

# ÉCOPARC DU BOIS DE BAY

## CONCEPT ÉNERGÉTIQUE TERRITORIAL

DOCUMENT DE SYNTHÈSE

MAI 2017

SOFIES  
David Martin, Emily Vuylsteke, Nicolas Tétreault  
+41 22 338 15 24  
david.martin@sofiesgroup.com

NÄGELI ENERGIE  
Roman Nägeli  
+41 22 550 27 54  
roman.naegeli@naegeli-energie.ch



# TABLE DES MATIÈRES

**CONTEXTE ET CHIFFRES CLÉS** p. 2

---

**STRATÉGIE POUR L'ÉLECTRICITÉ – SYSTÈME EN AUTOCONSOMMATION**

---

Principe du système au autoconsommation p. 4

---

Cadre légal p. 4

---

Contexte industrielle favorable à l'autoconsommation p. 5

---

Avantages et économies liés à l'autoconsommation p. 5

---

Prochaines étapes p. 5

---

**STRATÉGIE POUR L'APPROVISIONNEMENT THERMIQUE**

---

Image générale p. 7

---

Approvisionnement décentralisé p. 7

---

Réseau de chaleur p. 8

---

# CONTEXTE ET CHIFFRES CLÉS

## CONTEXTE

- Environ 150 entreprises et 1500 emplois
- Principaux secteurs d'activités : construction, mécanique automobile, recyclage et logistique
- 79 hectares
- Commune de Satigny
- Plan directeur de zone industrielle Zibay adopté en 2010 (PDZI n° 29292)
- écoParc sous gestion de la FTI : [www.fti.geneva.ch/zone/rhone](http://www.fti.geneva.ch/zone/rhone)

## CONSOMMATION ENERGETIQUE

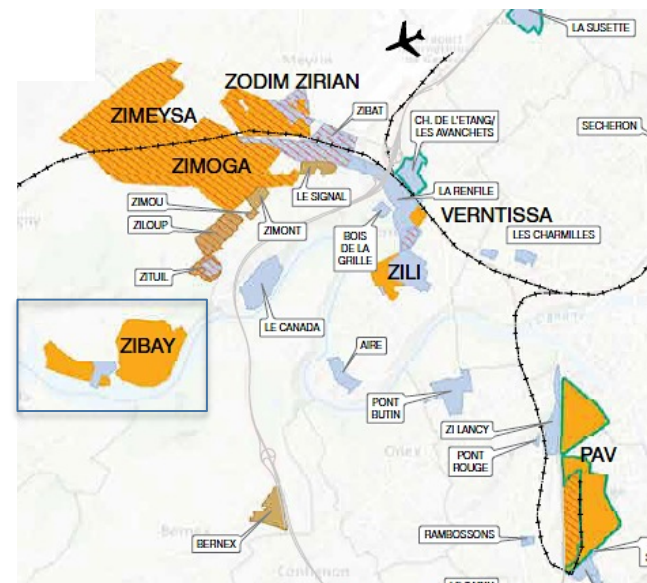
- 10 GWh / an électricité
- 15 GWh / an de chaleur
- 0.1 GWh / an de froid

## POTENTIEL PHOTOVOLTAÏQUE

- 50'000 m<sup>2</sup> de surface potentiellement exploitable en photovoltaïque
- Soit 15 GWh / an de production électrique potentielle

## ENERGIES RENOUVELABLES DISPONIBLES LOCALEMENT

- Solaire
- Hydrothermie : nappe et eau du Rhône
- Géothermique faible et moyenne profonde
- Rejets thermiques
- Aérothermie





# STRATÉGIE POUR L'ÉLECTRICITÉ



# PARC PHOTOVOLTAÏQUE EN SOCIÉTÉ D'AUTOCONSOMMATION

## PRINCIPE DU SYSTEME EN AUTOCONSOMMATION

L'électricité produite avec les panneaux photovoltaïques (PV) est souvent revendue sur le réseau sans consommation directe pour les besoins du propriétaire de la toiture. Le consommateur paie un coût au kWh incluant des charges de réseau. Le cadre légal permet aujourd'hui d'auto-consommer sa production PV, sans passage obligé par le réseau. Le producteur n'achète alors que l'électricité supplémentaire dont il a besoin, et revend éventuellement ses excédents au fournisseur d'électricité. Il est également possible de créer un **groupement d'auto-consommateurs**, permettant à plusieurs installations PV de partager leur production PV sur un réseau de quartier indépendant du réseau public.

