



rigot+rieben

engineering sa
domotique
énergies

Genève | Vaud | Neuchâtel | Valais
Etudes · Planification · Réalisation · Audit · Expertises

2775GR005.doc

L'Orée de Crissier

Concept énergétique

Avril 2014



17, Château-Bloch
CH - 1219 Le Lignon
T +41(0)58 211 00 00
F +41(0)58 211 00 01
rigotrieben@rigotrieben.ch
www.rigotrieben.ch

Genève, le 11 avril 2014
Réf. D. Kaba / E. Seoane

TVA n° CHE-116.288.416

Chauffage · Ventilation · Climatisation · Sanitaire · Froid · Electricité · Télécom · Sécurité · Domotique · Automatique du bâtiment · Energies

Membre
USIC SIA SWISS ENGINEERING



Résumé

Le projet l'Orée de Crissier se situe sur la commune de Crissier et prévoit la construction d'un nouveau quartier de logement et d'activité. Notre étude présente les variantes d'approvisionnement énergétiques les plus pertinentes au regard des besoins, de la localisation du site et en intégrant les exigences de la nouvelle législation énergétique du canton de Vaud. Selon l'étude réalisée en 2010 par le bureau Ecoscan SA pour le PDL Ley-Outre, il était nécessaire d'avoir une enveloppe Minergie P pour atteindre les objectifs de la société 2'000 Watt. Les valeurs cibles pour Minergie ayant évolué aujourd'hui, il est possible d'atteindre ces performances avec une enveloppe Minergie.

- Variante I :
Des pompes à chaleur (PAC) sur sondes géothermiques assurent les besoins de chauffage et une partie de l'eau chaude sanitaire (ECS). Des panneaux solaires hybrides (panneau produisant simultanément de la chaleur et de l'électricité) permettent de couvrir une partie des besoins de chaleur pour l'ECS et une grande partie des besoins électriques du site. Les besoins de froid sont réalisés en direct par un échangeur de chaleur sur les sondes géothermiques (géocooling).
- Variante II :
Des chaudières bois assurent les besoins de chauffage et une partie des besoins de chaleur pour l'ECS. Des panneaux solaires hybrides et photovoltaïques permettent de couvrir une partie des besoins de chaleur pour l'ECS et une grande partie des besoins électriques du site. Des groupes froids à compression assurent les besoins de froid. Une récupération de chaleur sera réalisée sur les groupes froids pour les besoins d'ECS.
- Variante III :
Un réseau de chaleur à distance (CRICAD ou CADOUEST) assure les besoins de chauffage ainsi qu'une partie des besoins de chaleur pour l'ECS. Des panneaux solaires hybrides et photovoltaïques permettent de couvrir une partie des besoins de chaleur pour l'ECS et une grande partie des besoins électriques du site. Des groupes froids à compression assurent les besoins de froid. Une récupération de chaleur sera réalisée sur les groupes froids pour les besoins d'ECS.

Une partie de chaleur du four de l'usine de fabrication de briques en terre cuite (située sur la parcelle voisine) pourra être récupérée et couvrir environ 50% des besoins de chaleur annuels du site. La pérennité de cette chaleur n'étant pas garantie, les installations des variantes ci-dessus devront être dimensionnées pour fournir l'entier des besoins.

Il est prévu une centrale énergie (pour le chaud et le froid) avec une distribution passant essentiellement dans les parkings et quand cela est nécessaire, en conduites enterrées et cela pour raccorder les sous-stations situées dans chaque bâtiment. L'ECS sera décentralisée dans chaque bâtiment.

Ce concept aborde également la possibilité de mettre en place une sous-traitance énergétique via un contracting qui présente une panoplie d'avantages dans ce genre de projets d'envergure.



1) Présentation du projet

a. Localisation

Le projet se situe sur la commune de Crissier. Il est composé de plusieurs parcelles qui représentent une surface d'environ 130'000 m². Le projet est bordé par la Rte de Prilly au sud, la route du bois Genoud à l'est et par le Bois d'en Bas au nord.



La surface de plancher déterminant, à terme, pourrait s'élever à environ 88'000 m² (dont un indice d'utilisation de sol de maximum 55'287 m² pour du logement et 43'750 m² pour la part activités, source obtenue de la Commune de Crissier). Une première étape du projet prévoit la construction de bâtiments comportant les affections suivantes : des logements, un EMS, une école, un hôtel, des activités de proximité ainsi que d'autres activités. Cette première étape représente une surface de plancher déterminant d'environ 47'500 m².



b. Objectifs

Les principaux enjeux de ce projet sont la performance énergétique des bâtiments et de leurs installations, l'utilisation des énergies renouvelables et le respect des exigences légales.

L'aménagement du territoire, les constructions, la mobilité, l'efficacité énergétique et le recours aux énergies renouvelables doivent être étudiés de la manière la plus optimale possible afin de réduire les émissions de CO₂ dans l'atmosphère.

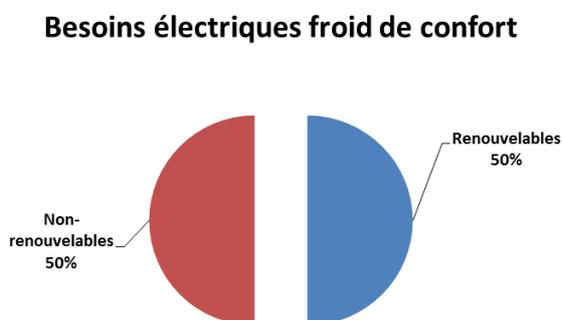
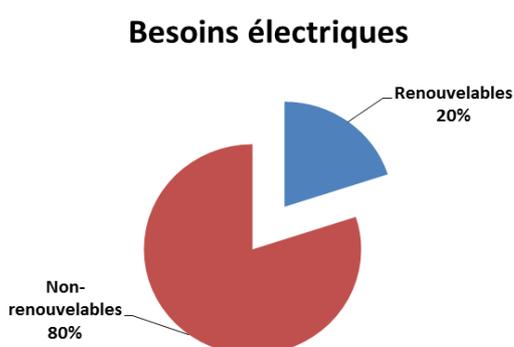
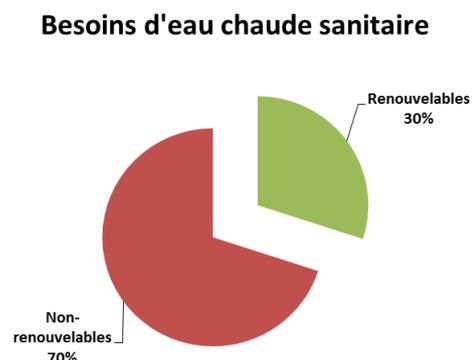
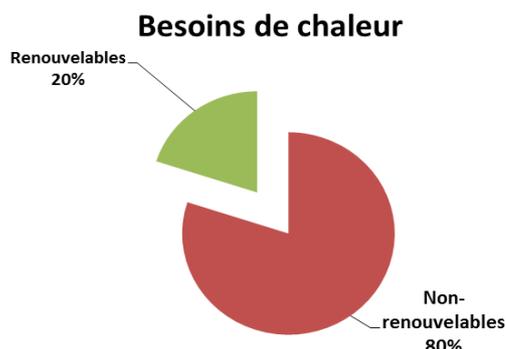
c. Contexte politique et institutionnel

La législation vaudoise sur l'énergie (LVLEne) impose un certain nombre de mesures. Voici les principales concernant notre projet :

- **Les énergies non renouvelables** doivent couvrir au maximum **80%** des besoins de chaleur.
- **30% d'énergies renouvelables** doivent être utilisés à la préparation de l'eau chaude sanitaire.
- Les bâtiments neufs dont l'Etat de Vaud est propriétaire ou dans lesquels il a une participation financière majoritaire doivent respecter au minimum le standard **MINERGIE ECO**.

Une version révisée de la législation vaudoise sur l'énergie (LVLEne) rentrera en vigueur au 1^{er} juillet 2014. En plus des points évoqués ci-dessus, d'autres mesures seront à tenir en compte :

- Obligation de couvrir au minimum **20% des besoins d'électricité** du bâtiment par une énergie renouvelable.
- Obligation de couvrir au minimum **50% de la consommation d'électricité** pour les nouvelles installations **de froid de confort** par des énergies renouvelables.
- Possibilité de couvrir les 30% d'énergies renouvelables nécessaires à la préparation de l'eau chaude sanitaire par du **bois** pour les chaudières d'une puissance supérieure à 70kW (et hors zones soumises à immissions excessives, ce qui n'est pas le cas de ce projet).



A cela s'ajoute, la volonté de la commune de Crisser à intégrer une forte politique énergétique et confirmer son engagement en faveur du label Cité de l'énergie (labellisée en 2001). La commune souhaite notamment réduire considérablement son empreinte énergétique et environnementale dans le but d'atteindre, à terme, les objectifs de « la Société à 2000 Watts ». Les grands axes de sa politique énergétique sont les suivants :

- Augmenter la part des énergies renouvelables sur le territoire communal
- Surveiller la situation avec des indicateurs énergétiques et climatiques
- Mieux maîtriser le développement énergétique

Par ailleurs, voici un extrait de l'étude environnementale réalisée par le bureau Ecoscan SA en 2010 et repris dans le PDL Ley Outre. Cette étude propose des objectifs de mobilité et énergétique pour le développement du quartier en se référant aux objectifs de l'agenda 21 cantonal.

