

PLQ N°30082 (SECTEUR CIRSES) SITUÉ AU GRANDS ESSERTS SUR LA COMMUNE DE VEYRIER

AVENANT N°3 AU CET 2014-19

VERSION 1.0

15.08.2022 GE01705.100 CET 2014-19-avenant 3 22.08.2022

COFFICE CANTIANAL
DE L'ENERGIE
Rue du Ports-Saint-Pierre 4
Case postale 3920
12:11 Genève 3

CSD INGENIEURS SA

Chemin des Semailles, 50 CH-1212 Grand-Lancy t +41 22 308 89 00 f +41 22 308 89 11 e geneve@csd.ch www.csd.ch

TABLE DES MATIÈRES

1.	INT	RODUCTION	1
2.	MIS	E EN CONTEXTE	2
	2.1	Bases légales et réglementaires	2
	2.2	Périmètre d'étude	3
3.	BES	SOINS ÉNERGÉTIQUES	7
	3.1	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	7
	3.2	Besoins de froid	8
	3.3	Besoins d'électricité	8
	3.4	Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables	9
4.	STF	RATÉGIE ÉNERGÉTIQUE À METTRE EN ŒUVRE	9
	4.1	Raccordement futur du quartier au réseau thermique cantonal structurant RTS GeniTerre	9
	4.2	Rôle des acteurs concernés	10
	4.3	Mesures conservatoires	11
	4.4	Proposition de valorisation du potentiel solaire	12
LIS	TE [DES FIGURES	
Figur	e 1 : F	Périmètres du Grand Projet, des pièces urbaines (PU) et du projet de PLQ n°30082	2
Figur	e 2 : F	Parcelles concernées par le projet sur la commune de Veyrier	4
Figur	e 3 : F	Projet PLQ n°30082	6
Figur	e 4 : E	Besoins de chaleur de site en énergie à gauche et en puissance à droite pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	7
LIS	TE [DES TABLEAUX	
Table	eau 1	: Principales caractéristiques des pièces urbaines du PLQ n°30082	5
Table	eau 2	: Tableau de synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle	11



PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

1. Introduction

Le projet des Grands Esserts, situé sur la commune de Veyrier et identifié dans le plan directeur cantonal (PDCn) 2030 comme l'un des Grands Projets porteurs d'enjeux majeurs du canton, permettra la création d'un nouveau quartier destiné principalement aux logements, mais intégrant également des activités commerciales, des services et des équipements communaux.

Outre le PLQ Cirses n°30082, plusieurs PLQ sont en cours sur les Grands Esserts :

- PLQ n° 29983 (Secteur Maison de Vessy pièce urbaine n° 1), adopté par le Conseil d'Etat le 27 avril 2016, en force.
- PLQ n° 30008 (Secteur Ferme pièce urbaine n° 6), adopté par le Conseil d'Etat le 17 avril 2019, en force.
- PLQ n° 30038 (Secteur Beaux-Champs pièce urbaine n° 2), adopté par le Conseil d'Etat le 17 avril 2019. Un recours est actuellement pendant devant le Tribunal fédéral¹, formé contre l'un des arrêts de la Chambre administrative de la Cour de Justice, qui a confirmé ce plan².

Dans le cadre de la procédure du PLQ 30082, l'Office de l'Urbanisme et la Caisse de prévoyance de l'État de Genève (CPEG) ont mandaté le bureau CSD Ingénieurs SA en août 2022 pour établir l'avenant n°3 au concept énergétique territorial (CET) du projet. Le PLQ n°30082 (secteur Cirses) prévoit la valorisation d'un périmètre d'environ 8 hectares situé sur le méandre de Vessy. Il comprend quatre pièces urbaines (PU 3 - Salève, PU 4 - Nant, PU 5 - Lisière, PU 7 - Arve) et une pièce urbaine pour un équipement public, qui seront réalisées entre 2021 et 2030.

1



Figure 1 : Périmètres du Grand Projet, des pièces urbaines (PU) et du projet de PLQ n°30082

Le présent rapport constitue le troisième avenant au CET n°2014-19 du Grand Projet « Grands Esserts ». L'objectif de cet avenant est de mettre à jour la stratégie énergétique retenue suite au CET n°2014-19, son avenant n°1 et n°2 et les diverses études menées par Energestion, sous mandat des SIG, en coordination avec l'OCEN.

La présente version reprend le contenu du rapport édité le 08 décembre 2017, en intégrant les compléments et adaptations ponctuelles demandées par le Service de l'environnement et des risques majeurs (SERMA).

Afin de faciliter la lecture, les éléments modifiés ou complétés par rapport à l'avenant n°2 sont signalés par une bordure dans la marge droite des paragraphes concernés.

La vision d'ensemble et la stratégie de développement et de mise en œuvre du projet Grands Esserts ont été élaborées par le canton, en étroite collaboration avec la commune de Veyrier, la CPEG et la fondation immobilière de la ville de Veyrier (FIV).

2. Mise en contexte

2.1 Bases légales et réglementaires

La réalisation du présent CET est régie par la loi cantonale sur l'énergie (L 2 30, 1987) et son règlement d'application (L 2 30.01, 1988), modifiés respectivement le 7 et le 31 août 2010. Les exigences relatives à la planification énergétique territoriale sont quant à elles définies dans la Directive relative aux concepts énergétiques territoriaux du 4 août 2010.

Les grandes orientations de la politique énergétique du canton sont définies dans l'art. 1 de la loi sur l'énergie :

- « 1. La présente loi a pour but de favoriser un approvisionnement énergétique suffisant, sûr, économique, diversifié et respectueux de l'environnement.
- 2. Elle détermine les mesures visant notamment à l'utilisation rationnelle et économe de l'énergie et au développement prioritaire de l'exploitation des sources d'énergies renouvelables. »

Dans ce cadre, la loi exige la mise en œuvre d'une planification énergétique territoriale (art. 6, al. 12), définit comme suit : « Le concept énergétique territorial est une approche élaborée à l'échelle du territoire ou à celle de l'un de ses découpages qui vise à :

- a) organiser les interactions en rapport avec l'environnement entre les acteurs d'un même territoire ou d'un même découpage de ce dernier, notamment entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques;
- b) diminuer les besoins en énergie notamment par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie;
- c) développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie;
- d) utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques. »

Ainsi, le site des Grands Esserts est assujetti à la mise en œuvre d'un CET, qui fait l'objet du présent rapport et qui se doit de respecter les buts (cités ci-dessus) d'un tel concept.

Par ailleurs, les standards énergétiques (HPE et THPE) selon les articles 12B et 12C du REn devront être respectés notamment pour la part d'ENR et la production propre d'électricité (solaire PV).

En conformité avec l'article 16 de la LEn, Les constructions de bâtiments et installations des collectivités publiques, des établissements et fondations de droit public, à l'exception des institutions de prévoyance, et de leurs superficiaires, doivent être conçues et maintenues de manière à satisfaire à un standard de très haute performance énergétique (THPE-2000W).

Au niveau normatif, les exigences légales et les recommandations à respecter en matière d'énergie dans le bâtiment sont constituées notamment par les documents principaux suivants :

<u>Énergie thermique</u>: norme SIA 380/1 « Besoins de chaleur pour le chauffage », norme SIA 385/2 « Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments – Besoins en eau chaude, exigences globales et dimensionnement » et norme SIA 180 « Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments » :

<u>Énergie de refroidissement</u> : norme SIA 382/1 « Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises », norme SIA 382/2 «Bâtiments climatisés – Puissance requise et besoins d'énergie » et norme SIA 180 « Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments ».

Énergie électrique : norme SIA 380/4 « L'énergie électrique dans le bâtiment ».

2.2 Périmètre d'étude

Le projet de PLQ n°30082 (secteur Cirses) s'étend sur une surface totale d'environ 8 hectares, entièrement inscrite sur le territoire de la commune de Veyrier. Le projet est situé entre la route de Vessy à l'ouest, la

route de Veyrier au sud et la lisière forestière au nord et à l'est. Le périmètre est affecté, depuis septembre 2012, en zone de développement 3.

L'emprise du projet est actuellement cultivée et exempte de toute construction. Elle se compose de la parcelle n°3940 appartenant à l'Etat de Genève et de la parcelle n°5459, propriétée de la CPEG (Figure 2).

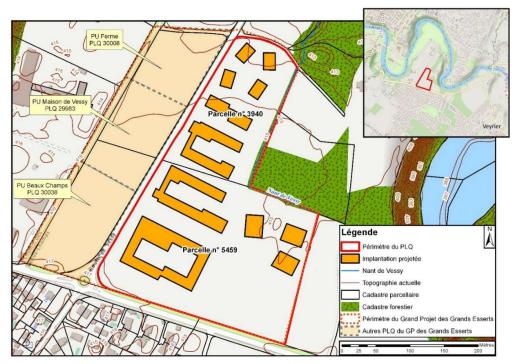


Figure 2 : Parcelles concernées par le projet sur la commune de Veyrier

Selon l'implantation projetée, le programme prévoit la construction de onze bâtiments regroupant 78'900 m² de surface brute de plancher (SBP), dont 77'000 m² voués aux logements et 1'900 m² dédiés aux activités selon la répartition présentée dans le Tableau 1 ci-après.