Un système en autoconsommation est constitué des parties suivantes (cf. **Figure 1**):

- **Société d'autoconsommation** (p.ex. association ou société ad-hoc) – plusieurs acteurs partagent leur production PV sur un réseau de quartier indépendant du réseau public.
- **Responsable de la société** - Un tiers (p.ex. FTI, SA, etc.) à but lucratif ou non gère :
  - les CAPEX et OPEX des installations PV et des installations électriques (p.ex. compteurs de charges, distribution, maintenance, assurances, etc.),
  - la facturation : grâce aux courbes de charge de chaque membre, le responsable calcule et facture précisément la consommation individuelle tout en mutualisant les économies liées à l'autoconsommation et la revente des surplus (env. 15 ct/kWh).

## CADRE LEGAL

Depuis janvier 2014, tous les producteurs d'électricité ont le droit de consommer sur le lieu de production l'énergie qu'ils ont eux-mêmes produite. Il n'y a donc pas obligation d'injecter le courant produit dans le réseau. Le droit à la consommation propre s'applique à toutes les installations, indépendamment de leur taille, de la technologie utilisée ou d'une éventuelle promotion.

Le gestionnaire de réseau a l'obligation de racheter les surplus d'électricité. Cependant, le consommateur continue d'assumer la responsabilité de l'électricité qu'il a soustrait, de l'utilisation du réseau, des prestations de services-système, des redevances et des prestations fournies aux collectivités publiques et éventuellement d'autres taxes facturées individuellement.

## CONTEXTE INDUSTRIEL FAVORABLE AU PHOTOVOLTAÏQUE EN AUTOCONSOMMATION

Le contexte d'une zone industrielle est favorable à un système en autoconsommation. En effet, la période de pic de production PV correspond relativement bien au pic de consommation électrique. De plus, la diversité d'usagers (procédés industriels) permet un usage plus continu et lisse du courant solaire produit.

En particulier pour la ZIBAY, il a été estimé\* que, sur l'année, **78%** de la production PV pourrait être autoconsommé, et **22%** pourrait être revendue (surplus). Au total, la production PV comblerait **41%** de la consommation totale sur l'année. Les courbes de charges saisonnières de la ZIBAY\* sont présentées à la **Figure 2** et illustre graphiquement cet excellent chevauchement de la consommation d'électricité (rouge) sur la Zibay avec la production photovoltaïque autoconsommée (bleu) et revendue (vert) dans le cas d'un développement exploitant la totalité du potentiel PV sur la Zibay.

\* Analyse de courbes de charges. Données des SIG comprenant que 20% des compteurs, 26% de la consommation, extrapolée à 100% de la consommation

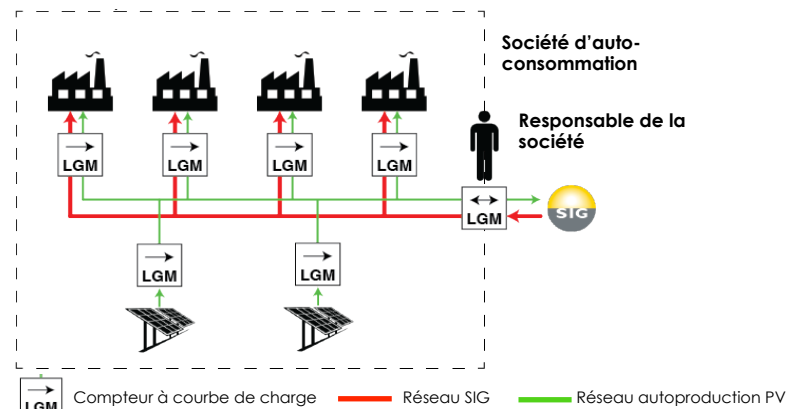


Figure 1 - Principe de l'autoconsommation

Tableau 1 - Autoconsommation, bases légales. Sources: L'Éne et O'Éne

Art. 7 al. 2bis, art. 7a al. 4bis L'Éne	Les producteurs <b>peuvent consommer totalement ou partiellement sur le lieu de production l'énergie qu'ils ont eux-mêmes produite (consommation propre)</b> . Si un producteur fait usage de ce droit, seule l'énergie effectivement injectée dans le réseau peut être traitée et prise en compte comme telle.
Art. 2 al. 2 let. a O'Éne	Le gestionnaire de réseau doit rétribuer: la production excédentaire dans le cas d'un producteur consommant lui-même une partie de l'énergie produite sur le lieu de la production ou <b>cédant sur le lieu de la production une partie de l'énergie à plusieurs tiers à des fins de consommation</b> (consommation propre)