L'objectif 2 de l'agenda 21 cantonal vise à promouvoir des actions contre le réchauffement climatique, notamment par la promotion des énergies renouvelables et des transports publics. Il définit différents indicateurs pour la période 2004 à 2050, en particulier la réduction des émissions de CO₂ de plus de 50%, une augmentation de plus de 300% des énergies renouvelables et une réduction d'un tiers des kilomètres parcourus en voitures individuelles.

Les objectifs de la « société 2000 watts » visent à diminuer d'un facteur 3 les besoins énergétiques de notre société. Si l'on retient les besoins en énergie liés aux bâtiments (chauffage et électricité) et



rigot+rieben

aux transports, l'objectif à atteindre est de 500 watts par personne et par an, soit quelque 4340 KWh par an.

Pour la mobilité, deux scénarios ont été évalués :

- Scénario A : la mobilité reste constante (6.8 depl./pers./jour habitants et emplois), mais les parts de mobilité TC et mode doux augmentent (conforme pour 2020 aux hypothèses SDOL/PALM)
- scénario B : outre le transfert modal, la mobilité diminue et passe de 6.8 depl./pers./jour (habitants et emploi) en 2010 à 6.0 depl./pers./jour (habitants et emplois) en 2040.

L'effet conjugué du transfert modal sur les transports publics et d'une baisse de la mobilité (scénario B) amènerait une diminution significative du nombre de mouvements de voitures générés par le PDL « Ley Outre » et permettrait de satisfaire les objectifs de l'agenda 21 cantonal.

L'analyse des incidences du PDL Ley Outre en matière de protection contre le bruit montre que sa mise en œuvre sur la base des ratios de mobilité actuels n'est pas envisageable. Elle doit être accompagnée des mesures permettant d'atteindre les ratios correspondant au moins au scénarios A et idéalement au scénario B (transport public, liaisons piétonnes et deux roues, commerces de proximité, écoles, etc.).

L'analyse des contraintes de protection contre le bruit pour l'implantation des nouveaux bâtiments montre que les distances pour respecter les valeurs limites d'immissions pour le degré de sensibilité au bruit II (DS II) sont importantes (plusieurs dizaines de mètres). Cette contrainte devra être fortement prise en compte lors de l'élaboration des projets et des mesures sur la route de Prilly (abaissement de la vitesse limite légale de 70 km/heure actuellement à 50 km/heure) et pose de revêtement routier photo-absorbant sont recommandées, voire indispensables pour permettre le développement du PDL et garantir une qualité de vie aux futurs occupants.

Du point de vue énergétique, le respect des valeurs limites SIA avec le mazout ou le gaz comme vecteur énergétique ne permettra pas d'atteindre l'objectif de la société à 2000 watts, ni même de s'en approcher (calcul basé sur la norme SIA 380/1-2007). Pour cela, il faut viser la norme Minergie-P ou équivalent, soit une réduction d'au moins 60% des besoins de chauffage et de 40% des besoins électriques des ménages. Dans ce scénario, la pompe à chaleur représente une alternative très intéressante au combustible fossile avec un « bilan » électrique restant du même ordre de grandeur que la situation actuelle.

Ainsi, pour le développement du PDL Ley Outre, il est recommandé :

- Scénario de mobilité B,
- Bâtiment selon la norme Minergie-P ou équivalent,
- Capteurs solaires pour l'eau chaude sanitaire et le soutien au chauffage,
- PAC pour les besoins résiduels de chauffage (éventuellement avec solaire photovoltaïque selon l'évolution des technologiques) ou centrale de chauffage à distance locale basée sur une énergie renouvelable (bois), éventuellement avec cogénération,
- Réduction de 40% de la consommation d'électricité domestique.

La mise en œuvre de ces mesures permettra de satisfaire aux objectifs retenus de l'agenda 21 cantonal et de la société 2000 watts.



Les scénarios retenus sont les suivants (considérant la norme SIA 380/1-édition 2007) :

SCENARIO	SOURCES D'ENERGIE	CONSUMMATION SPECIFIQUE
SIA valeur limite et LVEEn	Mazout ou gaz naturel, solaire thermique pour 30% de la consommation ECS *	105 kWh/m ² (tient compte du rendement selon SIA)
SIA valeur limite et LVEEn	Pompe à chaleur, solaire thermique pour 30% de la consommation ECS	20 kWh électrique/m ² (admis 1kWh électrique produit 3.5 kWh thermique)
Minergie et LVEEn	gaz naturel, solaire thermique pour 30% de la consommation ECS	57 kWh/m ² (tient compte du rendement selon SIA)
Minergie-P et LVEEn	gaz naturel, solaire thermique pour 30% de la consommation ECS	42 kWh/m ² (tient compte du rendement selon SIA)
Minergie-P et LVEEn	Pompe à chaleur, solaire thermique pour 30% de la consommation ECS	8 kWh électrique/m ² (admis 1kWh électrique produit 3.5 kWh thermique)

* soit 300 kWh par personne et par an couvert par le solaire thermique, non comptabilisé dans le bilan énergétique.



2) Etat des lieux énergétique

a. Besoins chaud/ froid/ électricité

i. Besoins de chauffage annuels de l'ensemble du site

Les besoins en chaleur des bâtiments se basent sur les valeurs du standard MINERGIE.

Besoins de chauffage (MWh/an)
5'339

Soit 19'220'400 MJ/an.

ii. Besoins d'eau chaude sanitaire (ECS) annuels de l'ensemble du site

Les besoins de chaleur pour la préparation d'ECS ont été estimés à partir de la norme SIA 380/1.

Besoins d'ECS (MWh/an)
1'554

Soit 5'594'400 MJ/an.

iii. Besoins de froid annuels de l'ensemble du site

Les besoins de froid n'ont été évalués que pour les affectations suivantes : EMS, hôtel, activités de proximité. L'affectation « autres activités » n'étant pas encore défini, on estime que la moitié de l'affectation nécessitera du froid.

Un facteur de conversion de 0.8 entre les surfaces brutes et les surfaces nettes a été considéré pour évaluer les besoins de froid.

Besoins de froid (MWh/an)
486

Soit 1'749'600 MJ/an.



rigot+riegen

Besoins d'électricité annuels de l'ensemble du site

Les besoins ont été évalués d'après la norme SIA 380/1.

Besoins d'électricité froid confort (MWh/an)	Besoins d'électricité exploitation des bâtiments (MWh/an)
116	2'317

Soit 417'600 MJ/an et 8'341'200 MJ/an respectivement.

b. Potentiel énergétique local

Soleil

Le site reçoit une irradiance de 1'346 kWh/m²/an. La parcelle est favorable à l'utilisation de panneaux solaires, en effet, le site est dégagé et dispose d'une surface de toiture disponible considérable à savoir 11'000 m². Elle peut être exploitée au moyen de panneaux solaires thermiques pour la production de chaleur, de panneaux solaires photovoltaïques pour la production d'électricité ou de panneaux solaires hybrides (photovoltaïques et thermiques).

Les panneaux solaires hybrides fournissent à la fois de l'électricité et de l'eau chaude. Un échangeur de chaleur (circulation d'eau) est intégré au panneau et permet de récupérer la chaleur issue du rayonnement. L'eau préchauffée est ainsi utilisée pour la production d'eau chaude. Ce système permet d'améliorer le rendement des cellules photovoltaïques qui est fortement péjoré lorsque la température du capteur augmente.

Le tableau suivant donne les rendements ainsi que le potentiel thermique et électrique des différents types de panneaux solaires.

	Installation solaire		Installation solaire hybride	
	Thermique (MWh/ an)	Photovoltaïque (MWh/ an)	Thermique (MWh/ an)	Photovoltaïque (MWh/ an)
Rendement d'1 m² de panneau	0.475	0.15	0.15	0.2
Potentiel du site 11'000m²	5'233	1'653	1'653	2'203

Soit 18'838'800 MJ/an, 5'950'800 MJ/an, 5'950'800 MJ/an, 7'930'800 MJ/an respectivement.

N.B : Les surfaces de toitures disponibles ont été calculées en excluant celles réservées aux installations techniques de ventilation (environ 100m² par toiture).

Géothermie

D'après le service de géologie du canton, le forage géothermique de faible profondeur (jusqu'à 300m) est autorisé sur le site. Cependant, des études plus approfondies (réalisation d'un forage avec test réponse) devront être réalisées afin de déterminer la constitution exacte du sous-sol et ainsi déterminer le potentiel géothermique du site entier.