		•	Γable	eau de ré	partitio	n des dro	its à bâti	r				
P	arcelle	N°		Surface cadastrée	cor (sa sar inc le l	Surface estructible ans forêt, as surface constructi Forêts e sans uipement	e fu b	SBP uture		BP ments	SBP a	ctivités
	3'940		2	24'231 m2	2 2	0'884 m2	29'4	400 m2	29'40	00 m2	0	m2
	5'459)	Ę	55'082 m ²	2 4	2'687 m2	49'	500 m2	47'60	00 m2	1'90	0 m2
	TOTA	L	7	'9'313 m	2 6	3'571 m2	78'9	900 m2	77'00	00 m2	1'90	0 m2
			•			ocalisation des d	roits à bâtir					
Aire	n°1	Aire n°2	:	Aire n°3	Aire n°4	Aire n°5	Aire n°6	Aire n°7	Aire n°8	Aire n°9	Aire n°10	Aire n°11
Bât.	Α	Bât. B		Bât. C	Bât. D	Bât. E	Bât. F	Bât. G	Bât. H	Bât. I	Bât. J	Bât. K
Piéce urb	aine 3	Piéce urbain	e 4.1	Piéce urbaine 4.2	Piéce urbaine 5.1	Piéce urbaine 5.2	Piéce urbaine 5.3	Piéce urbaine 7.1	Piéce urbaine 7.2	Piéce urbaine 7.3	Piéce urbaine 7.4	Piéce urbaine 7.5
Logements	Activités		ctivités	Logements	Logements	Logements	Logements	Logements	Logements	Logements	Logements	Logements
0 m2	0 m2	0 m2	0 m2		0 m				2'100 m2	2'100 m		2'100 m2
18'700 m2	1'400 m2	16'750 m2	500 m2	0 m2	4'050 m	4'050 m2	4'050 m2	0 m2	0 m2	0 m	2 0 m2	0 m2



Tableau 1 : Principales caractéristiques des pièces urbaines du PLQ n°30082

Au sein des aires d'implantation, la répartition des bâtiments sur les pièces urbaines (PU), ainsi que les différents maîtres d'ouvrage sont présentés sur la Figure 3 ci-après :

- PU n°3 Salève CPEG un bâtiment ;
- PU n°4 Nant CPEG deux bâtiments ;
- PU n°5 Lisière FIV trois bâtiments ;
- PU n°7 Arve Coopératives cinq bâtiments.

Au stade actuel du projet, seules les SBP et les emprises au sol des bâtiments sont définies. Une mise au concours architectural sera effectuée par la suite. Par conséquent, l'aspect architectural et l'implantation projetée des bâtiments présentés dans la Figure 3 ci-après sont amenés à évoluer.

À ces surfaces s'ajoutent les 9'463 m² de terrain faisant l'objet d'une cession gratuite à la Ville de Veyrier afin de réaliser un équipement public prévu dans la PU au sud-est du périmètre. L'aménagement de cette surface sera détaillé dans les phases suivantes du projet. Elle n'est pas considérée dans le présent rapport.

Le projet prévoit également cinq parkings souterrains répartis sur deux niveaux sous l'ensemble des bâtiments (hypothèse prise en compte à ce stade), d'une emprise maximale d'environ 36'350 m².

La réalisation des 77'000 m² de SBP logements correspondant aux droits à bâtir figurant dans le Tableau 1 ne peut être effectuée qu'en deux phases distinctes :

- a) d'ici fin 2030 : seuls 37'000 m² de SBP logements maximum, correspondant à un potentiel de 370 logements, peuvent être réalisés ;
- b) après 2030 : le solde de 40'000 m² de SBP logements, correspondant à un potentiel de 400 logements, pourra être réalisé ; aucune autorisation de construire ne pourra être délivrée à cet effet avant le 1er janvier 2031.

Sont réservés les réseaux et aménagements extérieurs de surfaces indispensables au projet général, qui peuvent être réalisés en tout temps.

À l'heure actuelle, aucun label particulier n'est visé pour les futurs bâtiments. Les standards énergétiques (HPE et THPE) selon les articles 12B et 12C du REn devront être respectés notamment pour la part d'ENR et la production propre d'électricité (solaire PV).

En conformité avec l'article 16 de la LEn, Les constructions de bâtiments et installations des collectivités publiques, des établissements et fondations de droit public, à l'exception des institutions de prévoyance, et de leurs superficiaires, doivent être conçues et maintenues de manière à satisfaire à un standard de très haute performance énergétique (THPE-2000W).

Les besoins en énergie sont calculés pour les deux standards dans le présent rapport.



3. Besoins énergétiques

3.1 Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Les surfaces brutes de plancher prévues dans le PLQ n°30082 (secteur Cirses) sont présentées au chapitre 2.2 du présent document. Les surfaces de référence énergétique (SRE) calculées correspondent à 90% de la SBP.

Suite à la mise à jour des SBP, les besoins en énergie n'ont pas été recalculés au vu de la faible différence.

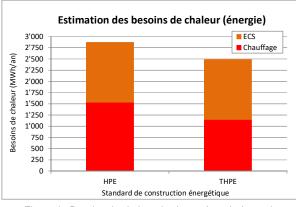
Les standards énergétiques (HPE et THPE) selon les articles 12B et 12C du REn devront être respectés notamment pour la part d'ENR et la production propre d'électricité (solaire PV).

En conformité avec l'article 16 de la LEn, Les constructions de bâtiments et installations des collectivités publiques, des établissements et fondations de droit public, à l'exception des institutions de prévoyance, et de leurs superficiaires, doivent être conçues et maintenues de manière à satisfaire à un standard de très haute performance énergétique (THPE-2000W).

Les bâtiments neufs devront être construits de façon à ne consommer au maximum que 80% des besoins admissibles de chaleur pour le chauffage définis par la norme SIA 380/1 ou devront respecter le standard MINERGIE®. Pour respecter les exigences de Très Haute Performance Énergétique (THPE) au sens de la Loi sur l'Énergie du Canton de Genève, les bâtiments neufs devront être construits de façon à ne consommer au maximum que 60% des besoins admissibles de chaleur pour le chauffage définis par la norme SIA 380/1 ou devront respecter le standard MINERGIE-P®.

L'évaluation des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire (ECS) des bâtiments neufs du PLQ est basée sur la norme SIA 385/2 « Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments – Besoins en eau chaude, exigences globales et dimensionnement ».

Contrairement au concept énergétique de décembre 2014, les besoins n'ont pas été calculés sur la base d'un facteur de forme pessimiste de 1.6 mais sur les formes proposées pour les bâtiments par le bureau d'architecte AETC en juin 2017, cohérents par rapport à l'image directrice et prenant en compte les recommandations architecturales de multiplication des niveaux et des cassures de façade pour les pièces urbaines Salève et Nant. Les besoins de chaleur estimés dans le présent rapport et présentés dans la Figure 4 ci-après sont donc amenés à évoluer.



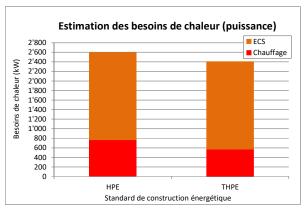


Figure 4 : Besoins de chaleur de site en énergie à gauche et en puissance à droite pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Pour un standard HPE, les besoins de chaleur des bâtiments s'élèvent à 1'500 MWh/an pour le chauffage, ce qui correspond à une puissance de 770 kW, et à 1'300 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, ce qui correspond à une puissance de 1'800 kW.

Pour un standard THPE, les besoins de chaleur des bâtiments s'élèvent à 1'100 MWh/an pour le chauffage, ce qui correspond à une puissance de 580 kW, et à 1'300 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, ce qui correspond à une puissance de 1'800 kW.

3.2 Besoins de froid

Dans un premier temps, il ne semble pas que les nouveaux bâtiments aient besoin d'un rafraîchissement actif. En effet, 98% des SBP sont destinées aux logements et seulement 2% aux activités. Ces activités pourront potentiellement nécessiter d'un refroidissement en fonction de leurs affectations. Cependant, ces dernières n'étant pas encore définies, aucun recours au refroidissement par compression n'est envisagé à ce stade du projet.

Afin d'éviter le recours à une installation de climatisation, toutes les mesures possibles devront être prises, notamment :

- Des mesures constructives et techniques applicables en matière de protection contre les surchauffes (respect des normes SIA 180, 380/1, 382/1, surfaces vitrées adaptées, ouverture des fenêtres, protections solaires, inertie thermique, etc.);
- Maîtriser les charges thermiques internes pour autant que possible en utilisant des appareils économes en énergie notamment en ce qui concerne l'éclairage, en optimisant l'emplacement des sources importantes de charges internes, etc.;
- Favoriser le rafraichissement direct ou naturel.

3.3 Besoins d'électricité

Les besoins d'électricité du site Les Grands Esserts devront respecter l'art. 12B, al. 2 let. c du règlement d'application de la loi sur l'énergie, qui stipule que : « les valeurs cibles relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 380/4 sont respectées pour la ventilation/climatisation et l'éclairage ».

Les besoins d'électricité pour l'ensemble des bâtiments du site peuvent être estimés à environ 2'000 MWh/an. Cependant, afin de limiter au maximum les charges internes, et ainsi les surchauffes estivales, il est important de viser les valeurs cibles de la norme SIA 380/4.

3.4 Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables

La construction de nouveaux bâtiments sur le Canton de Genève implique une part d'énergies non renouvelables d'au maximum 60% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1 pour couvrir les besoins de chauffage et d'ECS du site afin de respecter un standard HPE, et d'au maximum 50% pour respecter un standard THPE.

De plus, un minimum de 30% de renouvelable est exigé par la loi pour couvrir les besoins de chaleur pour l'ECS (en principe couverts par des capteurs solaires thermiques).

Cette part maximale d'énergies non renouvelables pour les nouvelles constructions peut être respectée par différentes mesures qui doivent être judicieusement combinées entre elles : une excellente enveloppe thermique, une ventilation avec récupération de chaleur et une couverture des besoins par des énergies renouvelables.

Les standards énergétiques (HPE et THPE) selon les articles 12B et 12C du REn devront être respectés notamment pour la part d'ENR et la production propre d'électricité (solaire PV).

4. Stratégie énergétique à mettre en œuvre

4.1 Raccordement futur du quartier au réseau thermique cantonal structurant RTS GeniTerre

L'ensemble des partenaires du projet ont déterminé le besoin d'un processus d'amélioration continue du projet urbain. La problématique énergétique en fait partie, a fortiori dans le contexte de pénurie actuelle et de changements climatiques.

Aussi l'effort porté dès la première étape du projet des Grands Esserts permet déjà d'augmenter, dans toute la mesure du possible, la part d'énergie thermique d'origine renouvelable. Evidemment le secteur Cirses bénéficiera de cette amélioration.