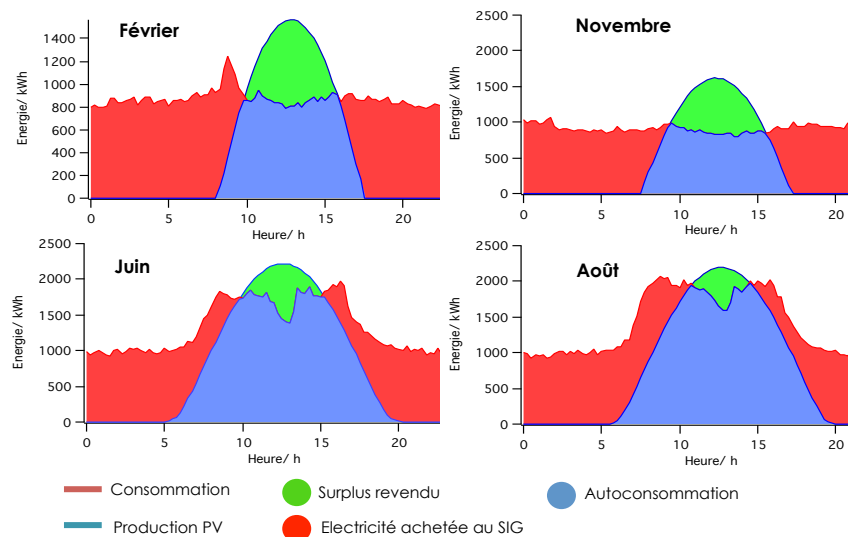


Figure 2 - Courbes de charges saisonnières de la Zibay

## AVANTAGES ET ÉCONOMIES LIÉS À L'AUTOCONSOMMATION

De façon générale, les avantages liés à l'autoconsommation et revente des surplus d'énergie photovoltaïque sont les suivants:

- Économie d'échelle sur le CAPEX et OPEX des installations solaire PV et électriques
- Économie d'échelle possible sur l'achat mutualisé d'électricité à la SIG (à confirmer)
- Le risque est mutualisé à travers le responsable (assuré)
- Les membres économisent sur leur facture d'électricité et bénéficient de revenus sur la vente des surplus PV à SIG.

Une première estimation des bénéfices et économies a été réalisée pour le cas particulier de la Zibay. La **Figure 1** présente graphiquement les avantages et économies liés à un système en autoconsommation pour la Zibay. Le **tableau 1** présente les résultats en termes de pourcentage de l'électricité autoconsommée, auto-produite et surplus revend, ainsi que les revenus annuels issus de la revente des surplus et d'économies découlant de l'autoconsommation de l'électricité photovoltaïque produite. A terme, ce système pourrait permettre aux entreprises de la zone de faire une économie de 1 mio de CHF par an sur la facture électrique.

## PROCHAINES ETAPES

Cette première étude sur la pertinence d'un **parc de production d'électricité solaire photovoltaïque** mutualisée sur la Zibay a mis en évidence l'important potentiel en terme d'économies financières et d'énergie. L'organisation de la zone en **société de production et d'autoconsommation**, encouragée par la loi fédérale, représente une opportunité d'augmenter la compétitivité des parcs industriels suisses.

Il importe de pousser cette analyse plus loin pour s'assurer de la faisabilité du projet. En effet, les consommations en électricité et leur phasage dans le temps doivent être précisés, ainsi que les prix de revente et les coûts liés aux infrastructures à mettre en place (en particulier l'installation d'un micro-grid).

Dans ce sens, il est suggéré de **réaliser un projet pilote** sur une dizaine de toitures présélectionnées selon les critères suivants : regroupement géographique des bâtiments, intérêt des entreprises à tester les bénéfices d'un système en autoconsommation, accord de l'entreprise pour l'installation d'un compteur à courbe de charge au sein de leur bâtiments, consommation en électricité à priori représentative des consommations en place sur la Zibay.