Bois

La commune de Crissier fait partie du Groupement du triage forestier intercommunal de la Venoge qui couvre une surface de 672 hectares composé de 444 hectares de forêts publiques et 228 hectares de forêts privées. Le garde forestier responsable du secteur nous a confirmé un potentiel annuel évalué à 7'000 MWh de plaquettes de bois dont 5'000 MWh seraient déjà réservés pour des projets existants et à venir. Il reste donc 2'000 MWh disponibles pour notre projet soit 30% des besoins chaleur pour le chauffage et l'ECS.

Le domaine forestier de Lausanne dispose d'un potentiel beaucoup plus important cependant celui-ci est déjà réservé pour les projets (ouvrages publics) existants et futurs.

Le potentiel local bois étant limité (insuffisant pour couvrir les besoins du site entier), il faudra exploiter le bois d'un autre parc forestier de la région.

Il faudra cependant rester vigilant aux limites d'émissions de particules fines et munir les chaudières de filtres à particules.

Eau

Le site se situe à proximité d'une rivière, La Mèbre. Le service « Infrastructures et Travaux » de la commune de Crissier nous a émis une réserve sur la possibilité d'utilisation de l'eau de rivière pour la production de chaleur et/ou de froid. En effet, les fluctuations de débit surtout en été ne permettent pas une exploitation continue.

Eau de pluie

Une récupération de l'eau de pluie est à envisager. Ceci permettrait de l'utiliser pour alimenter par exemple l'arrosage des pelouses, le lavage des parkings, etc.

Eaux usées

Nous avons pris contact avec le chef du service de l'urbanisme de la commune de Crissier. Il n'est pas possible d'envisager une récupération de chaleur sur les eaux usées. En effet, le diamètre du collecteur à proximité du site n'est pas assez grand. Cependant, une étude plus approfondie devra être réalisée par la suite avec l'arrivée des bâtiments sur le réseau actuel (une étude est en cours actuellement par un bureau spécialisé sur l'ensemble de Crissier). La récupération de chaleur sur les eaux usées permettrait de satisfaire environ 5% des besoins de chaleur pour le chauffage et l'ECS.

Gaz

Ressource fossile non renouvelable présente à proximité du site.



c. Infrastructures existantes

Tuileries Fribourg et Lausanne SA

Le projet se situe à proximité d'une usine de fabrication de briques en terre cuite, Tuileries Fribourg et Lausanne SA, utilisant un four avec un système de séchage type industriel. Après divers échanges avec le directeur, il apparaît qu'une récupération de chaleur pourrait être envisagée à différentes étapes du processus de fabrication. L'usine consommant 20'000 MWh de gaz par an, il serait possible de récupérer entre 10 et 15% sur les cheminées des chambre de séchage ou du four ce qui représente environ 2'500 MWh par an soit environ 30% des besoins de chaud pour le chauffage et l'ECS du site. Le directeur a montré un grand intérêt dans l'idée d'une telle récupération. Cependant, cette solution exige une étude plus approfondie et dans tous les cas de figure, il faudra prévoir que les nouvelles installations soient dimensionnées pour la totalité des besoins car il n'y a pas de garantie de fonctionnement en continu et sur les années à venir de l'usine.

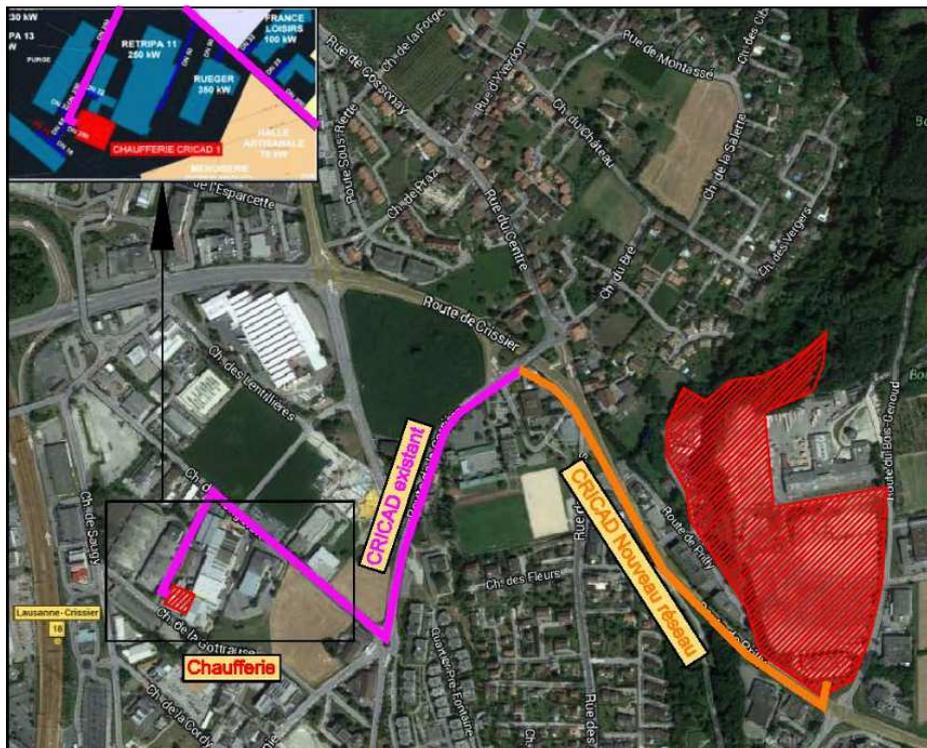
Autres infrastructures

Il existe plusieurs autres bâtiments industriels aux alentours (Buderus, Euromaster, Café Cuendet, Citroën, Siemens etc.). Des synergies sont à étudier en cas de contracting ou de vente d'énergie.

CRICAD ENERGIES SA

Le réseau de chaleur à distance CRICAD est implanté à proximité du site. Une chaudière à bois assure la production de chaleur et une chaudière à mazout fait l'appoint. Cette chaleur est également utilisée pour produire de l'électricité. La part de renouvelable est actuellement entre 72-75% et il est prévu qu'elle atteigne 90%.

Nous avons pris contact avec le responsable du réseau qui nous a confirmé avoir la puissance thermique nécessaire pour nous raccorder et son grand intérêt pour le projet.





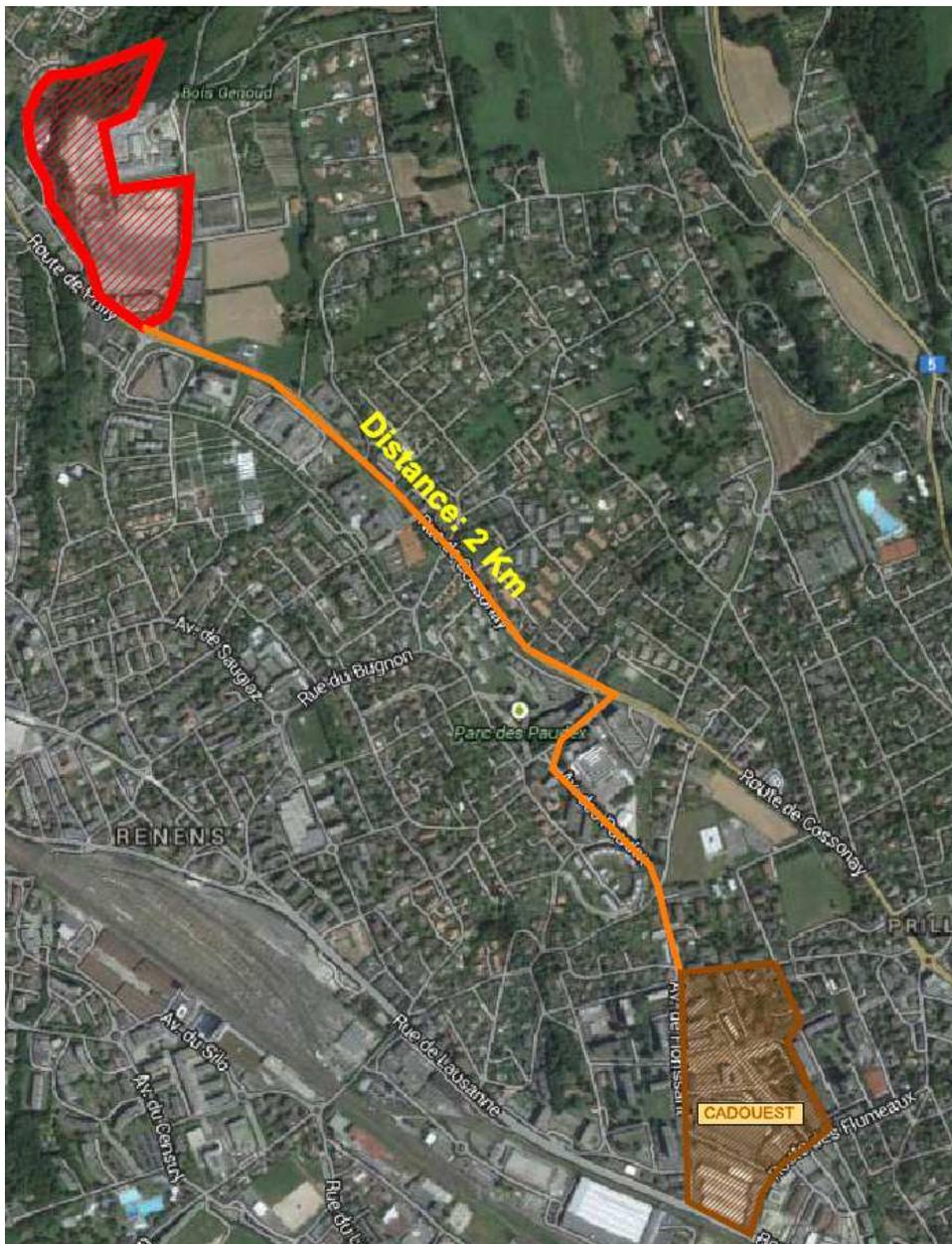
rigot+riegen

CADOUEST SA

Après contact avec le responsable du réseau de CADOUEST, un raccordement à leur réseau est possible et les intéresserait fortement. Les travaux ne pourraient commencer qu'à partir de 2017 et dureraient entre 2 et 3 ans. Si cela venait à poser un problème de planning, CADOUEST serait prêt à faire poser une chaufferie mobile (le temps que le raccordement définitif se fasse).