Pour soutenir les nouvelles ambitions et en orientant les premiers chantiers en cours, un engagement relatif à la prise en charge du coût des études complémentaires à mener et des mesures conservatoires à prendre pour les pièces urbaines Maison de Vessy, Ferme, Beaux-Champs et l'équipement public Ecole a été pris par SIG en juin 2022 envers la CPEG, la FIVV et la Commune de Veyrier.

Cet engagement de droit privé précise que la fourniture d'énergie pour les premières pièces urbaines sera assurée par la centrale de chauffe existante dans le secteur de l'EMS conformément aux CET des PLQ Ferme, Maison de Vessy, Beaux Champs et Cirses en l'état des connaissances. Pour la suite des développements sans rien changer aux schémas de distribution planifiés et au panel énergétique prévu (récupération, solaire, photovoltaïque etc.) l'énergie fournie proviendra du réseau de chaleur structurant du canton.

Il s'agit d'un réseau primaire déployé par SIG et composé de centrales thermiques alimentées par des pompes à chaleur hydro-thermiques et géothermiques, de la biomasse, l'incinération de déchets ménagers et le gaz naturel permettent la production d'une chaleur déployée via des conduites d'eau surchauffée destinées à alimenter plusieurs quartiers du canton, dont potentiellement celui des Grands Esserts. La votation cantonale du 13 février 2022 Loi 12895 développement des réseaux thermiques structurants (approuvée à 73,07 % à Veyrier) a conforté cette stratégie.

En fin d'année 2021 une étude préliminaire des SIG a démontré la faisabilité et convaincu les opérateurs et leur fournisseur d'orienter l'apport de chaleur nécessaire vers une énergie davantage efficiente plus encore que le pellet de bois prévu initialement. Le concept énergétique final pour la fourniture d'énergie thermique des Grands Esserts consistera à créer un nouveau réseau de chaleur à distance (le « CAD Grands Esserts ») pour l'ensemble du Projet et de le raccorder, dans un premier temps, au réseau de chauffage du quartier existant partant de l'EMS Maison de Vessy-

Le taux d'énergie renouvelable du CAD Grands Esserts atteindra ainsi 80% à l'horizon 2030 et 100% à horizon 2050 selon les objectifs des Réseaux Thermiques Structurants du Plan directeur de l'énergie 2020-2030.

Cette évolution prévue offre la possibilité de répondre au plus haut standard énergétique THPE/2000W selon le règlement d'application de la loi sur l'énergie (REn L2 30.01) en vigueur à la date du présent écrit. La chaufferie existante à l'EMS Maison de Vessy permettant encore une fois de fournir de la chaleur aux pièces urbaines en cours de réalisation, pendant la phase transitoire, jusqu'à leur raccordement au CAD SIG.

Sur le principe et compte tenu des travaux engagés les partenaires du projet s'entendent également pour équiper le domaine routier requalifié avec les conduites énergétiques nécessaires et les branchements en attente. Ces mesures prévisionnelles ou conservatoires prises en charge par SIG.

En lien avec la procédure du PLQ Cirses il est déterminé avec l'Office cantonal de l'énergie qu'en l'absence d'étude de détail disponible pour le déploiement du réseau de chaleur structurant à la date de l'ouverture de la procédure d'opposition contrainte par le besoin urgent d'une école sur le site que le concept énergétique sera affiné lors des phases DD. Pour mémoire le projet de PLQ est soumis à la procédure d'étude d'impact sur l'environnement (EIE), selon l'Ordonnance fédérale relative à l'étude de l'impact sur l'environnement (OEIE) et son Règlement cantonal d'application (K 1 70.05). Conformément aux dispositions légales, la procédure d'EIE liée à l'aménagement d'un quartier comprend deux étapes, la première dans le cadre de l'approbation du PLQ (étape 1) et la seconde au niveau de la procédure d'autorisation de construire (étape 2). A cette échéance SIG aura planifié le réseau d'approvisionnement qui rappelons-le est raccordé en attendant sur la chaufferie existante du quartier.

Pour en être assuré, le règlement du PLQ fixe l'obligation de se raccorder au réseau dès sa mise en service. Les futurs bâtiments doivent se raccorder au réseau thermique cantonal structurant appelé ici RTS GeniTerre lorsqu'il sera disponible.

4.2 Rôle des acteurs concernés

Un tableau de synthèse des acteurs concernés et de leur rôle est donné dans le Tableau 2 ci-après.

Acteur	Rôle général pour la concrétisation du PLQ
CPEG	Maître d'Ouvrage des PU 3 et 4. Les bâtiments visent le standard HPE et le raccordement au futur réseau CAD.
FIV	Maître d'Ouvrage de la PU 5. Les bâtiments visent le standard HPE et le raccordement au futur réseau CAD.
Coopératives	Maître d'Ouvrage de la PU 7. Les coopératives ont des ambitions élevées au niveau énergétique. Les bâtiments visent le standard THPE
EMS Maison de Vessy	Propriétaire actuel de la chaufferie existante, négociations de rachat par SIG en cours de négociations. Réseau CAD déjà existant à l'interne, qui sera raccordé au futur réseau CAD.
SIG	Contracteur énergétique, gestionnaire du futur réseau CAD, négociations de rachat de la chaufferie existante en cours. Conception détaillée, réalisation et exploitation des infrastructures.
Commune de Veyrier	Maître d'ouvrage pour la pièce urbaine de l'équipement public

Tableau 2 : Tableau de synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle

4.3 Mesures conservatoires

La réalisation de la nouvelle chaufferie se faisant conjointement à la réalisation de la pièce urbaine Beaux Champs (PLQ n°30038), elle sera donc déjà en fonction lors de la réalisation du PLQ n°30082 (secteur Cirses). Aucune mesure transitoire n'est donc à prévoir. Cependant, la chaufferie étant justement construite avant certains bâtiments, il est important de prévoir quelques mesures conservatoires indispensables. La centrale de chauffe devra être dimensionnée pour répondre aux besoins de l'ensemble du quartier, y compris les bâtiments des équipements publics encore non définis à ce stade. Il en va de même pour les conduites du réseau CAD, qui devront être dimensionnées et positionnées de façon à être en mesure d'alimenter l'ensemble des bâtiments.

En cas de raccordement des bâtiments des coopératives au CAD, le dimensionnement de la centrale doit également être adapté à leur faible consommation (bâtiments THPE) afin d'éviter tout surdimensionnement de la centrale.

Le potentiel de la géothermie grande profondeur dans le secteur Veyrier – Troinex sera précisé par le programme GEothermie. En cas de résultats favorables, un réseau de chaleur à l'échelle d'un territoire élargi englobant le périmètre des Grands Esserts pourrait être envisagé. Dans ce contexte, il serait judicieux de prévoir des attentes dans la nouvelle chaufferie des Grands Esserts, afin de pouvoir raccorder le réseau des Grands Esserts à ce futur éventuel réseau alimenté par la géothermie moyenne à grande profondeur.

4.4 Proposition de valorisation du potentiel solaire

Tout nouveau bâtiment est en principe équipé de capteurs solaires thermiques, lesquels couvrent au minimum 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'ECS. Le règlement d'application de la loi sur l'énergie (REn) prévoit des exceptions, notamment lorsque ces besoins sont couverts par d'autres énergies renouvelables. Pour ce PLQ, le quartier va être alimenté par un CAD à 50% renouvelable. Ce point sera à discuter au stade des autorisations de construire.

De plus, il est également envisageable de valoriser les toitures par l'installation de panneaux photovoltaïques qui pourraient permettre de compenser la consommation électrique des bâtiments. Les SIG, seul opérateur du réseau de chaleur, s'intéressent au projet de contracting solaire. Cette option pourrait donc également être envisageable dans le cadre de ce PLQ n°30082.

Les standards énergétiques (HPE et THPE) selon les articles 12B et 12C du REn devront être respectés notamment pour la part d'ENR et la production propre d'électricité (solaire PV).

CSD INGENIEURS SA

Eric Säuberli (directeur de succursale)

p.o Sandrine Veyrat (ingénieure de projet)

Genève, le 15.08.2022

Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).

CET 2014-19 Avenant n° 2

CSDINGENIEURS INGÉNIEUX PAR NATURE

Rue du Pult Frankt-Pierre 4
Case postale 3920
1211 Genève 3
20.07.2017

PLQ N°30082 (SECTEUR CIRSES) SITUÉ AU GRANDS ESSERTS SUR LA COMMUNE DE VEYRIER AVENANT N°2 AU CET 2014-19

VERSION 1.0

Carouge, le 20.07.2017 GE01705

CSD INGENIEURS SA

Avenue Industrielle 12

CH-1227 Carouge

t +41 22 308 89 00

f+41 22 308 89 11

e geneve@csd.ch

www.csd.ch

TABLE DES MATIÈRES

1.	INT	RODUCTION	1
2.	MIS	E EN CONTEXTE	2
	2.1	Bases légales et réglementaires	2
	2.2	Périmètre d'étude	3
3.	BES	SOINS ÉNERGÉTIQUES	6
	3.1	Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	6
	3.2	Besoins de froid	7
	3.3	Besoins d'électricité	7
	3.4	Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables	7
4.	STF	RATÉGIE ÉNERGÉTIQUE À METTRE EN ŒUVRE	8
	4.1	Synthèse du concept retenu	8
	4.2	Rôle des acteurs concernés	9
	4.3	Mesures conservatoires	9
	4.4	Proposition de valorisation du potentiel solaire	10
LIS	TE [DES FIGURES	
Figur	e 1 : F	Périmètres du Grand Projet, des pièces urbaines (PU) et du projet de PLQ n°30082	1
Figur	e 2 : F	Parcelles concernées par le projet sur la commune de Veyrier	3
Figur	e 3 : F	Projet PLQ n°30082	4
Figur	e 4 : E	Besoins de chaleur de site en énergie à gauche et en puissance à droite pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire	6
Figur	e 5 : 7	Fracé d'intention du réseau CAD (source : Energestion)	8
LIS	TE [DES TABLEAUX	
Table	eau 1	: Principales caractéristiques des pièces urbaines du PLQ n°30082	3
Table	2 1184	· Tableau de synthèse des acteurs du concent énergétique et de leur rôle	a



PRÉAMBULE

CSD confirme par la présente avoir exécuté son mandat avec la diligence requise. Les résultats et conclusions sont basés sur l'état actuel des connaissances tel qu'exposé dans le rapport et ont été obtenus conformément aux règles reconnues de la branche.