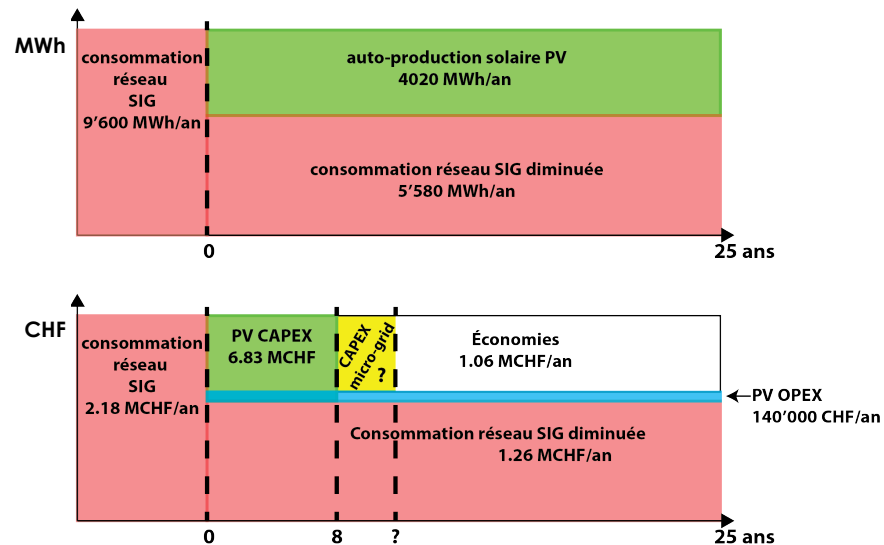


Figure 1 - Avantages liés à l'autoconsommation pour la zone de la Zibay

Tableau 1- Scénario de développement d'un système en autoconsommation

Scenarios de développement	Production totale annuelle (MWh)	% auto-production	% auto-consommation	% production revendu	Revente surplus annuels <sup>2</sup>	Economies auto-consommation	CAPEX (1.35 CHF/kWc)	OPEX annuel (2.75 cts/kWc)	Profit vente et auto-consommation sur 25 ans
1. Grandes toitures	1140	12%	100%	0%	0 CHF	157'000 CHF	1.53 MCHF	31'270 CHF	4.15 MCHF
2. Grandes et moyennes toitures	2260	24%	99%	1%	2'600 CHF	311'000 CHF	3.05 MCHF	62'040 CHF	8.13 MCHF
3. Grandes, moy. et petites toitures	3440	33%	91%	9%	40'900 CHF	475'000 CHF	4.65 MCHF	94'680 CHF	11.9 MCHF
4. Toutes les toitures et parkings	5060	41%	78%	22%	152'000 CHF	698'000 CHF	6.83 MCHF	139'060 CHF	15.5 MCHF

### Hypothèses de calcul:

- le CAPEX et OPEX sont calculés étant équivalents à 1.35 CHF/kWc et 2.75 cts/kWc respectivement.
- Les profits de la revente des surplus et de l'auto-consommation sont présentés pour une période d'exploitation de 25 ans.
- Les avantages fiscaux liés à la mise en place d'infrastructures PV ne sont à ce stade pas considérés
- Les coûts d'installation d'un micro-grid électrique et des appareils de mesure de courbes de charge ne sont pas considérés dans cette estimation.
- L'estimation des coûts de revente sont calculés sur la base de tarifs de revente à la SIG sous contrat fixe sur 20 ans à 13.8 cts/kWh.
- Un prix d'achat de l'électricité à 22.7 cts/kWh est utilisé pour le calcul d'économies d'achat d'électricité.



# STRATÉGIE POUR L'ÉNERGIE THERMIQUE



## IMAGE GÉNÉRALE

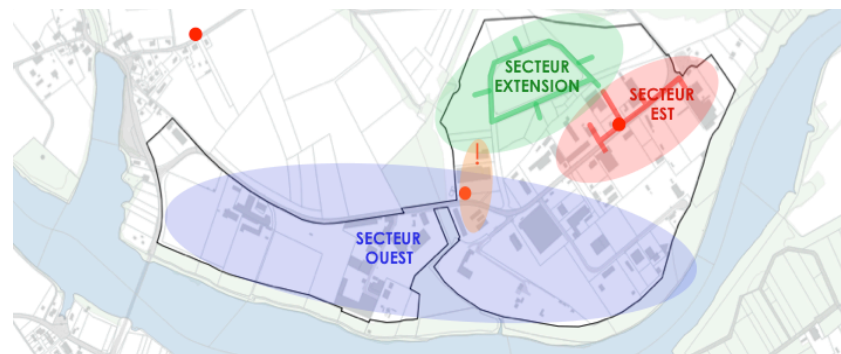
La stratégie préconisée consiste en une combinaison d'un approvisionnement **décentralisée** et d'un approvisionnement par un **réseau thermique à moyenne température**. Elle peut être déclinée en 3 secteurs distincts (justification de la répartition géographique dans les prochains chapitres):