La commune de Crissier ne faisant pas partie des actionnaires de CADOUEST, il faudrait son accord préalable.

Ce raccordement serait d'autant plus intéressant qu'il est prévu de refaire la route pour le passage du Bus à haut niveau de service (BHNS) et donc de coordonner les travaux.





3) Scénarii d'approvisionnement énergétique

Nous avons retenu trois variantes d'approvisionnement énergétique élaborées en se basant sur des critères environnementaux. Ces variantes sont :

- Géothermie
- Bois
- Réseau de chaleur à distance

a. Variantes retenues

i. Géothermie (chaud et froid) et solaire hybride

Un pré-dimensionnement de la longueur de forage nécessaire pour les besoins de chaleur fait état d'un total de ~67'000 ml (soit 267 forages de 250 ml) sur une surface de champ d'environ 38'500m². Les conditions de réalisation (profondeur accessible, espacement, localisation des sondes) devront être étudiées dans les étapes ultérieures du projet.

Chauffage

L'entier des besoins de chaleur pour le chauffage est satisfait par un système pompe à chaleur sur sondes géothermiques.

ECS

La chaleur produite par les panneaux solaires hybrides permettra de préchauffer l'ECS. L'appoint sera réalisé par la PAC.

Selon la saison (essentiellement en été), le surplus de chaleur pourra être réinjecté dans le terrain, par le biais des sondes, afin de compenser l'énergie soutirée par la PAC pour produire du chaud et ne pas geler le terrain.

Froid

Les sondes géothermiques seront utilisées pour la production de froid par l'intermédiaire d'un échangeur géo-cooling (rafraîchissement passif et « gratuit »). Le geocooling permet également une recharge thermique du terrain et de produire du froid sans investissement supplémentaire significatif avec un coût de fonctionnement très bas.

En cas de besoin de froid à des régimes de températures plus bas qu'avec le geocooling, il sera possible de faire fonctionner la PAC en mode réversible.

Electricité

Dans cette variante les toitures sont entièrement recouvertes de panneaux solaires hybrides. L'électricité produite par les panneaux sera utilisée pour couvrir la moitié de la consommation électrique liée au froid de confort ainsi que 20% des besoins électriques des bâtiments. Le reste de la production est utilisée pour couvrir les besoins de la PAC, le solde sera réinjecté sur le réseau (revente).

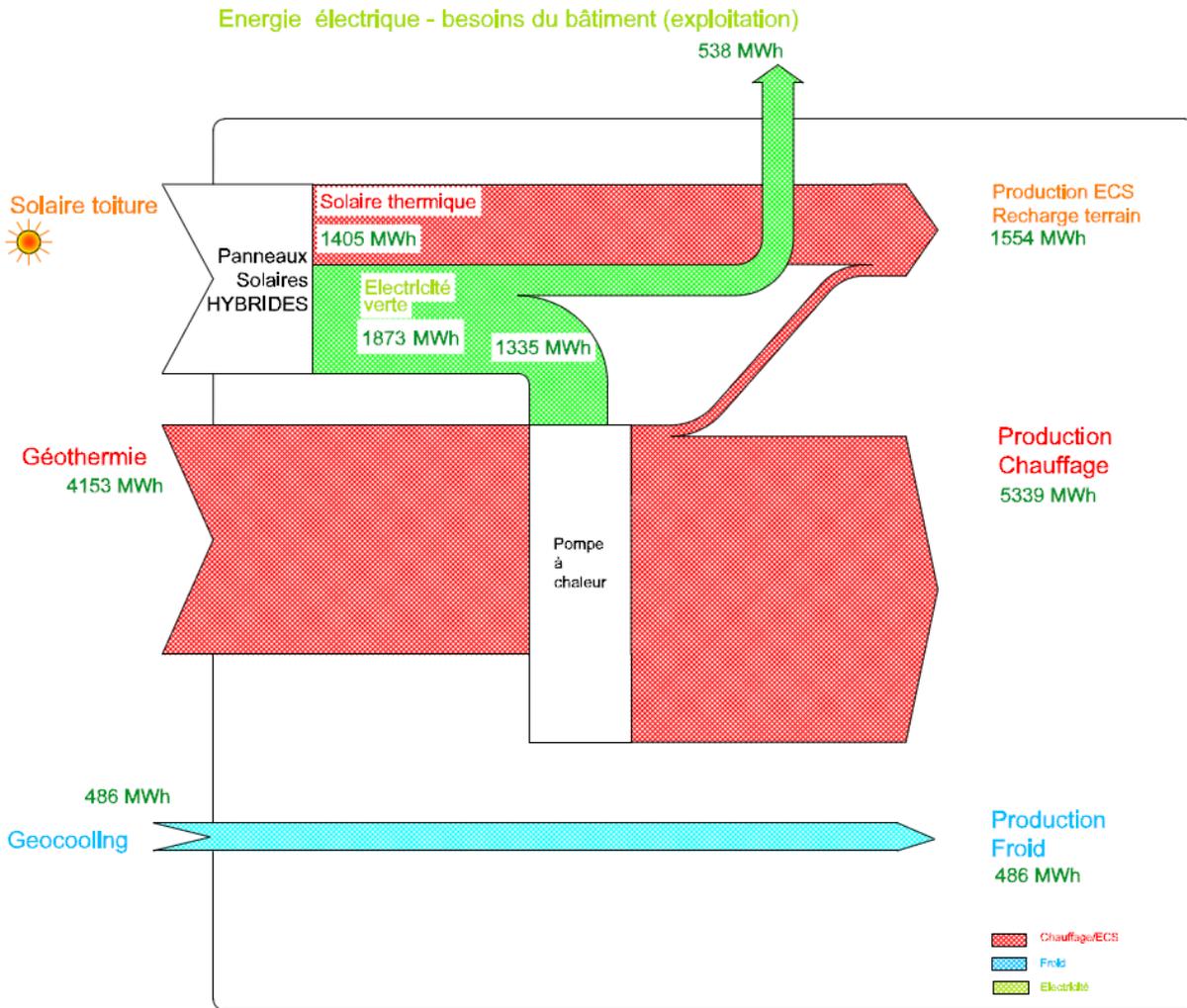


Diagramme des flux énergétiques sur le bilan annuel du site entier (part de renouvelable : 100%)



ii. Bois, solaire hybride, solaire photovoltaïque et groupes froids

Chauffage

L'entier des besoins de chaleur pour le chauffage est satisfait par des chaudières à bois.

ECS

La chaleur des panneaux solaires hybrides (dimensionnés pour limiter les surplus de chaleur en été) et la récupération de chaleur sur les groupes froids permettront de préchauffer l'ECS. L'appoint sera réalisé par les chaudières bois.

Froid

La production de froid est réalisée à l'aide de groupes froids à compression. La récupération de chaleur aux condenseurs sera utilisée pour le préchauffage de l'ECS, le surplus de chaleur sera évacué par des aéro-refroidisseurs.

Electricité

Dans cette variante, une partie des toitures sera recouverte de panneaux solaires hybrides et l'autre de panneaux solaires photovoltaïques. L'électricité produite sera utilisée pour couvrir la moitié de la consommation électrique liée au froid de confort ainsi que 20% des besoins électriques des bâtiments. Le reste de la production est utilisé pour couvrir les besoins des groupes froids et le solde sera réinjecté sur le réseau (revente).