CSD se fonde sur les prémisses que :

- le mandant ou les tiers désignés par lui ont fourni des informations et des documents exacts et complets en vue de l'exécution du mandat,
- les résultats de son travail ne seront pas utilisés de manière partielle,
- sans avoir été réexaminés, les résultats de son travail ne seront pas utilisés pour un but autre que celui convenu ou pour un autre objet ni transposés à des circonstances modifiées.

Dans la mesure où ces conditions ne seraient pas remplies, CSD déclinera toute responsabilité envers le mandant pour les dommages qui pourraient en résulter.

Si un tiers utilise les résultats du travail ou s'il fonde des décisions sur ceux-ci, CSD décline toute responsabilité pour les dommages directs et indirects qui pourraient en résulter.

1. Introduction

Le projet des Grands Esserts, situé sur la commune de Veyrier et identifié dans le plan directeur cantonal (PDCn) 2030 comme l'un des Grands Projets porteurs d'enjeux majeurs du canton, permettra la création d'un nouveau quartier destiné principalement aux logements, mais intégrant également des activités commerciales, des services et des équipements communaux.

Lors de l'étape 1 du Grand Projet « Grands Esserts », trois premiers plans localisés de quartier (PLQ) ont été élaborés et sont actuellement en cours d'adoption. Il s'agit des PLQ 29'983 Maison de Vessy, 30'008 Ferme et 30'038 Beaux-Champs, qui seront réalisés avant 2021.

Dans le cadre de la procédure du PLQ 30082, l'Office de l'Urbanisme et la Caisse de prévoyance de l'État de Genève (CPEG) ont mandaté le bureau CSD Ingénieurs SA en mars 2016 pour établir l'avenant n°2 au concept énergétique territorial (CET) du projet. Le PLQ n°30082 (secteur Cirses) prévoit la valorisation d'un périmètre d'environ 8 hectares situé sur le méandre de Vessy. Il comprend quatre pièces urbaines (PU 3 - Salève, PU 4 - Nant, PU 5 - Lisière, PU 7 - Arve) et une pièce urbaine pour un équipement public, qui seront réalisées entre 2021 et 2030.



Figure 1 : Périmètres du Grand Projet, des pièces urbaines (PU) et du projet de PLQ n°30082

Le présent rapport constitue le deuxième avenant au CET n°2014-19 du Grand Projet « Grands Esserts ». L'objectif de cet avenant est de mettre à jour la stratégie énergétique retenue suite au CET n°2014-19, son avenant n°1 et les diverses études menées par Energestion, sous mandat des SIG, en coordination avec l'OCEN.

La vision d'ensemble et la stratégie de développement et de mise en œuvre du projet Grands Esserts ont été élaborées par le canton, en étroite collaboration avec la commune de Veyrier, la CPEG et la fondation immobilière de la ville de Veyrier (FIVV).

2. Mise en contexte

2.1 Bases légales et réglementaires

La réalisation du présent CET est régie par la loi cantonale sur l'énergie (L 2 30, 1987) et son règlement d'application (L 2 30.01, 1988), modifiés respectivement le 7 et le 31 août 2010. Les exigences relatives à la planification énergétique territoriale sont quant à elles définies dans la Directive relative aux concepts énergétiques territoriaux du 4 août 2010.

Les grandes orientations de la politique énergétique du canton sont définies dans l'art. 1 de la loi sur l'énergie :

- « 1. La présente loi a pour but de favoriser un approvisionnement énergétique suffisant, sûr, économique, diversifié et respectueux de l'environnement.
- 2. Elle détermine les mesures visant notamment à l'utilisation rationnelle et économe de l'énergie et au développement prioritaire de l'exploitation des sources d'énergies renouvelables. »

Dans ce cadre, la loi exige la mise en œuvre d'une planification énergétique territoriale (art. 6, al. 12), définit comme suit : « Le concept énergétique territorial est une approche élaborée à l'échelle du territoire ou à celle de l'un de ses découpages qui vise à :

- a) organiser les interactions en rapport avec l'environnement entre les acteurs d'un même territoire ou d'un même découpage de ce dernier, notamment entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques;
- b) diminuer les besoins en énergie notamment par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie;
- c) développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie;
- d) utiliser le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques. »

Ainsi, le site des Grands Esserts est assujetti à la mise en œuvre d'un CET, qui fait l'objet du présent rapport et qui se doit de respecter les buts (cités ci-dessus) d'un tel concept.

Par ailleurs, toute nouvelle construction sur le territoire du canton doit respecter les standards de Haute Performance Énergétique (HPE), définis dans l'art. 12B du REn (L 2 30.01), et doit également pouvoir satisfaire 30% des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire (ECS) à partir d'énergies renouvelables, en principe des panneaux solaires thermiques (L 2 30 - art. 15 al.2).

Au niveau normatif, les exigences légales et les recommandations à respecter en matière d'énergie dans le bâtiment sont constituées notamment par les documents principaux suivants :

<u>Énergie thermique</u>: norme SIA 380/1 « Besoins de chaleur pour le chauffage », norme SIA 385/2 « Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments – Besoins en eau chaude, exigences globales et dimensionnement » et norme SIA 180 « Protection thermique, protection contre l'humidité et climat intérieur dans les bâtiments » ;

<u>Énergie de refroidissement</u> : norme SIA 382/1 « Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises », norme SIA 382/2 «Bâtiments climatisés – Puissance requise et besoins d'énergie » et norme SIA 180 « Isolation thermique et protection contre l'humidité dans les bâtiments ».

Énergie électrique : norme SIA 380/4 « L'énergie électrique dans le bâtiment ».

2.2 Périmètre d'étude

Le projet de PLQ n°30082 (secteur Cirses) s'étend sur une surface totale d'environ 8 hectares, entièrement inscrite sur le territoire de la commune de Veyrier. Le projet est situé entre la route de Vessy à l'ouest, la route de Veyrier au sud et la lisière forestière au nord et à l'est. Le périmètre est affecté, depuis septembre 2012, en zone de développement 3.

L'emprise du projet est actuellement cultivée et exempte de toute construction. Elle se compose de la parcelle n°3940 appartenant à l'Etat de Genève et de la parcelle n°5459, propriétée de la CPEG (Figure 2).

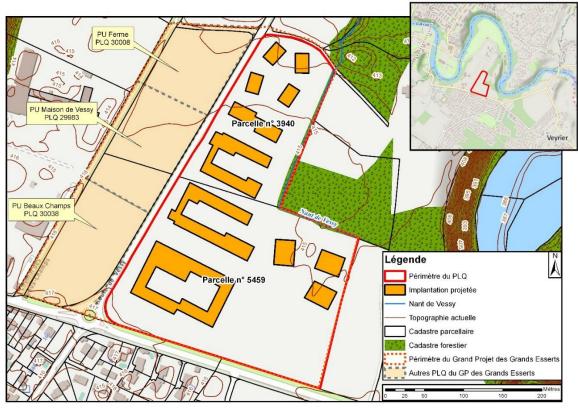


Figure 2 : Parcelles concernées par le projet sur la commune de Veyrier

Selon l'implantation projetée, le programme prévoit la construction de onze bâtiments regroupant 80'100 m² de surface brute de plancher (SBP), dont 78'300 m² voués aux logements et 1'800 m² dédiés aux activités selon la répartition présentée dans le Tableau 1 ci-après.

PU	Niveau (maximum)	Affectation	SBP totale [m ²]
Salève	R+6	Logements	19'000
Saleve	N+0	Activités	1'400
Nant	R+6	Logements	30'250
INdit	N+0	Activités	400
Lisière	R+6	Logements	12'450
Arve	R+6	Logements	16'600
TOTAL PLQ À BÂ	TIR		80'100

Tableau 1 : Principales caractéristiques des pièces urbaines du PLQ n°30082

Au sein des aires d'implantation, la répartition des bâtiments sur les pièces urbaines (PU), ainsi que les différents maîtres d'ouvrage sont présentés sur la Figure 3 ci-après :

- PU n°3 Salève CPEG un bâtiment ;
- PU n°4 Nant CPEG deux bâtiments ;
- PU n°5 Lisière FIVV trois bâtiments ;
- PU n°7 Arve Coopératives cinq bâtiments.



Figure 3: Projet PLQ n°30082

Au stade actuel du projet, seules les SBP et les emprises au sol des bâtiments sont définies. Une mise au concours architectural sera effectuée par la suite. Par conséquent, l'aspect architectural et l'implantation projetée des bâtiments présentés dans la Figure 3 ci-avant sont amenés à évoluer.

À ces surfaces s'ajoutent les 9'463 m² de terrain faisant l'objet d'une cession gratuite à la Ville de Veyrier afin de réaliser un équipement public prévu dans la PU au sud-est du périmètre. L'aménagement de cette surface sera détaillé dans les phases suivantes du projet. Elle n'est pas considérée dans le présent rapport.

Le projet prévoit également cinq parkings souterrains répartis sur deux niveaux sous l'ensemble des bâtiments (hypothèse prise en compte à ce stade), d'une emprise maximale d'environ 36'350 m².

A ce stade du projet et pour la présente analyse, il est prévu que la réalisation du quartier soit planifiée selon les trois phases suivantes :

- Phase 1 : réalisation de la PU n°3 Salève, du bâtiment 4.1 de la PU n°4 Nant et de l'équipement public ;
- Phase 2 : réalisation de la PU n°7 Arve et du bâtiment 4.2 de la PU n°4 ;
- Phase 3 : réalisation de la PU n°5 Lisière ;

À ce stade du projet, la réalisation de l'ensemble du PLQ n°30082 (secteur Cirses) devrait s'étendre entre 2020 et 2030.