- **Secteur Ouest** : approvisionnement décentralisé, incluant notamment :
  - la valorisation des rejets de chaleurs à l'interne ou à travers des mini-réseaux
  - l'exploitation des ressources géothermiques (sol et nappe) avec une attention particulière autour de la zone réservée pour l'alimentation des puits de Peney
- **Secteur Est** : approvisionnement par réseau thermique à moyenne température à envisager à moyen terme
- **Secteur « extension »** : approvisionnement par réseau thermique à moyenne température à envisager à moyen terme

## APPROVISIONNEMENT DÉCENTRALISÉ

En ce qui concerne l'approvisionnement thermique décentralisé, les options suivantes sont identifiées et doivent être privilégiées – par ordre de priorité (cf. Figure 2):

- **Géothermie**
  - **Géothermie sur nappe** - Les nappes de Montfleury et du Rhône sont peu profondes et leur exploitation est autorisée sur toute la zone. Elles présentent une température relativement constante de  $+12^{\circ}\text{C}$  tout au long de l'année. L'exploitation des nappes nécessite une bonne coordination afin d'éviter que les modifications de températures n'impactent des projets voisins (interactions entre les panaches thermiques). Pour tout projet de géothermie sur nappe, il est recommandé de contacter l'OCEN et le GESDEC.
  - **Géothermie sur sol** - Les sondes géothermiques sont autorisées partout sur la zone. La température du sol est moins stable que dans le cas de la nappe. Pour tout projet de géothermie sur sol, il est recommandé de contacter l'OCEN et le GESDEC pour garantir une distance minimale entre les sondes mais également pour éviter des interactions néfastes avec l'exploitation la nappe phréatique. En effet, dans le cas de la Zibay, les sondes géothermiques pénètrent la nappe (cf. Figure 3) et peuvent donc modifier la température de la nappe en aval.
  - [ **Géothermie grande profondeur** - La disponibilité d'une ressource géothermique profonde à la Zibay reste encore incertaine au stade actuel de l'avancement du programme GÉothermie 2020. L'envergure d'un éventuel projet de géothermie profonde sera déterminée par la puissance thermique qui sera mise en évidence par les prochains forages exploratoires. ]
- **Rejets industriels** - Valorisation interne ou externe des rejets de chaleur industriels, notamment ceux des entreprises SAPA (100°C, 1.2 GWh/an), Infomaniak (quantité encore inconnue) ou encore ceux de la STEP (10°C, 15 GWh/an). Les rejets peuvent être valorisés par un usage interne à l'entreprise ou par l'usage d'un utilisateur externe voisin via la mise en place d'un mini-réseau.
- **Valorisation eaux du Rhône** - Pour les entreprises situées à proximité directe du Rhône, le pompage de l'eau du Rhône peut être une solution pour les besoins de chaleur ou de froid. Les températures sont cependant plus variables que celles de la nappe. Attention aux conditions de protection des berges.
- **Combustion biomasse** - La combustion du bois-énergie est autorisée sur la zone et plusieurs entreprises utilisent des chaudières à bois. D'un point de vue durabilité, cette option vient après les précédentes puisque les ressources doivent être approvisionnées depuis l'extérieur (de la zone et, souvent, du canton).
- **Aérothermie** (pour les pompes à chaleur sur l'air extérieur) - Autorisée partout dans la zone.
- **Solaire thermique** - Surtout pour la production d'eau chaude sanitaire (a priori besoins plutôt faibles en zones industrielles). Privilégier l'usage des toitures pour produire de l'électricité photovoltaïque.