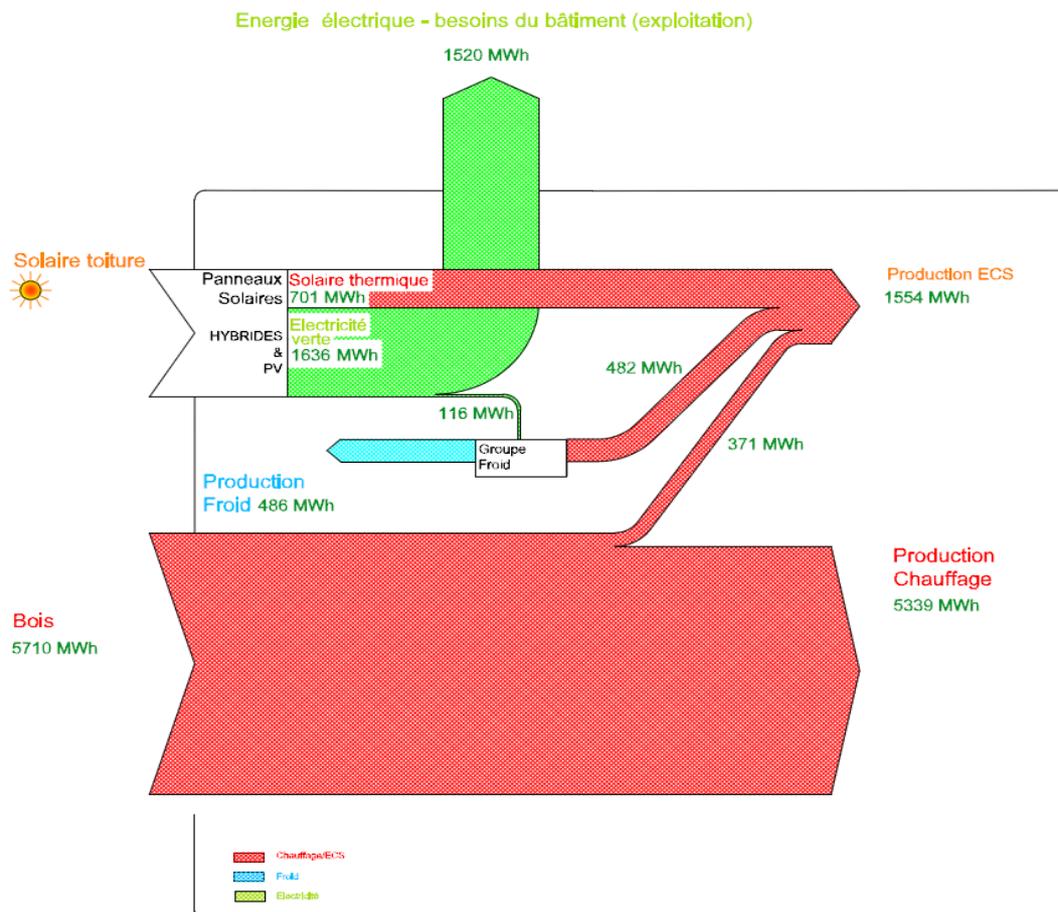


Diagramme des flux énergétiques sur le bilan annuel du site entier (part de renouvelable : 100%)



iii. Réseau de chaleur à distance, solaire hybride, photovoltaïque et groupes froids

Chauffage

L'entier des besoins de chaleur pour le chauffage est satisfait par le réseau de chaleur à distance CRICAD ou CADOUEST.

ECS

La chaleur des panneaux solaires hybrides (dimensionnés pour limiter les surplus de chaleur en été) et la récupération de chaleur sur les groupes froids permettront de préchauffer l'ECS. L'appoint sera réalisé par le réseau de chaleur à distance.

Froid

La production de froid est réalisée à l'aide de groupes froids à compression. La récupération de chaleur au condenseur sera utilisée pour le préchauffage de l'ECS, le surplus de chaleur sera évacué par des aéro-refroidisseurs.

Electricité

Dans cette variante une partie des toitures sera recouverte de panneaux solaires hybrides et l'autre de panneaux photovoltaïques. L'électricité produite sera utilisée pour couvrir la moitié de la consommation électrique liée au froid de confort ainsi que 20% des besoins électriques des bâtiments. Le reste de la production est utilisé pour couvrir les besoins des groupes froids et le solde sera réinjecté sur le réseau (revente).

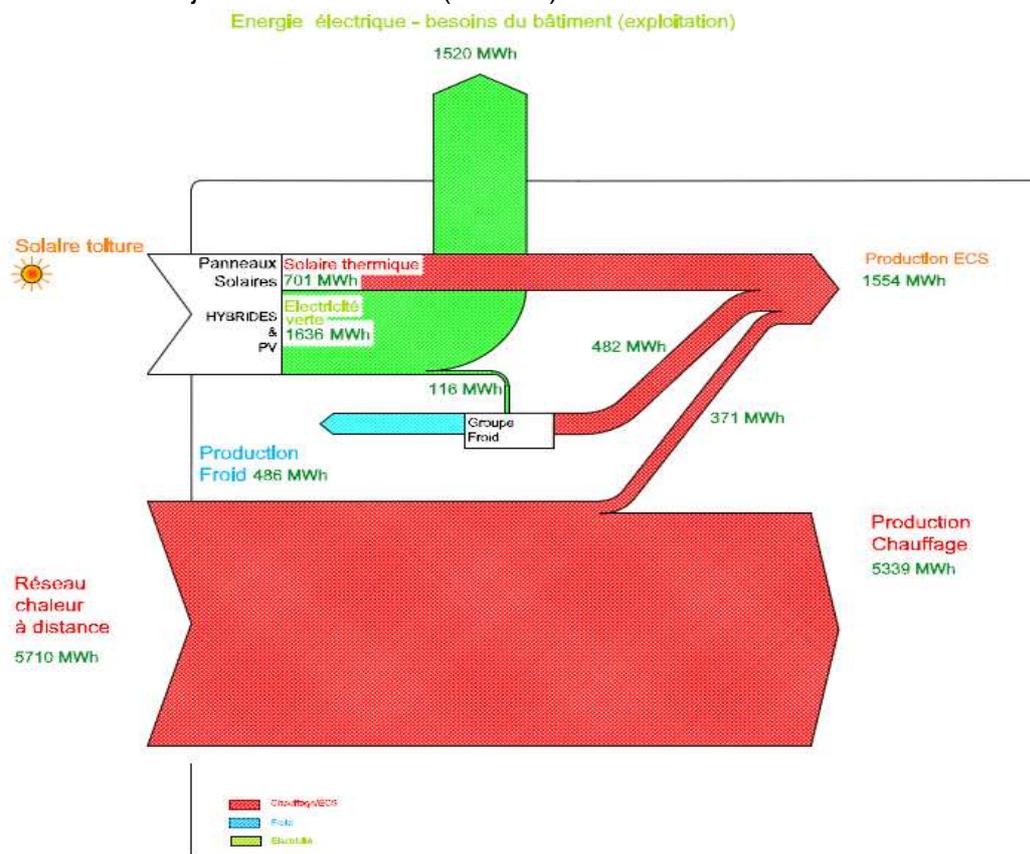


Diagramme des flux énergétiques sur le bilan annuel du site entier (part de renouvelable : 79%)



rigot+riebe

b. Approche technique

i. Phasage des travaux

Il est prévu de construire dans un premier temps les bâtiments E, F, G, H, I et J. Cela représente une surface de plancher de 47'500 m² abritant des activités de proximité (commerces), hôtel, EMS, logements et autres activités. Le tableau ci-dessous représente les besoins énergétiques associés à cette phase.

Besoins énergétiques de la 1ère phase			
Surface (m ²)	ECS (MWh/an)	Froid (MWh/an)	Chauffage (MWh/an)
47'330	734	435	2'840

Soit 2'642'400 MJ/an, 1'566'000 MJ/an, 10'224'000 MJ/an respectivement.

ii. Centrales d'énergie et distribution

Afin d'aborder au mieux la problématique de l'approvisionnement énergétique, du phasage des travaux et du circuit de distribution hydraulique primaire et secondaire, il nous semble judicieux d'implanter la chaufferie à proximité des premiers bâtiments construits.

Remarques générales pour les trois variantes :

Nous proposons:

- Une production centralisée pour le chauffage et le froid et décentralisée pour l'ECS (facilité avec le solaire). Dans chaque bâtiment, il sera prévu une sous-station chaud, froid et ECS.
- La distribution de chaud et de froid se fera principalement par les parkings et quand cela s'avère nécessaire, par des conduites enterrées.
- Plusieurs générateurs de chaleur et de froid. Cela facilite et améliore le fonctionnement en été (lorsque les besoins sont diminués) et est une sécurité en cas de panne d'une machine.
- L'implantation de la centrale n'est pas définitive et devra être étudiée avec les différents intervenants

Pour chacune des variantes, nous proposons un schéma de principe hydraulique ainsi qu'un plan d'implantation de centrale d'énergie.

