiée pour 2015, les premiers retours d'expérience sur les performances atteintes à l'exploitation seront quant à eux disponibles dès 2016.

L'espace en milieu urbain de forte voire de moyenne densité est une ressource limitée et les champs de sondes sont donc souvent inadaptés à cette situation. Des sondes plus profondes permettent de réduire le nombre de sondes et donc l'emprise au sol nécessaire. En outre, plus la sonde est profonde et plus le coefficient de performance (COP) de la pompe à chaleur est élevé par effet du gradient géothermique.

Les pompes à chaleur prévues par le projet Sirius devraient atteindre un COP annuel de l'ordre de 4,2 pour les forages les plus profonds. Ce qui signifie que 1 kWh électrique permettra de produire 4,2 kWh thermiques. En comparaison, une pompe à chaleur classique avec sonde géothermique à 200 mètres permet d'atteindre un COP de 3 à 3,5 en moyenne. En d'autres termes, l'installation prévue devrait afficher un rendement de 20 à 30% supérieur à celui d'une installation standard.

Le défi du projet Sirius consistait donc à limiter les coûts de forage pour ce type de profondeur. En effet, les techniques de forage de grande profondeur sont parfaitement maîtrisées (utilisées en particulier pour l'extraction de gaz et de pétrole), mais sont très coûteuses. Il s'agit de réaliser une plateforme

² A ce jour, 4 forages ont été réalisés. Une sonde a été endommagée après sa pose du fait des conditions géologiques (voir à ce sujet le préavis 2014/01 cité en note 1).

de forage en béton pour installer une tour de forage, avec système de traitement des boues du fait des adjuvants utilisés pour le forage.

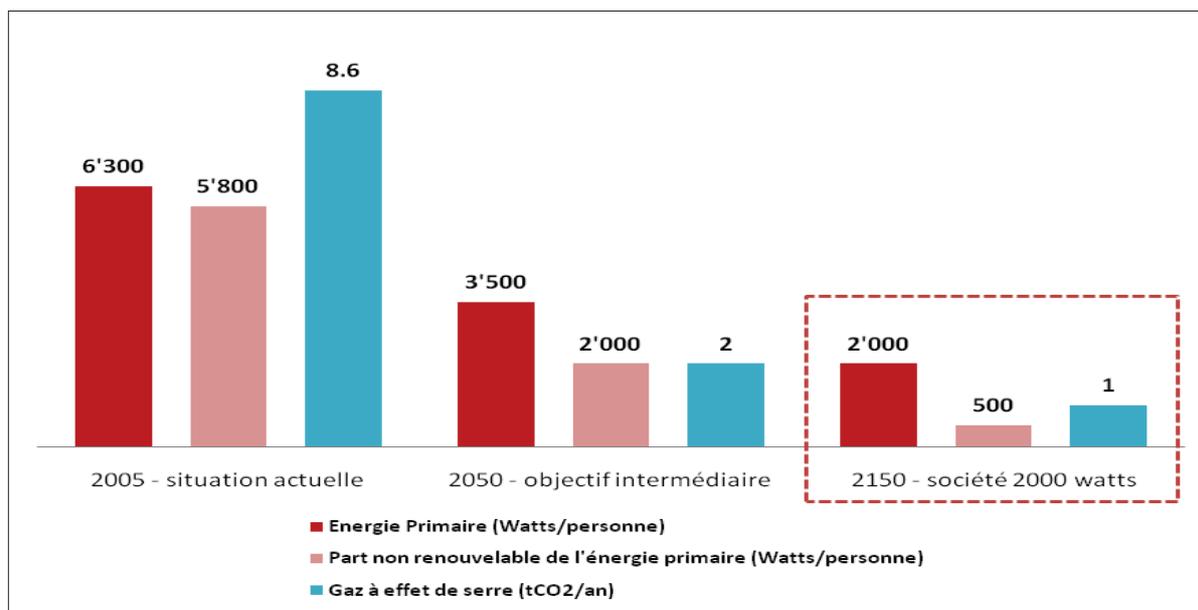
La technique de forage pour des sondes jusqu'à 200 mètres ne nécessite ni socle en béton, ni tour de forage, ni système de traitement des boues. Une foreuse mobile est utilisée, qui ne nécessite que peu de préparation de chantier.