À l'heure actuelle, aucun label particulier n'est visé pour les futurs bâtiments. Ils devront au minimum respecter le standard de Haute Performance Énergétique (HPE) de la loi sur l'énergie. Ils pourront également viser le standard Très Haute Performance Énergétique (THPE), tout en prenant en considération les subventions liées à une telle certification. Les besoins en énergie sont calculés pour les deux standards dans le présent rapport.

3. Besoins énergétiques

3.1 Besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Les surfaces brutes de plancher prévues dans le PLQ n°30082 (secteur Cirses) sont présentées au chapitre 2.2 Périmètre d'étude en page 3 du présent document. Les surfaces de référence énergétique (SRE) calculées correspondent à 90% de la SBP.

Afin de respecter les exigences de Haute Performance Énergétique (HPE) au sens de la loi sur l'énergie du canton de Genève, les bâtiments neufs devront être construits de façon à ne consommer au maximum que 80% des besoins admissibles de chaleur pour le chauffage définis par la norme SIA 380/1 ou devront respecter le standard MINERGIE®. Pour respecter les exigences de Très Haute Performance Énergétique (THPE) au sens de la Loi sur l'Énergie du Canton de Genève, les bâtiments neufs devront être construits de façon à ne consommer au maximum que 60% des besoins admissibles de chaleur pour le chauffage définis par la norme SIA 380/1 ou devront respecter le standard MINERGIE-P®.

L'évaluation des besoins de chaleur pour l'eau chaude sanitaire (ECS) des bâtiments neufs du PLQ est basée sur la norme SIA 385/2 « Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments – Besoins en eau chaude, exigences globales et dimensionnement ».

Contrairement au concept énergétique de décembre 2014, les besoins n'ont pas été calculés sur la base d'un facteur de forme pessimiste de 1.6 mais sur les formes proposées pour les bâtiments par le bureau d'architecte AETC en juin 2017, cohérents par rapport à l'image directrice et prenant en compte les recommandations architecturales de multiplication des niveaux et des cassures de façade pour les pièces urbaines Salève et Nant. Les besoins de chaleur estimés dans le présent rapport et présentés dans la Figure 4 ci-après sont donc amenés à évoluer.

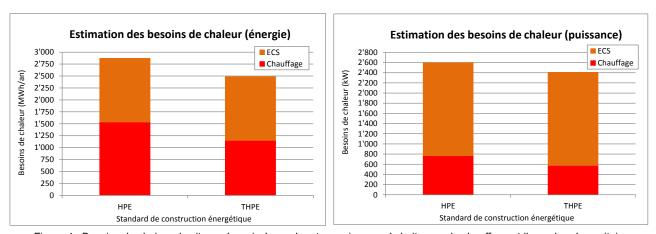


Figure 4 : Besoins de chaleur de site en énergie à gauche et en puissance à droite pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Pour un standard HPE, les besoins de chaleur des bâtiments s'élèvent à 1'500 MWh/an pour le chauffage, ce qui correspond à une puissance de 770 kW, et à 1'300 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, ce qui correspond à une puissance de 1'800 kW.

Pour un standard THPE, les besoins de chaleur des bâtiments s'élèvent à 1'100 MWh/an pour le chauffage, ce qui correspond à une puissance de 580 kW, et à 1'300 MWh/an pour l'eau chaude sanitaire, ce qui correspond à une puissance de 1'800 kW.

3.2 Besoins de froid

Dans un premier temps, il ne semble pas que les nouveaux bâtiments aient besoin d'un rafraîchissement actif. En effet, 98% des SBP sont destinées aux logements et seulement 2% aux activités. Ces activités pourront potentiellement nécessiter d'un refroidissement en fonction de leurs affectations. Cependant, ces dernières n'étant pas encore définies, aucun recours au refroidissement par compression n'est envisagé à ce stade du projet.

Afin d'éviter le recours à une installation de climatisation, toutes les mesures possibles devront être prises, notamment :

- Des mesures constructives et techniques applicables en matière de protection contre les surchauffes (respect des normes SIA 180, 380/1, 382/1, surfaces vitrées adaptées, ouverture des fenêtres, protections solaires, inertie thermique, etc.);
- Maîtriser les charges thermiques internes pour autant que possible en utilisant des appareils économes en énergie notamment en ce qui concerne l'éclairage, en optimisant l'emplacement des sources importantes de charges internes, etc.;
- Favoriser le rafraichissement direct ou naturel.

3.3 Besoins d'électricité

Les besoins d'électricité du site Les Grands Esserts devront respecter l'art. 12B, al. 2 let. c du règlement d'application de la loi sur l'énergie, qui stipule que : « les valeurs cibles relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 380/4 sont respectées pour la ventilation/climatisation et l'éclairage ».

Les besoins d'électricité pour l'ensemble des bâtiments du site peuvent être estimés à environ 2'000 MWh/an. Cependant, afin de limiter au maximum les charges internes, et ainsi les surchauffes estivales, il est important de viser les valeurs cibles de la norme SIA 380/4.

3.4 Pourcentage minimal d'approvisionnement en énergies renouvelables

La construction de nouveaux bâtiments sur le Canton de Genève implique une part d'énergies non renouvelables d'au maximum 60% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1 pour couvrir les besoins de chauffage et d'ECS du site afin de respecter un standard HPE, et d'au maximum 50% pour respecter un standard THPE.

De plus, un minimum de 30% de renouvelable est exigé par la loi pour couvrir les besoins de chaleur pour l'ECS (en principe couverts par des capteurs solaires thermiques).

Cette part maximale d'énergies non renouvelables pour les nouvelles constructions peut être respectée par différentes mesures qui doivent être judicieusement combinées entre elles : une excellente enveloppe thermique, une ventilation avec récupération de chaleur et une couverture des besoins par des énergies renouvelables.

4. Stratégie énergétique à mettre en œuvre

4.1 Synthèse du concept retenu

La stratégie d'approvisionnement énergétique à mettre en œuvre pour assurer les besoins énergétiques du quartier a été développée dans le CET n°2014-19 et l'avenant n°1 à ce CET. Diverses études menées par Energestion, sous mandat des SIG, ont permis de préciser le concept à mettre en œuvre.

La stratégie retenue consiste à créer un nouveau réseau de chaleur à distance (CAD) pour l'ensemble des Grands Esserts et de raccorder ce dernier au réseau de chauffage existant de l'EMS Maison de Vessy.

L'actuelle chaufferie de l'EMS Maison de Vessy est dotée de deux chaudières gaz de 1'000 kW chacune et d'un couplage chaleur-force (CCF) gaz de 160 kW thermiques. Une seule des deux chaudières serait conservée pour assurer une sécurité avec une redondance gaz à 100%. Le CCF serait également conservé. La deuxième chaudière serait supprimée et remplacée par une autre chaudière gaz plus puissante d'environ 1'700 kW. Des négociations sont actuellement en cours entre les SIG, qui souhaitent acquérir cette chaufferie et l'EMS, actuel propriétaire.

De plus, une nouvelle chaufferie serait créée dans la pièce urbaine Beaux-Champs du centre commercial et exploitée par SIG. Cet emplacement particulier permet de réduire le trafic de véhicules lourds dans le quartier pour la livraison du combustible, ainsi qu'une meilleure intégration visuelle de la chaufferie au sein d'une pièce urbaine commerciale avec des bâtiments de plus grande hauteur. Cette nouvelle chaufferie serait équipée au final de deux chaudières bois de 500 kW chacune et de deux chaudières gaz de 1'000 kW chacune.

Un tracé d'intention du futur réseau CAD est représenté dans la Figure 5 ci-après.

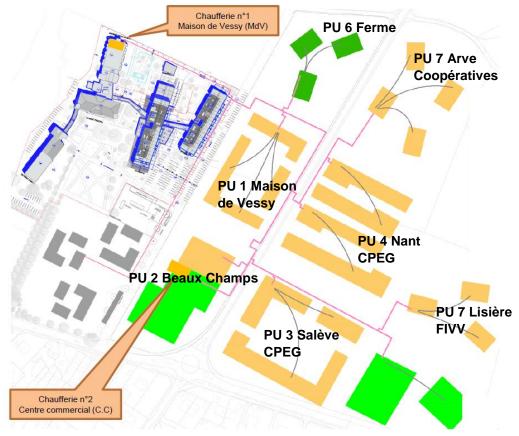


Figure 5 : Tracé d'intention du réseau CAD (source : Energestion)

Les besoins en puissance du Grand Projet des Grands Esserts seraient donc assurés comme suit :

- 40% par les chaudières gaz et le CCF de l'EMS ;
- 40% par les nouvelles chaudières gaz ;
- 20% par les nouvelles chaudières bois.

Selon les diverses études du bureau Energestion, le mix énergétique permettrait de couvrir les besoins en énergie du site à 50% par du gaz et à 50% par du bois. Ainsi, la part maximale admissible d'énergies non-renouvelables ne serait pas dépassée que les bâtiments soient HPE ou THPE. De plus, le choix d'un approvisionnement aux pellets plutôt qu'aux plaquettes permet de réduire de plus de moitié le nombre de camions par mois. En pleine période de chauffe, il faudrait compter environ 8 camions par mois pour l'approvisionnement des chaudières bois.

4.2 Rôle des acteurs concernés

Un tableau de synthèse des acteurs concernés et de leur rôle est donné dans le Tableau 2 ci-après.