Géothermie

Le premier concept énergétique se base sur une production de chaud par une PAC sur sondes géothermiques. Cela nécessite une prise en compte de certains points importants :

- Prévoir des chambres enterrées (préfabriquées en polyéthylène ou en béton armé) pour les collecteurs intermédiaires
- Possibilité d'avoir une chaufferie semi-enterrée, dont une partie hors terre vitrée, ce qui permet d'avoir une vue sur la technique
- Prévoir des forages sous les bâtiments et/ou parkings



Proposition d'implantation de la centrale énergie ainsi que du champs de sondes

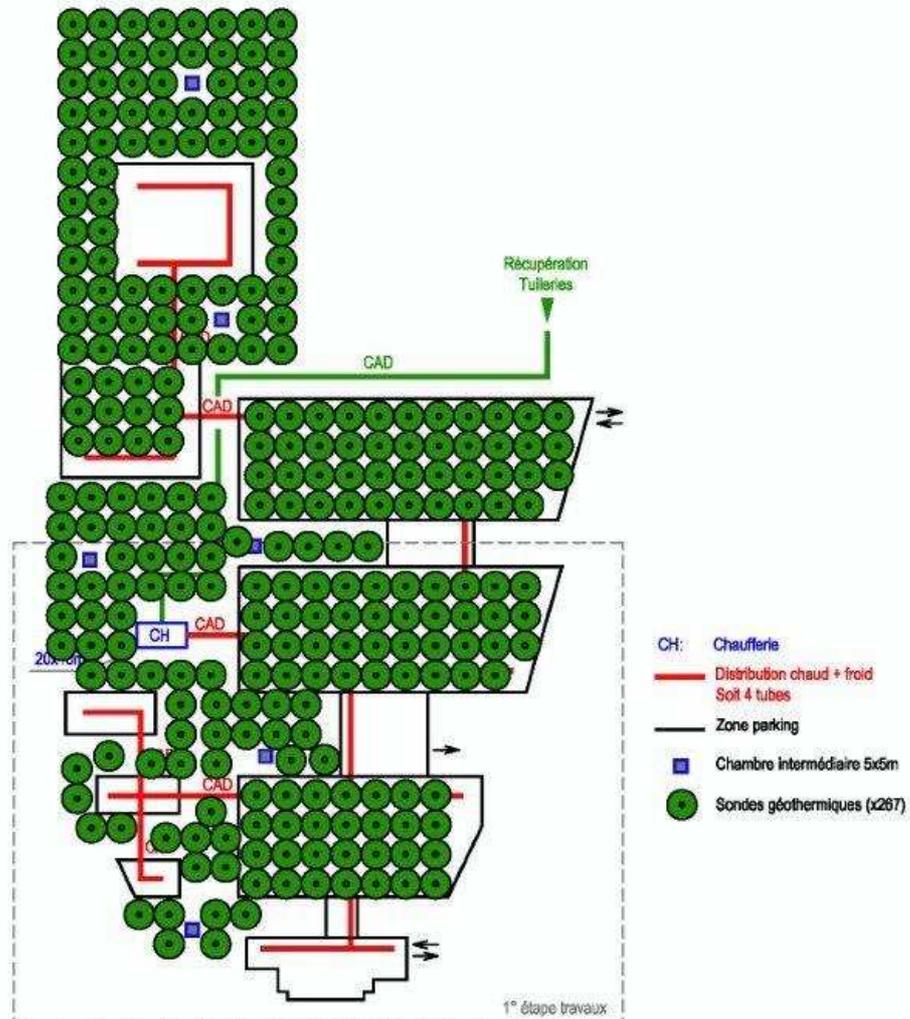
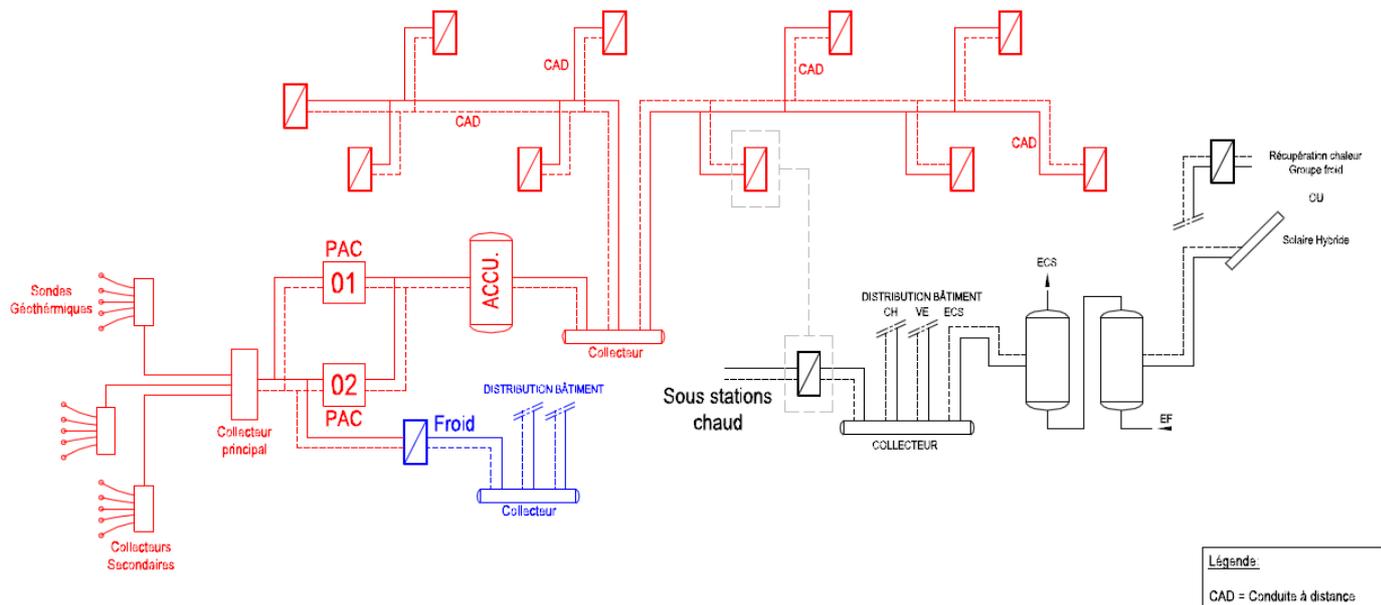


Schéma de principe hydraulique





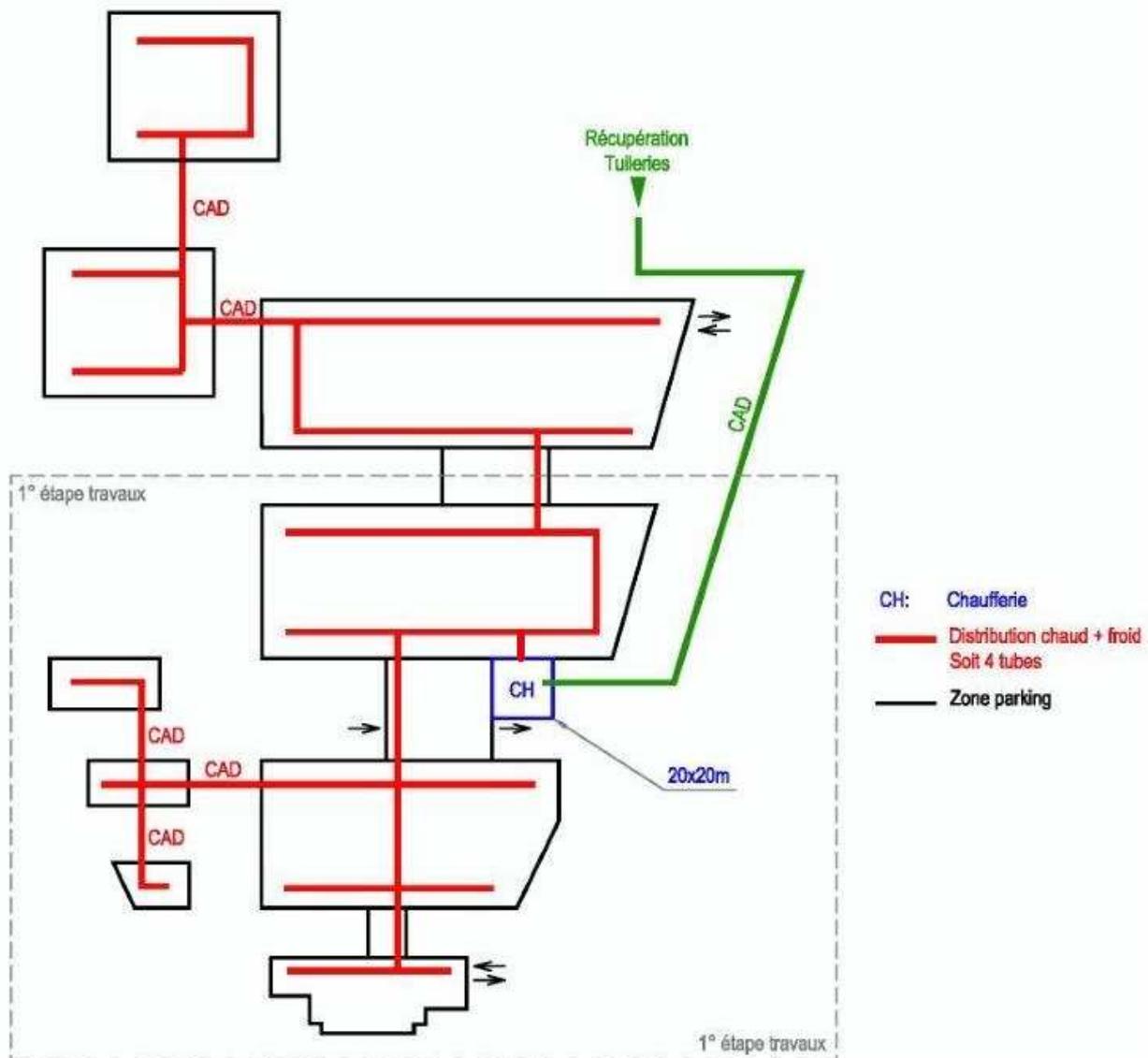
rigot+riegen

Bois

La deuxième variante que nous avons proposée se base sur la production de chaud par chaudières à bois. Certains éléments sont à intégrer dès la phase de conception, à savoir :