L'entreprise Augsburg Forage SA a remporté l'appel d'offres du projet Sirius et s'est montrée prête à faire œuvre de pionnier. Cette entreprise est également retenue pour le forage test des Plaines-du-Loup (procédure de marché public de gré à gré), de sorte à valoriser l'expérience acquise lors du projet Sirius. En outre, cette société s'est équipée d'une foreuse puissante permettant d'envisager des forages jusqu'à 800 mètres.

3. Objectif société à 2000 W

Parmi les différents concepts énergétiques étudiés pour l'écoquartier, la variante PAC avec des sondes profondes alimentées par du courant 100% renouvelable et production solaire photovoltaïque permet d'atteindre dès maintenant les valeurs cibles de la société à 2000 Watts³ dans sa vision à 2150 (pour le volet « exploitation », qui comprend la chaleur et les besoins en électricité pour les bâtiments).

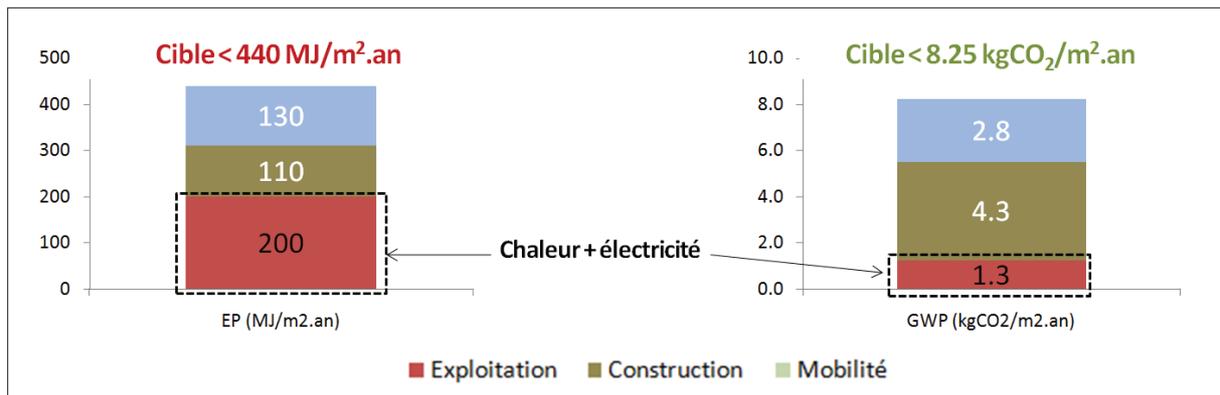
Le graphique ci-dessous montre l'ambition de la société à 2000 W, qui prévoit en 2150 une réduction par trois de l'énergie primaire et par neuf des émissions de CO₂ actuelles.



Objectifs de la société à 2000 W

Les valeurs cibles pour atteindre les objectifs de la société 2000 W dans sa vision à 2150 sont reportées ci-dessous en fonction des trois secteurs considérés dans les bilans (exploitation, construction et mobilité) :

³La « Société à 2000 Watts » est un concept créé par l'École Polytechnique Fédérale de Zurich en 1998. L'objectif est que chaque habitant consomme, toutes énergies confondues y compris les énergies grises et en conservant la même qualité de vie, 2'000 Watts (2 kW) par an. Le Watt est une unité de puissance ; pour obtenir la consommation, il faut la multiplier par l'unité de temps souhaitée (une année comporte 8760 heures) : 2 kW x 8760 heures = 17'520 kWh. Formulé autrement : la consommation totale du pays divisée par son nombre d'habitants et le nombre d'heures d'une année (8760 heures) doit donc être égale à 2000 Watts.



Cible de consommation et d'émissions de CO₂ par m² par an en fonction des secteurs pris en compte dans le bilan société à 2000 W (vision 2150)

Dans une société à 2000 W, si l'exploitation des bâtiments reste le premier poste de consommation d'énergie primaire, principalement en raison des dépenses d'électricité, elle doit être assurée par des énergies renouvelables et décarbonées pour ne représenter que 15% des émissions de CO₂.