Acteur	Rôle général pour la concrétisation du PLQ
CPEG	Maître d'Ouvrage des PU 3 et 4. Les bâtiments visent le standard HPE et le raccordement au futur réseau CAD.
FIVV	Maître d'Ouvrage de la PU 5. Les bâtiments visent le standard HPE et le raccordement au futur réseau CAD.
Coopératives	Maître d'Ouvrage de la PU 7. Les coopératives ont des ambitions élevées au niveau énergétique. Les bâtiments visent le standard THPE et un approvisionnement énergétique autonome et 100% renouvelable. Le raccordement de ces bâtiments au CAD n'est pas encore certain.
EMS Maison de Vessy	Propriétaire actuel de la chaufferie existante, négociations de rachat par SIG en cours de négociations. Réseau CAD déjà existant à l'interne, qui sera raccordé au futur réseau CAD.
SIG	Contracteur énergétique, gestionnaire du futur réseau CAD, négociations de rachat de la chaufferie existante en cours. Conception détaillée, réalisation et exploitation des infrastructures.

Tableau 2 : Tableau de synthèse des acteurs du concept énergétique et de leur rôle

Le réseau CAD sera réalisé qu'elle que soit la décision finale des coopératives sur le fait de se raccorder ou non à ce réseau. Le fait que les coopératives aient l'ambition d'être autonome en énergie et visent un approvisionnement énergétique 100% renouvelable leur laisse la possibilité de ne pas se raccorder à ce réseau CAD à 50% renouvelable. Cependant, dans le cas où l'objectif d'un approvisionnement 100% renouvelable et non fossile ne serait pas atteint, les coopératives pourraient être sommées à l'obligation de se raccorder au CAD. Enfin, les coopératives devront respecter le planning des SIG quant à leur décision finale de raccordement.

4.3 Mesures conservatoires

La réalisation de la nouvelle chaufferie se faisant conjointement à la réalisation de la pièce urbaine Beaux Champs (PLQ n°30038), elle sera donc déjà en fonction lors de la réalisation du PLQ n°30082 (secteur Cirses). Aucune mesure transitoire n'est donc à prévoir. Cependant, la chaufferie étant justement construite avant certains bâtiments, il est important de prévoir quelques mesures conservatoires indispensables. La



centrale de chauffe devra être dimensionnée pour répondre aux besoins de l'ensemble du quartier, y compris les bâtiments des équipements publics encore non définis à ce stade. Il en va de même pour les conduites du réseau CAD, qui devront être dimensionnées et positionnées de façon à être en mesure d'alimenter l'ensemble des bâtiments.

En cas de raccordement des bâtiments des coopératives au CAD, le dimensionnement de la centrale doit également être adapté à leur faible consommation (bâtiments THPE) afin d'éviter tout surdimensionnement de la centrale.

Le potentiel de la géothermie grande profondeur dans le secteur Veyrier – Troinex sera précisé par le programme GEothermie 2020. En cas de résultats favorables, un réseau de chaleur à l'échelle d'un territoire élargi englobant le périmètre des Grands Esserts pourrait être envisagé. Dans ce contexte, il serait judicieux de prévoir des attentes dans la nouvelle chaufferie des Grands Esserts, afin de pouvoir raccorder le réseau des Grands Esserts à ce futur éventuel réseau alimenté par la géothermie moyenne à grande profondeur.

4.4 Proposition de valorisation du potentiel solaire

Tout nouveau bâtiment est en principe équipé de capteurs solaires thermiques, lesquels couvrent au minimum 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'ECS. Le règlement d'application de la loi sur l'énergie (REn) prévoit des exceptions, notamment lorsque ces besoins sont couverts par d'autres énergies renouvelables. Pour ce PLQ, le quartier va être alimenté par un CAD à 50% renouvelable. Ce point sera à donc à discuter au stade des autorisations de construire.

De plus, il est également envisageable de valoriser les toitures par l'installation de panneaux photovoltaïques qui pourraient permettre de compenser la consommation électrique des bâtiments. Les SIG, seul opérateur du réseau de chaleur, s'intéressent au projet de contracting solaire. Cette option pourrait donc également être envisageable dans le cadre de ce PLQ n°30082.

CSD INGENIEURS SA

8 Lh

Eric Säuberli (directeur de succursale)

p.o Sandrine Veyrat (ingénieure de projet)

Genève, le 20.07.2017

 $W: \label{lem:condition} W: \label{lem:condi$

Pour préserver l'environnement, CSD imprime ses documents sur du papier 100 % recyclé (ISO 14001).



G2050 / 11 décembre 2014 Etat de Genève - DALE / OU / DDURG, Genève

GRAND PROJET « GRANDS ESSERTS », VEYRIER GE CONCEPT ENERGETIQUE TERRITORIAL

CET 2014-19

OFFICE CANTONAL

DE L'ENERGIE

Rue du Puits-Saint-Pierre 4

Case postale 3920 1211 Genève 3

1 5 DEC. 2014

Pierre-Olivier Maradan, géologue, BENEFR, SIA Camille Orthlieb, ing. env. dipl. EPFL Jonathan Sidler, ing. env. dipl. EPFL J:\G\G2050\07 rapports\CET\Rapp002 non fusionné\rap0002 concept énergétique_version définitive_v4.docx JS

Feuille de validation et suivi des modifications du concept énergétique territorial

Cette feuille faite partie intégrante du CET validé

CET 2014-19 associé au PLQ "Maison de Vessy" faisant partie du Grand Projet "Les Grands-Esserts"

Commentaires de l'OCEN

Ce CET permet de comprendre les enjeux liés à l'approvisionnement énergétique de ce territoire. Des échanges entre les différents partenaires du projet ont permis d'appréhender ces enjeux en rapport avec les objectifs et contraintes propres à chaque acteur, notamment les enjeux économiques.

Ces échanges doivent être poursuivis pour traiter les questions liées au mix final des énergies, aux problématiques dues au phasage du développement des Grands-Esserts et les mesures conservatoires et solutions transitoires qui en découleraient ainsi que l'apparition de modes de transformation efficaces sur ce périmètre.

Bon pour validation:

Date: 15.12.2014

Visa:

Fabrice Guignet
Adjoint scientifique

Feuille de contrôle

Mandant

Contact Nom: Etat de Genève - DALE / OU / DDURG

Téléphone: 022 546 00 04

Email: benjamin.villard@etat.ge.ch

PPLUS Sàrl

Responsable Nom: Pierre-Olivier Maradan

Téléphone : 032 724 90 24 Email : info@pplus.ch

Modifications:

Modification	Descriptif	Visa	Date
1.3	Version définitive	JS	11.12.2014

Distribution:

Nom	Organisation	Nombre
B. Villard	Etat de Genève – DETA / OU / DDU Rive	pdf
C. Gachoud	Group8	pdf

C	ONTE	ENU PAGE	
1		MISE EN CONTEXTE	1
	1.1	Définition des objectifs du concept énergétique territorial	1
	1.2	Résultats attendus	1
	1.3	Localisation géographique, caractérisation du site et de son environnement	2
	1.4	Contexte politique et institutionnel	2
	1.5	Cadre légal	2
	1.6	Concepts énergétiques territoriaux en lien avec le périmètre concerné	4
	1.7	Projets d'aménagement en cours ou à venir sur la zone et à proximité	6
	1.8	Contexte environnemental	8
	1.8.1	Qualité de l'air	8
	1.8.2	Hydrogéologie	8
	1.8.3	Hydrologie	8
2		TAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUE	9
	2.1	Cartographie des ressources	9
	2.2	Potentiel des ressources énergétiques pour la production de chaleur	9
	2.3	Potentiel des ressources énergétiques pour la production d'électricité	16
	2.4	Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques actuels et évolution future	18
	2.5	Les acteurs concernés et leur rôle	30
	2.6	Les infrastructures énergétiques existantes et projetées	30
3		PROPOSITIONS ET ANALYSE DE STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES	
L	OCAL 3.1	Stratégies de valorisation du potentiel énergétique local	31 31
	3.2	Stratégies d'approvisionnement	31
	3.2.1	Stratégies d'action sur les besoins	31
	3.2.2	Stratégies d'approvisionnement (approche en termes de filières)	31
	3.2.2.		32
	3.2.2.	·	33
	3.3	Mesures à prévoir pour les niveaux de planification inférieurs	33
	3.4	Mesures transitoires	34
1	_	SYNTHÈSE DES ORIENTATIONS ET DES RECOMMANDATIONS	34
4 P		LES ACTEURS CONCERNÉS Production décentralisée	35 35
	4.2	Production centralisée	36

TABLEAUX

Tableau 1 : Surface brut de plancher totale (plan guide T2 – novembre 2013)21
Tableau 2 : Besoins de chaleur utile pour le chauffage
Tableau 3 : Evolution des besoins de chaleur pour le chauffage pour des bâtiments Haute Performance Energétique (HPE)
Tableau 4 : Evolution des besoins de chaleur pour le chauffage pour des bâtiments Très Haute Performance Energétique (THPE)
Tableau 5 : Besoins de chaleur utile pour le chauffage de l'ECS27
Tableau 6 : Besoins électriques utiles du projet
Tableau 7 : Echelles des stratégies d'approvisionnement
Tableau 8 : Classement des sources de chaleur pour une production centralisée 32
Tableau 9 : Scénarios d'approvisionnement possibles pour une production centralisée 33
Tableau 10 : Classement des sources de chaleur pour une production décentralisée 33
Tableau 11 : Scénarios d'approvisionnement possibles pour une production décentralisée
FIGURES
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)2
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)
Figure 1 : Plan de situation (1:25'000)

SOURCES/DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- [1] Loi sur l'énergie de l'Etat de Genève (L 2 30, du 7 novembre 1987)
- [2] Règlement d'application de la loi sur l'énergie de l'Etat de Genève (L 2 30.01, du 22 septembre 1988)
- [3] Directive relative au concept énergétique territorial Service de l'énergie, Version n°1, Août 2004
- [4] Concept énergétique de quartier « Maison de Vessy », Energestion, Janvier 2007, M. Martial Gotz.
- [5] CET 2011-39 Secteur des Cherpines
- [6] CET 2011-20 Zones Agricoles Spéciales
- [7] CET 2012-11 Secteur Carouge-Arve
- [8] Cahier des charges GP Les Grands-Esserts, Mandat de maîtrise d'œuvre urbaine Dossier d'appel d'offres
- [9] Point presse du Conseil d'Etat, 30 janvier 2013, M. Pierre Maudet, conseiller d'Etat & Mme Anja Wyden Guelpa, chancelière d'Etat
- [10] Récupération de chaleur http://www.crem.ch/files/content/sites/crem ntr/files/CREM2011/EVENEMEN TS2010/SemPOMPEACHALEUR2010-20100325/FR.pdf
- [11] www.minergie.ch
- [12] Questionnaire MINERGIE-ECO, Habitat collectif
- [13] CET PLQ Communaux d'Ambilly, Janvier 2010

1 MISE EN CONTEXTE

1.1 Définition des objectifs du concept énergétique territorial

L'objectif de ce rapport est de fournir des éléments d'aide à la décision pour appuyer le choix d'une politique énergétique dans le cadre du Grand Projet des Grands-Esserts. Ce concept énergétique, approche élaborée à l'échelle du Plateau de Vessy vise, d'après [1], à :

- a) Organiser les interactions en rapport avec l'environnement entre les acteurs institutionnels, professionnels et économiques liés au projet
- b) Diminuer les besoins en énergie par la construction de bâtiments répondant à un standard de haute performance énergétique et par la mise en place de technologies efficaces pour la transformation de l'énergie
- c) Développer des infrastructures et des équipements efficaces pour la production et la distribution de l'énergie
- d) Utiliser autant que possible le potentiel énergétique local renouvelable et les rejets thermiques.