- Présence de deux cheminées qui monteront soit en apparent contre la façade d'un bâtiment, soit dans un massif à l'intérieur ou hors du bâtiment
- Nécessité d'avoir un local supplémentaire contre la chaufferie (pour stocker les plaquettes de bois) s'ouvrant vers l'extérieur avec deux trappes
- Prévoir un accès pour les camions de livraison
- Filtres à particules à prévoir

Proposition d'implantation de la centrale énergie ainsi que du réseau de distribution hydraulique





rigot+rieben

Schéma de principe hydraulique (chaud)

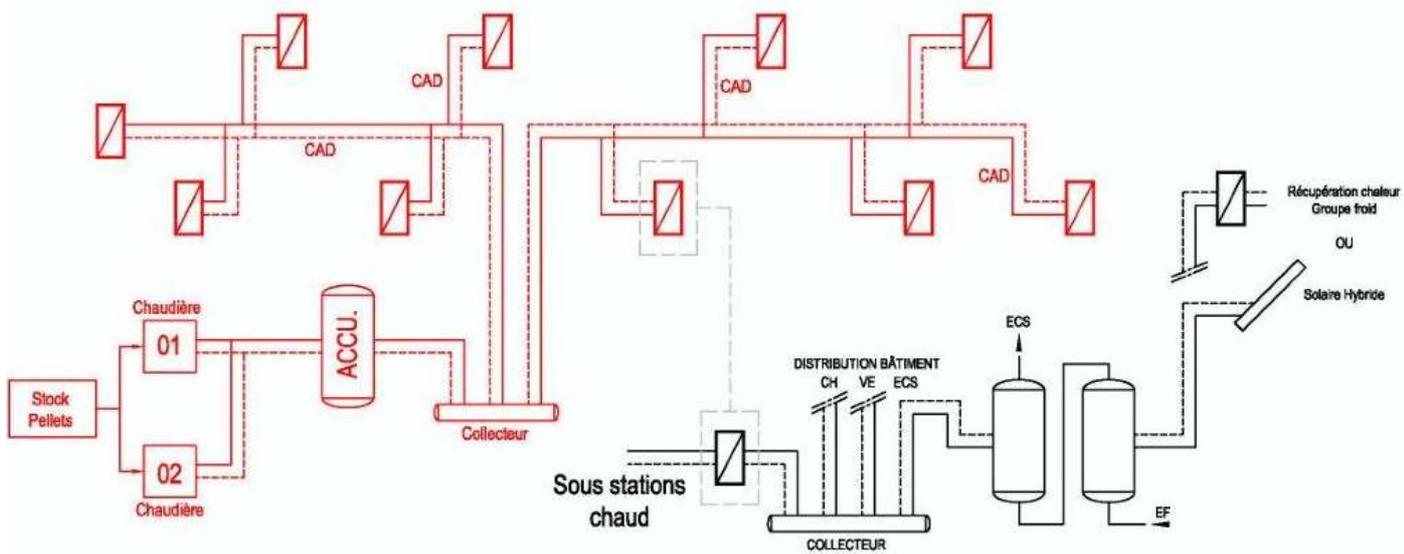
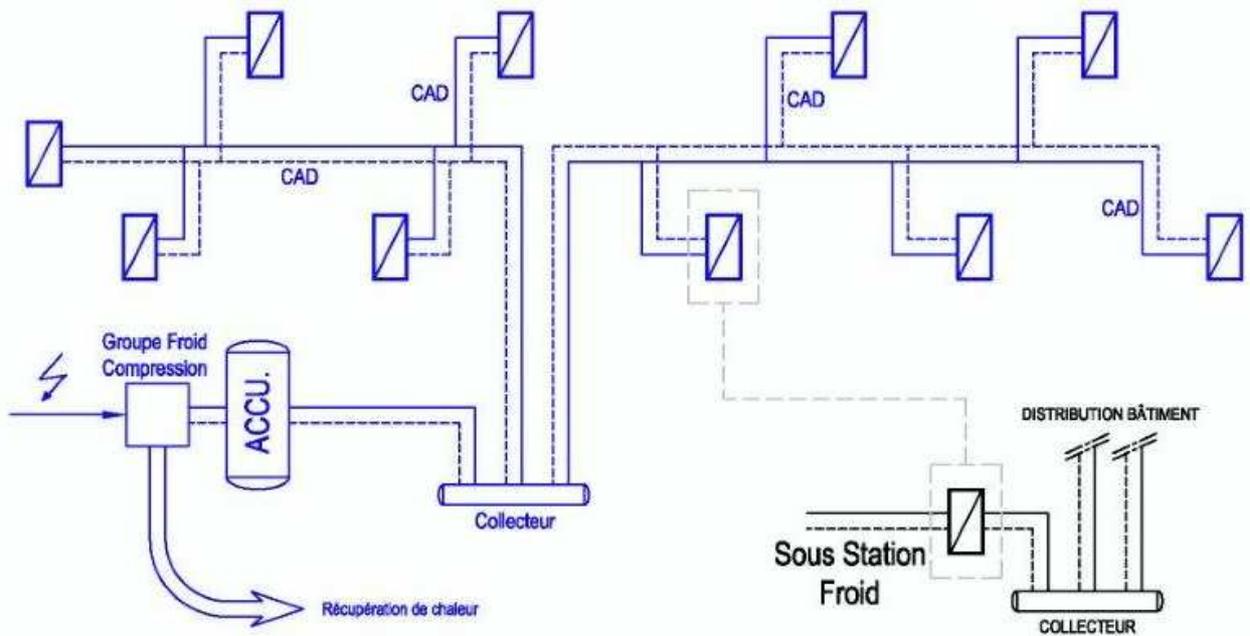


Schéma de principe hydraulique (froid)