L'augmentation de la profondeur des sondes géothermiques représente une option intéressante car elle permet d'augmenter le rendement des pompes à chaleur et réduit ultérieurement les besoins en électricité pour la production de chaleur.

Les besoins de chaleur pour l'ensemble de l'écoquartier se montent à un peu moins de 20 GWh/an, à raison de 2/3 pour l'eau chaude sanitaire et de 1/3 pour le chauffage. Les besoins en électricité, hors consommation des PAC, se montent à environ 17 GWh par an⁴. La pose de centrales photovoltaïques en toiture permettra une production locale de plus de 3 GWh par an d'électricité (env. 20% des besoins).

Le projet prévoit 550'000 m² de surfaces brutes de plancher pour accueillir 10'000 habitants et emplois, ce qui nécessitera la réalisation de l'ordre de 140 km de sondes géothermiques.

4. Le forage test aux Plaines-du-Loup

Les coûts d'investissement sont dépendants des conditions de forage qui sont elles-mêmes dépendantes de la géologie rencontrée. Avec une géologie qui présente rapidement des couches compactes, le forage peut n'être tubé que sur 100 à 150 mètres, de sorte à percer les couches de surface plus friables et à garantir également la verticalité du forage.

En cas de géologie sujette aux éboulements (« mille-feuilles » de couches en alternance fermes et plus friables), il devient nécessaire de tubé le forage sur plusieurs centaines de mètres, ce qui augmente considérablement les coûts et la durée nécessaire à la réalisation du forage. De fait, si un tubage était nécessaire jusqu'à 350 mètres, comme c'est le cas du projet Sirius, le renchérissement des coûts d'investissement pourraient justifier une refonte du concept énergétique actuellement retenu pour l'écoquartier

Un forage test *in situ* est donc impératif pour pouvoir confirmer la viabilité économique du concept proposé pour l'écoquartier. Le forage test doit au minimum permettre de connaître la géologie jusqu'à 500 mètres (avec tubage sur 350 mètres si nécessaire, ce qui dans ce cas plaidera pour une adaptation du concept retenu). En cas de géologie conforme aux attentes (tubage sur 150 mètres au maximum), le forage sera prolongé jusqu'à 800 mètres de sorte à étudier la possibilité de réduire le nombre de sondes. En fonction des températures mesurées entre 500 et 800 mètres, un optimum sera défini entre

⁴ Les habitants de l'écoquartier auront l'obligation de choisir un produit électrique 100% renouvelable de type nativa®. Pour les locataires, cette obligation sera indiquée dans le bail à loyer. L'antenne lausannoise de l'Association suisse des locataires (ASLOCA) a confirmé que cette solution était conforme au droit du bail et qu'elle n'y voyait pas de contre indications. Elle a toutefois insisté sur la nécessité de bien informer les locataires sur ce point. Pour les propriétaires, cette obligation figurera dans le droit de superficie.

l'augmentation du coefficient de performance, l'augmentation des coûts d'investissement et la réduction du nombre de sondes pouvant s'avérer nécessaire dans les zones de fortes densité du quartier (principalement le front bâti donnant sur l'av des Plaines-du-Loup).

Comme pour le projet Sirius, la sonde sera équipée d'une fibre optique qui permettra de connaître, mètre par mètre, l'évolution du gradient géothermique.

Le site retenu pour le forage test est la parcelle n° 2423 appartenant à la Ville et qui accueillera la future maison de quartier des Plaines-du-Loup. La sonde géothermique qui sera posée en test pourra à terme être utilisée pour assurer l'alimentation en chaleur du futur bâtiment. Dans l'intervalle, la tête de la sonde sera protégée par une chambre en béton avec regard. L'endroit précis du forage sur la parcelle est encore à définir en fonction du tracé du m3, initialement prévu sous la route des Plaines-du-loup, mais qui pourrait être légèrement décalé à l'ouest et passer sous la parcelle envisagée. Le forage test ne sera réalisé qu'une fois le tracé définitif du m3 connu (été 2014 en principe).