Les Grands Projets d'aménagement représentent pour l'OCEN l'opportunité d'étudier et de développer des projets pilotes en matière d'énergie.

Dans le cas spécifique des Grands-Esserts, il est à noter l'implication des futurs constructeurs, la caisse de pension de l'Etat de Genève (CPEG), dans l'élaboration du concept énergétique.

1.2 Résultats attendus

Le résultat visé par ce concept énergétique est, à partir d'un état des lieux des ressources, besoins, acteurs et infrastructures, de proposer des stratégies de valorisation des ressources locales et des stratégies d'approvisionnement visant à satisfaire, à court comme à plus long terme, les besoins du futur quartier des Grands-Esserts, en cohérence avec les objectifs de politique énergétique, soit la société à 2000 watts sans nucléaire comme vision à long terme [8].

Les résultats attendus sont des propositions de stratégies énergétiques pour ce futur quartier en se basant sur :

- Un engagement optimal des ressources locales ;
- Une gestion de la demande par la construction de bâtiments à haut, voire très haut standard énergétique (selon Art. 12Q, REn);
- Des transformations aussi efficaces que possibles de l'énergie dans le but de globalement tendre vers une limitation des émissions de CO₂ et le concept d'une société à 2000 watts sans nucléaire;
- Des solutions économiquement et socialement acceptables ;
- Un système capable d'évoluer au cours du temps vers d'autres sources d'énergie.

Pour ce faire, la définition de périmètres de pertinence en fonction des stratégies possibles est utile.

1.3 Localisation géographique, caractérisation du site et de son environnement

Le site du Grand Projet des Grands-Esserts se situe au cœur du Plateau de Vessy sur la commune de Veyrier à cheval sur la Route de Vessy et le long de la Route de Veyrier. Le périmètre jouxte l'EMS de la Maison de Vessy ainsi que le nouveau quartier des architectes Bonnet. À l'Est, une lisière forestière et le lit du Nant de Vessy le délimite. Le site, d'une surface de 11.5 ha, est actuellement en zone de développement 3 et il est utilisé pour l'agriculture. Il est composé de 4 parcelles, dont 3 appartiennent au futur constructeur, la CPEG. La parcelle restante appartient à l'Etat de Genève.

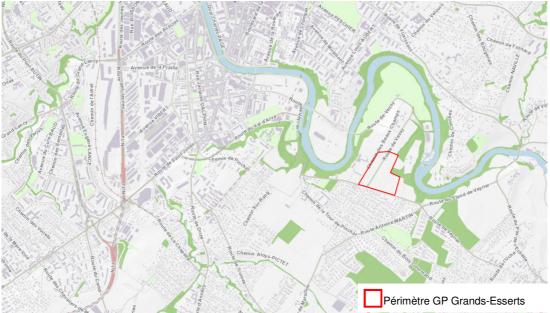


Figure 1: Plan de situation (1:25'000)

1.4 Contexte politique et institutionnel

Le présent rapport est établi dans le cadre de l'élaboration du Grand Projet des Grands-Esserts sur la commune de Veyrier.

Dans ce cadre, le bureau Group8 ainsi qu'une équipe de spécialistes ont été mandatés par l'Etat de Genève pour la mission de Maîtrise d'Œuvre Urbaine du Grand Projet des Grands-Esserts. Le bureau PPLUS sàrl intervient dans cette équipe pour les aspects liés à l'environnement. Ce projet a pour bût la réalisation d'études nécessaires à la formalisation du PLQ sur le périmètre concerné. Il doit s'inscrire dans la continuité :

- des études précédentes
- des résultats et recommandations des MEP
- des études de mobilité
- de l'accord entre l'Etat de Genève et la ville de Veyrier du 3 mai 2012.

1.5 Cadre légal

La réalisation du présent concept énergétique territorial (CET) est régie par la loi cantonale sur l'énergie (L 2 30, 1987) [1] et son règlement d'application (L 2 30.01, 1988) [2]. Les exigences relatives à la planification énergétique territoriale sont

quant à elles définies dans la Directive relative au concept énergétique territorial du 4 août 2010 [3].

Les grandes orientations de la politique énergétique du canton sont définies dans l'art. 1 de la loi sur l'énergie :

- 1. La présente loi a pour but de favoriser un approvisionnement énergétique suffisant, sûr, économique, diversifié et respectueux de l'environnement
- 2. Elle détermine les mesures visant notamment à l'utilisation rationnelle et économe de l'énergie et au développement prioritaire de l'exploitation des sources d'énergies renouvelables.

Dans ce cadre, la loi exige la mise en œuvre d'une planification énergétique territoriale définit à l'art. 6, al.12 Len comme explicité au point 1.1.

L'art. 11 al. 2 LEn précise le champ d'application de ces CET :

« En matière d'aménagement du territoire, les plans directeurs de quartier, les plans localisés de quartier, les plans localisés agricoles et les plans visés à l'article 13, al. 1, lettre b de la loi d'application de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire, du 4 juin 1987, comportent un concept énergétique territorial. »

Ainsi, la mission de Maîtrise d'Œuvre Urbaine ayant pour objectif, de réaliser les études nécessaires à la formalisation de PLQ sur le périmètre concerné, le périmètre des Grands-Esserts est soumis à l'établissement d'un concept énergétique territorial (CET), qui fait l'objet du présent rapport.

La Directive relative au concept énergétique territorial du 4 août 2010 précise le contenu, les modalités d'élaboration et la forme d'un concept énergétique territorial.

Concernant les réseaux de chaleur à distance, l'art. 22, al. 2 LEn définit l'obligation de raccordement si :

- « a) le réseau correspond à une utilisation plus rationnelle de l'énergie que les autres sources d'énergies envisageables ;
- b) elle satisfait pour l'usager au principe de proportionnalité ».

1.6 Concepts énergétiques territoriaux en lien avec le périmètre concerné

Pour la cohérence et l'intégration de ce concept énergétique, les résultats de trois concepts énergétiques traitant de territoires proche des Grands-Esserts sont passés en revue.

La localisation des différents concepts énergétiques est visible dans la Figure 2.

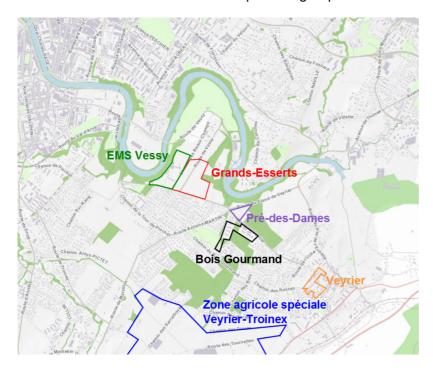


Figure 2 : Concepts énergétiques territoriaux en lien avec le périmètre concerné

1.6.1. Concept énergétique de quartier de la Maison de Vessy

Le concept énergétique de quartier « Maison de Vessy » [4] est une analyse énergétique de la totalité du plateau de Vessy : EMS Maison de Vessy, Immeubles Bonnet, Grands-Esserts avec groupe scolaire et extension de la crèche de la cigogne, présentant le calcul des besoins et des potentiels. Il conseille le choix d'une production centralisée, dimensionnée dans un premier temps pour alimenter la Maison de Vessy et les immeubles Bonnet (Fondation Privée HLM).

Etat actuel:

- Centrale de chauffe au gaz (haute température 70°C) utilisée à la totalité de sa capacité.
- couplage chaleur-force (en fonction depuis 2 ans) au gaz dimensionné pour le ruban électrique de l'EMS.

Dimensionnement, d'après Energestion :

 Conduite d'approvisionnement en direction des immeubles Bonnet surdimensionnée d'un facteur 3 (D100) dans la situation actuelle, pour un futur raccordement des Grands-Esserts. Le surdimensionnement de cette conduite a été financée par l'OCEN à titre de mesure conservatoire. La situation est visible en Annexe 1.

- 8.5 MW pourrait être fournis par cette conduite, soit l'approvisionnement pour une surface chauffée de 180'000 m2.

- Centrale de chauffe actuellement exploitée dans sa totalité, des agrandissements seraient donc nécessaires en cas de raccordement des Grands-Esserts. L'espace nécessaire à cet agrandissement est d'ores et déjà réservé dans le parc de l'EMS.

L'EMS de Vessy a créé une société indépendante pour la gestion de la production énergétique du CAD : « VESSY-ENERGIE Sàrl ». Actuellement, le quartier Bonnet est approvisionné en énergie par Vessy Energie.

Dans les prévisions de la Maison de Vessy :

- le CAD actuellement au gaz,
- s'il est étendu aux Grands-Esserts, il devrait migrer vers un approvisionnement 75% bois, 25% gaz.