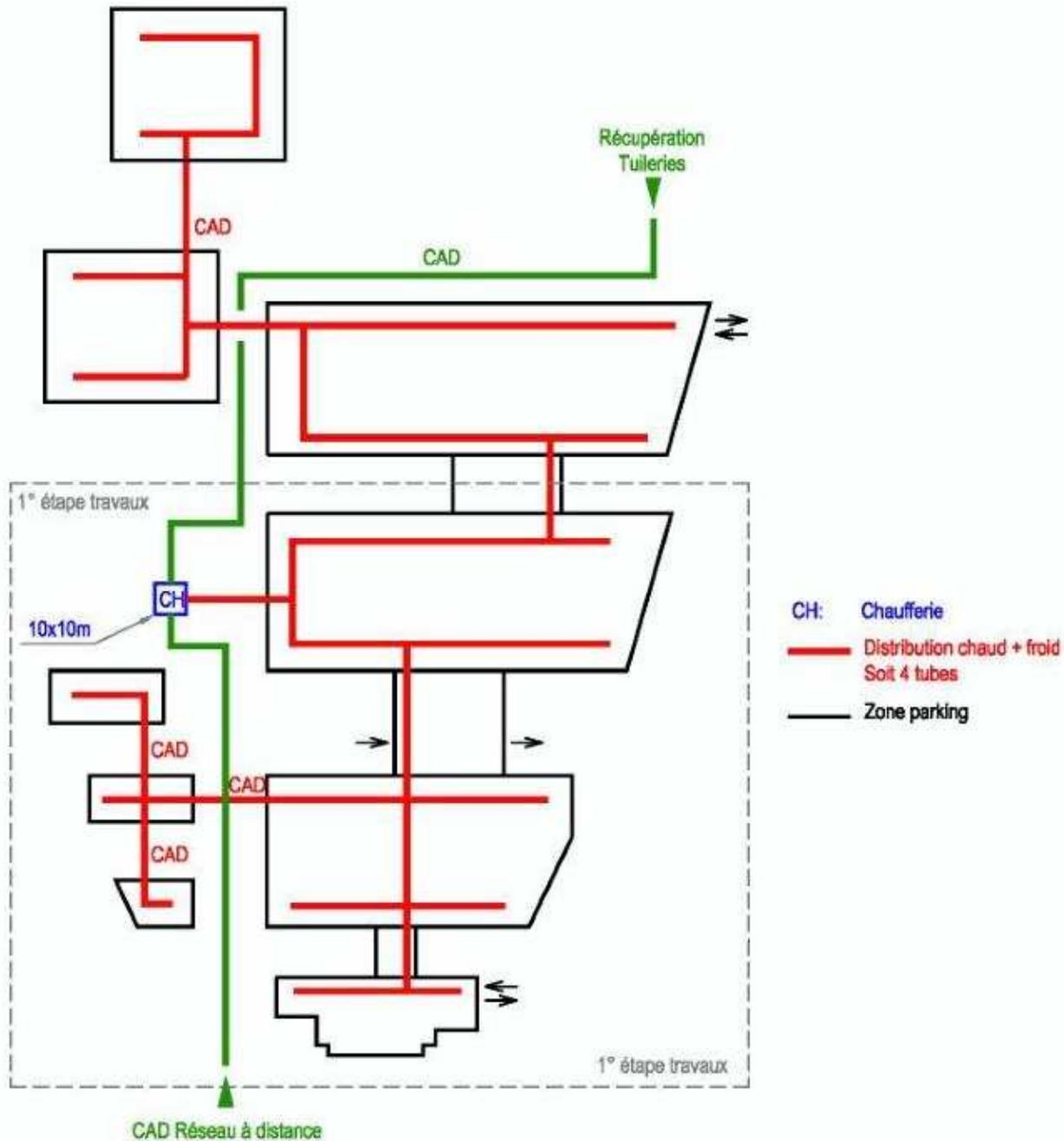


rigot+riegen

Réseau de chaleur à Distance

La troisième variante que nous avons proposée se base sur la production de chaud par le réseau de chaleur à distance. Celle-ci a comme avantage d'avoir une surface réduite pour la centrale énergie.

Proposition d'implantation de la centrale énergie ainsi que du réseau de distribution hydraulique





rigot+rieben

Schéma de principe hydraulique (chaud)

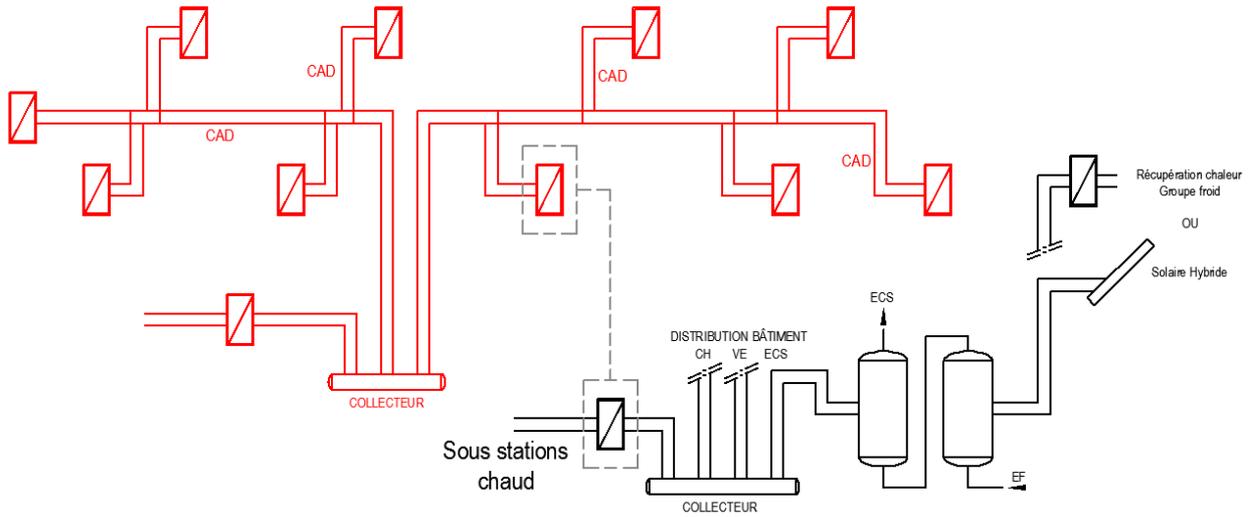
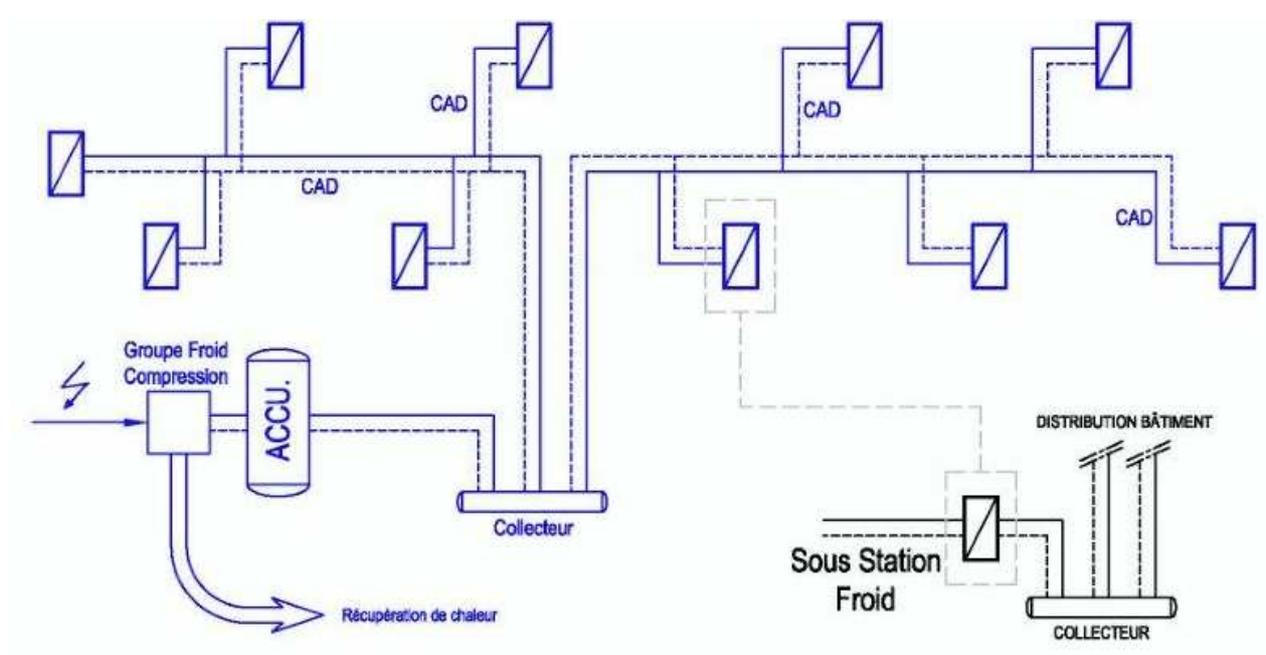


Schéma de principe hydraulique (froid)





c. Contracting énergétique

Au vu de l'étendue du projet et des investissements techniques qui y sont relatifs, il serait intéressant de passer par un contracting pour mettre en œuvre les installations de fourniture d'énergie.

Cette variante présente plusieurs avantages :

- Pas d'investissement de la production de chaleur et/ou froid par le propriétaire
- Location de la centrale au contracteur
- Sécurité d'approvisionnement selon contracting
- Possibilité que le réseau de distribution soit pris en charge par le contracteur jusqu'à la sous-station de chaque bâtiment
- Exploitation des installations primaires à charge du contracteur
- Achat chaleur et facturation simple
- Contrat longue durée
- Garantie de la fourniture d'énergie
- Stabilité des coûts de l'énergie

Toutefois il est à noter certaines contraintes :

- Pas forcément de garantie sur les parts d'énergies renouvelables
- Planification du réseau doit concorder avec celle du projet

Nous avons pris contact avec plusieurs fournisseurs de chaleur qui seraient intéressés par cette variante entre autres CRICAD, ROMANDE ENERGIE et CADOUEST. D'autres pourraient être trouvés également.

Si cette solution était préconisée, il faudrait tenir compte de la planification du réseau, qui demande un certain temps à se réaliser, au plus vite pour ne pas au final l'écarter.



d. Acteurs concernés et leur rôle

Nom	Type	Lieu	Rôle	Intérêt	Contraintes	Contact	Fonction
CRICAD Energies SA	Société Anonyme	Crissier	Fournisseur de chaleur et d'électricité	Vente de chaleur et/ou contracting		M. Girard	Attaché technique
Romande Energie	Société Anonyme	Morges	Fournisseur de chaleur et d'électricité	Vente de chaleur et/ou contracting		M. Caimi	Responsable projets thermiques
CADOUEST SA	Société Anonyme	Prilly	Fournisseur de chaleur et de gaz	Vente de chaleur et/ou contracting	Eloignement et besoin de l'autorisation de la commune	M. Bartolomei	Directeur
Groupement du triage forestier intercommunal de la Venoge	Regroupement de communes	Bussigny-près-Lausanne	Gestion optimale des forêts situées sur son territoire	Vente de plaquettes de bois	Quantité de bois disponible	M. Robert	Garde forestier
Tuileries Fribourg et Lausanne SA	Société de fabrication de brique en terre cuite	Crissier	Fourniture de chaleur	Vente de chaleur	Disponibilité de la chaleur	M. Poch	Directeur