Le permis de forer a déjà été délivré par le Canton.

5. Conséquence sur le budget d'investissement

Le coût d'investissement pour la réalisation du forage test et la pose d'une sonde géothermique profonde se monte à CHF 171'000.- (HT) :

Forage (800 mètres, tubages sur 150 mètres) avec sonde Rehau	140'000
Fibre optique (800 mètres)	3'000
Test de réponse thermique	15'000
Hydrogéologue	7'000
Chambre et regard, autorisation et divers	6'000
Total	171'000

En cas de géologie non conforme aux attentes, le forage se limitera à 500 mètres, avec un tubage sur 350 mètres. Dans ce cas, le coût du forage sera réduit de l'ordre de 10'000 francs. La sonde est commandée en Allemagne et doit pouvoir être posée immédiatement après que la profondeur souhaitée pour le forage soit atteinte. En conséquence, cela implique qu'elle soit commandée avec la taille maximale. En cas de forage à 500 mètres, elle sera coupée à cette longueur, ce qui représenterait une perte de l'ordre de 20'000 francs environ.

Le projet est planifié fin 2014. L'échelonnement des dépenses est donc le suivant :

(En milliers de francs)	2014	2015	2016	2017	2018	Total
Dépenses d'investissement	171	0	0	0	0	171
Prélèvement sur le FEE	-171	0	0	0	0	-171
Total net	0	0	0	0	0	0

Ce projet ne figure pas au plan des investissements pour les années 2014 à 2017. Etant entièrement financé par prélèvement sur le Fonds communal pour l'efficacité énergétique, son impact est toutefois neutre.

Le Comité du Fonds pour l'efficacité énergétique a préavisé favorablement cet objet dans ses séances du 6 novembre 2013 (forage à 500 mètres) et 7 mai 2014 (prolongation du forage jusqu'à 800 mètres).

6. Conséquence sur le budget de fonctionnement

6.1. Charges de personnel

Ce projet n'implique pas de charge de personnel supplémentaire.

6.2. Charges d'exploitation

Ce projet n'implique pas de charge d'exploitation pour sa phase de test. L'état de la sonde sera simplement vérifié régulièrement.

A terme, la sonde sera raccordée à la pompe à chaleur qui alimentera la maison de quartier prévue sur la parcelle dans le cadre du projet d'écoquartier. Les charges d'exploitation de l'installation seront comprises dans le prix de l'énergie.

6.3. Charges financières

Ce projet sera amorti par prélèvement sur le Fonds pour l'efficacité et n'implique donc pas de charges financières.

6.4. Revenus supplémentaires

A terme, une fois la sonde raccordée à la pompe à chaleur de la maison de quartier, la vente d'énergie couvrira les charges d'exploitation et comprendra une marge bénéficiaire.

6.5. Tableau récapitulatif

Aucun impact sur le budget de fonctionnement n'est à prévoir.

7. Conclusions

Fondée sur ce qui précède, la Municipalité vous prie, Madame la présidente, Mesdames et Messieurs, de bien vouloir prendre les résolutions suivantes :

Le Conseil communal de Lausanne,

vu le préavis n° 2014/31 de la Municipalité, du 28 mai 2014 ;

ouï le rapport de la Commission nommée pour examiner cette affaire ;

considérant que cet objet a été porté à l'ordre du jour,

décide

1. d'allouer à la Municipalité un crédit d'investissement du patrimoine administratif de CHF 171'000.- (HT) pour réaliser un forage test avec pose d'une sonde géothermique à une profondeur de 500 à 800 mètres aux Plaines-du-Loup pour permettre de valider le concept énergétique retenu pour l'écoquartier ;
2. d'allouer à ce projet une subvention du Fonds pour l'efficacité énergétique d'un montant équivalent, à porter en amortissement du crédit mentionné sous chiffre 1.

Au nom de la Municipalité :

Le syndic :
Daniel Brélaz

Le secrétaire :
Sylvain Jaquenoud