- ! Zone d'influence approximative du projet géothermique de Losinger
- Puits de Peney

Figure 1 - Image générale pour l'approvisionnement en énergie thermique de la zone

Géothermie sur nappe&sol	<b>Disponible sur toute la zone</b> (non représenté sur carte):
Valorisation eaux du Rhône	
Rejets de chaleur	• Solaire thermique
Zone favorable pour une valorisation des rejets de chaleur (périmètre proche)	• Combustion biomasse
Installation géothermique du bâtiment Losinger et sa zone d'influence approximative	• Aérothermie
Puits de Peney	

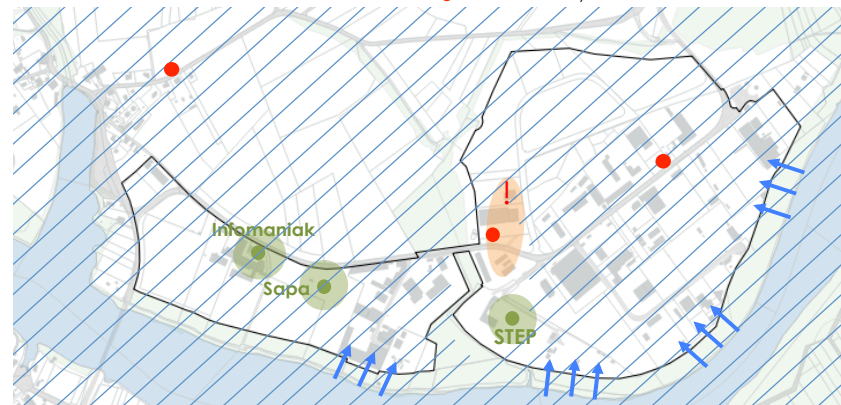


Figure 2 - Approvisionnement décentralisé

Géothermie sur nappe: plus adapté pour grande puissance (haut potentiel mais besoin d'investigation)      Géothermie sur sol: Plus adapté pour petite puissance (mise en œuvre relativement facile mais potentiel moins grand)

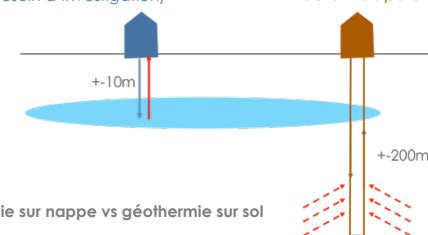


Figure 3 - Géothermie sur nappe vs géothermie sur sol



# RÉSEAU DE CHALEUR BASSE ET MOYENNE TEMPÉRATURE

## AVANTAGES

Les réseaux thermiques présentent un certain nombre d'**avantages** par rapport à un approvisionnement décentralisé:

- L'approvisionnement en énergie thermique est entièrement géré par une entreprise spécialisée qui prend en charge les investissements, la mise en œuvre, l'exploitation et la maintenance.
- La valorisation de sources d'énergie locales et des économies d'échelle dans la production de la chaleur (p.ex. pompes à chaleur) ;
- Une plus grande stabilité des prix de l'énergie face à la fluctuation du prix des énergies fossiles.

## ANALYSE DES BESOINS

La grande majorité des **procédés industriels** de la Zibay sont **électriques**. La zone présente donc relativement peu de besoin en haute température (chaleur destinée à des procédés industriels). L'analyse qui suit se focalise donc sur les besoins en chaleur **basse et moyenne température**.

Bien que la rentabilité d'un réseau thermique soit influencée par de nombreux facteurs, la **densité thermique en MWh/m<sup>tracé</sup>/an** est un bon indicateur de sa rentabilité. Les résultats de densité thermique par zone géographique sur la Zibay sont présentés à la Figure 1. En Suisse, il est considéré qu'une densité thermique de **plus de 1.5 MWh/m/an** offre un potentiel suffisant pour un réseau.

Sur base de cet indicateur, il peut être considéré que la Zone Est (tronçon 1) présente la densité la plus intéressante (3,4 MWh/m/an). La possibilité d'étendre le réseau jusqu'au Nord de la Zibay dans le futur (lorsque cette zone se densifie) pourrait également être justifiée (2,4 MWh/m). Si l'on décide ensuite d'étendre le réseau jusqu'à la STEP dans le but de valoriser ses rejets de chaleur, le réseau qui en résulte (tronçon 1+3+4) garde globalement une densité thermique intéressante (2 MWh/m).

## 2 OPTIONS TECHNOLOGIQUES

Le concept de réseau consiste à se greffer sur le projet SIG existant « puits de Peney – Zimeysa – écoquartiers des Vergers » en exploitant la conduite traversant déjà le « secteur Est » pour refroidir ou chauffer des bâtiments situés à proximité. L'eau des puits de Peney – nappe du Rhône – est relativement stable toute l'année à 12°C. Il existe deux options technologiques pour l'exploitation des puits de Peney à la Zibay (**Figure 2**):

- Raccordements en série sur conduite existante des puits de Peney
- Nouveau mini-réseau à deux conduites reliées aux puits de Peney

Le choix de l'option la plus adaptée et prix final du kWh dépendra des facteurs suivants :

- Nombre d'entreprises et temporalité de branchement
- Caractéristiques quantitatives et qualitatives des besoins (t°C et P)
- Équilibre des besoins de chaud et de froid au delà de la zone (Zimeysa et Vergers)
- Gestion par SIG (vu le lien étroit avec les puits de Peney et l'échelle réduite du réseau)

## RENTABILITE

Actuellement, le **prix du mazout** et les conditions cadres politico-économiques pénalisent lourdement toute alternative au mazout, donc aussi les réseaux thermiques. Par conséquent, et en l'absence d'une volonté politique forte et d'instruments de régulation adéquats, **l'intérêt économique d'un réseau thermique** dans les secteurs « Est » et « Extension » **devra être réévalué** en fonction des preneurs de chaleur et dès que l'évolution du prix du mazout modifie les conditions de rentabilité actuelles. Dans l'attente de la solution réseau, les porteurs de projets de ces secteurs de la Zibay doivent être **orientés** vers des options énergétiques décentralisées compatibles avec un raccordement ultérieur (voir page 7).

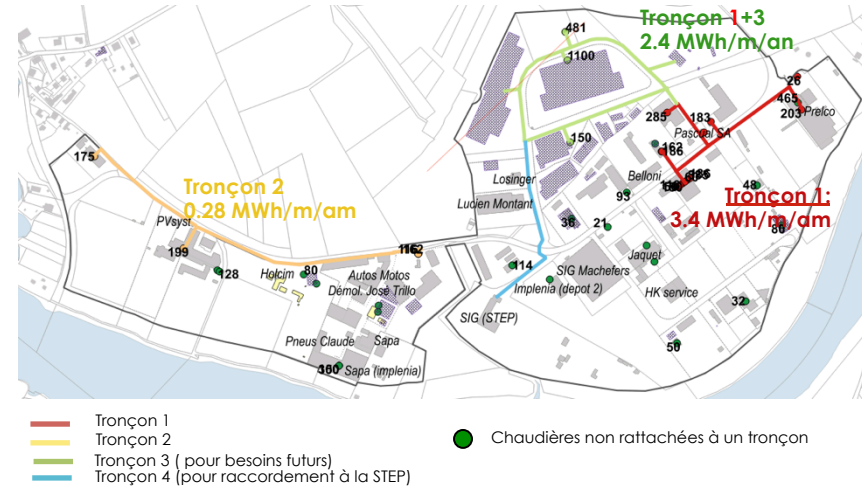


Figure 1 - Estimation de la densité des besoins de la zone, par tronçon différencié

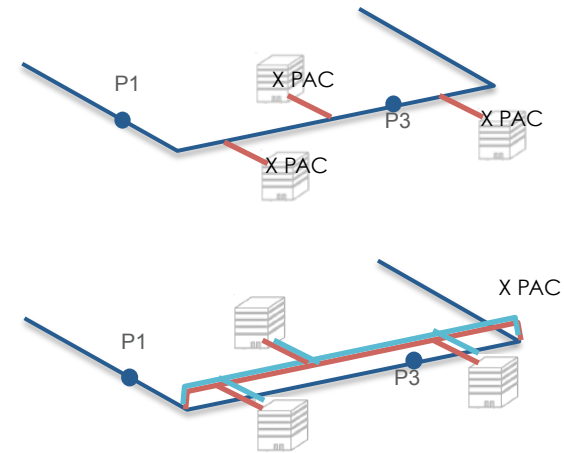


Figure 2 - Deux options pour la réalisation de réseau de chaleur basse ou moyenne température (P1 et P2 = puits de Peney. PAC = emplacement d'une pompe à chaleur)

David Martin, SOFIES  
+41 22 338 15 24  
david.martin@sofiesgroup.com

Emily Vuylsteke, SOFIES  
emily.vuylsteke@sofiesgroup.com

Nicolas Tétreault, SOFIES  
nicolas.tetreault@sofiesgroup.com

Roman Nägeli, NÄGELI ENERGIE  
+41 22 550 27 54  
roman.naegeli@naegeli-energie.ch

Mai 2017