Bien que les ressources de bois locales soient déjà utilisées par le CAD de Bois-Gourmand, d'autres sources d'approvisionnement en bois sont possibles dans l'agglomération franco-valdo-genevoise. Ces potentialités sont développées dans la partie 2.2.1 Biomasse – bois.

1.6.2. CET 2012-13 PDZIA Pré-des-Dames

Ce concept énergétique territorial a été développé dans le cadre du Plan Directeur de Zone Industrielle et Artisanale du Pré-des-Dames, sa validation date de décembre 2012.

Trois principales stratégies y sont esquissées :

- A. Locale : Champ de corbeilles géothermiques pour l'énergie thermique et panneaux solaires photovoltaïques pour l'énergie électrique.
- B. CAD + CCF pour le périmètre du Pré-des-Dames puis à terme les Grands-Esserts puis potentiel connexion à la zone villa, le quartier des Quibières et le CAD bois de la commune de Veyrier (CAD de Bois Gourmand).
- C. PAC sur l'Arve, grâce à la proximité des rives de l'Arve et à terme approvisionner la zone villa, voire les Grands-Esserts (chauffage basse température). En revanche, le cadastre forestier, l'instabilité des berges et la zone de protection des rives de l'Arve risquent de poser problème.

Le CET du Pré-des-Dames aborde un possible raccordement des Grands-Esserts et du quartier des Quibières à leur système énergétique. Cependant, les phasages de ces différents projets ne concordent pas dans le temps, et risquent de poser problème dans la mise en œuvre des raccordements.

1.6.3. CET 2011-20 « Zones agricoles spéciales »

Cette étude présente un concept énergétique global pour les différentes zones agricoles spéciales du canton de Genève. C'est la ZAS Veyrier-Troinex qui nous intéresse plus particulièrement, puisqu'elle se situe à proximité du périmètre des Grands-Esserts. En revanche, la zone villa se trouve entre les Grands-Esserts et la ZAS.

L'étude s'oriente vers une centrale de chauffe au bois avec un appoint gaz et un couplage chaleur-force (CCF). Cette ZAS ne semble pas produire de déchets organiques qui puissent être énergétiquement valorisés sur les Grands-Esserts.

1.7 Projets d'aménagement en cours ou à venir sur la zone et à proximité

Les principaux projets d'aménagement alentours sont :

- la construction récente du quartier d'habitation Bonnet
- l'agrandissement de l'EMS Maison de Vessy.

1.7.1. Quartier d'habitation- Architectes Bonnet

- Bâtiments: 3 grands volumes compacts contenant 108 appartements LUP HLM LGZD locatifs de 4, 5 et 6 pièces.
- Maître de l'ouvrage (MEP) : Hospice général & Fondation Privée pour des logements à loyers modérés (FPLM)
- Architectes: Pierre Bonnet et Mireille Adam Bonnet

1.7.2. PDZIA Pré-des-Dames

La zone industrielle et artisanale du Pré-des-Dames est prévue pour accueillir dès 2015 ses premiers bâtiments. La surface brute de plancher prévue est de 16'720 m².

1.7.3. Veyrier

Le périmètre de la commune de Veyrier est représenté dans la Figure 3, avec la localisation de deux zones qui nous intéressent particulièrement du point de vue énergétique : le centre du village, le quartier des Carpières, et la zone villa à proximité immédiate du quartier des Grands-Esserts.



Figure 3 : Commune de Veyrier

En Annexe 2 et Annexe 3, des cartes des consommations en énergie fossile et électrique de la commune de Veyrier sont présentées. Elles permettent de se rendre compte de l'importance du tissu de villas (16 GWh/an pour le sous-secteur directement au sud du GP) et du centre de Veyrier (18.7 GWh/an) qui sont très

dépendants des énergies fossiles et qui devront migrer à des énergies plus durables à l'avenir.

a. Centre du village

Le centre de Veyrier est particulièrement énergivore par rapport au reste de la commune, avec une forte prépondérance d'énergies fossiles. Le tissu urbain de type zone villa a généré au fil des années l'implantation d'un grand nombre de chaudières individuelles souvent au mazout ou au gaz. D'ici 50 ans, ces systèmes de chauffage migreront/seront obligés de migrer vers des sources d'approvisionnement énergétique plus durable.

D'ores et déjà, la commune de Veyrier a mis en œuvre et exploite un réseau de chauffage à distance alimenté par une chaudière à bois d'une puissance de 1MW, situé à proximité du périmètre des Grands-Esserts (centrale de chauffe de Bois Gourmand). Ce réseau produit la chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire de deux écoles, du service des routes et de 70 appartements. Selon les informations provenant du concept énergétique du PDZIA Pré-des-Dames et des informations fournies par la commune de Veyrier, le réseau CAD approvisionné par une chaudière à bois a déjà atteint sa pleine capacité et exploite actuellement l'intégralité du gisement renouvelable de bois de chauffage des forêts de la commune. Son exploitation est faite par EKZ (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich – Services industriels du canton de Zürich) dans le cadre d'un contracting.

b. Veyrier, Zone Villa

Comme expliqué dans la partie a., la zone villa de Vessy, à proximité des Grands-Esserts, possède un approvisionnement énergétique constitué d'un grand nombre de petites chaudières individuelles (voir Figure 4).

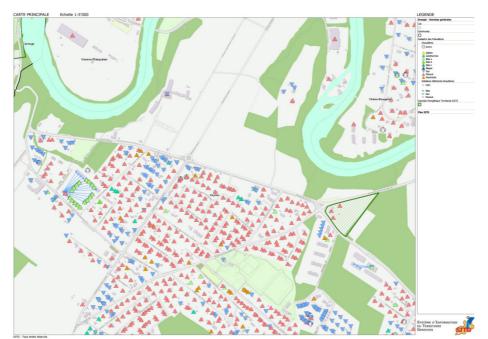


Figure 4 : Cadastre des chaudières

1.8 Contexte environnemental

Le diagnostic environnemental du périmètre des Grands-Esserts est effectué dans un rapport à part entière. Les thèmes les plus pertinents, en lien avec l'énergie, sont précisés ci-dessous.

1.8.1 Qualité de l'air

D'après les mesures effectuées par le Service cantonal de la protection de l'air (SABRA), les trois principaux polluants caractéristiques, à savoir les particules fines PM10, le dioxyde d'azote NO₂ et l'ozone O₃ approximent les valeurs limites fixées par l'OPair. A savoir :

- ~28 μm/m³ pour le NO₂ contre 30 μm/m³ autorisés par l'OPair,
- 23 μm/m³ pour les PM₁₀ contre 20 μm/m³ pour l'OPair,
- 306 dépassements annuels (2011) de la concentration d'ozone (O₃) de 120 μm/m³ contre 1 dépassement annuel autorisé par l'OPair.

1.8.2 Hydrogéologie

La nappe du Genevois constitue la réserve en eau potable souterraine la plus importante du canton. Elle est relativement bien protégée des atteintes extérieures par des couches argileuses très peu perméables.

Le périmètre des Grands-Esserts étant situé au droit de cette nappe phréatique, la géothermie à grande et moyenne profondeur n'est pas envisageable.

Afin de ne pas mettre en danger la nappe phréatique du Genevois et sous réserve de la réalisation d'études géologiques précises, la profondeur utile potentiellement exploitable par géothermie a été évaluée à 10m.

1.8.3 Hydrologie

La proximité de l'Arve permet d'envisager l'utilisation de la rivière pour des opérations de récupération de chaleur ou de production de froid. L'Arve pourrait intervenir comme élément d'approvisionnement d'un réseau de CAD. Toutefois, il faut tenir compte du fait que la zone de protection des rives de l'Arve couvre tous les accès de notre périmètre à l'Arve et que les constructions et aménagements dans cette zone de protection sont particulièrement règlementés. De plus, l'instabilité des berges de l'Arve peut rendre difficile la construction d'installations.

2 ETAT DES LIEUX ÉNERGÉTIQUE

2.1 Cartographie des ressources

L'état des lieux des ressources énergétiques alentours nous permet de dresser la carte ci-dessous. On remarque que le réseau de gaz est disponible aux alentours du site.

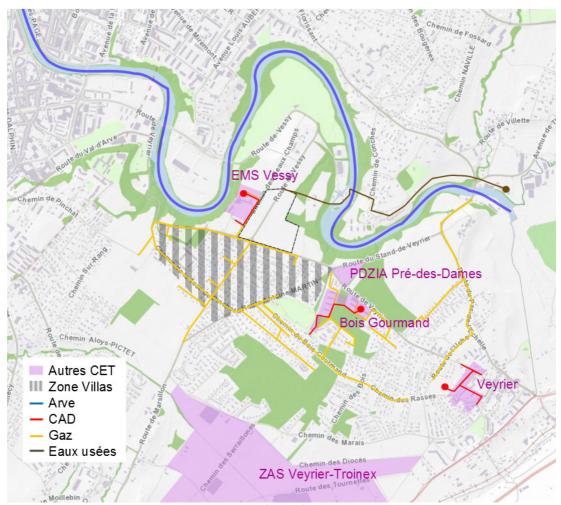


Figure 5 : Etat des lieux des ressources énergétiques alentours

2.2 Potentiel des ressources énergétiques pour la production de chaleur

2.2.1. Biomasse – bois

Potentiel

D'après les services techniques de la commune de Veyrier (selon CET Pré-des-Dames), la commune de Veyrier a développé un CAD alimenté par une chaudière à bois d'une puissance de 1 MW. Ce CAD a déjà atteint sa pleine capacité et exploite actuellement l'intégralité du gisement renouvelable de bois de chauffage des forêts de la commune.

Toutefois, le Conseil d'Etat, dans son point presse du 30 janvier 2013, annonce que « De nouvelles filières [bois] pourraient être créées dans l'Ain afin de produire quelques 10'000 tonnes de bois par année. Ce bois pourrait alimenter une ou plusieurs installations à créer ». Cela signifie donc que la possibilité d'un CAD bois reste envisageable pour les Grands-Esserts avec un périmètre d'approvisionnement agrandi à l'agglomération franco-valdo-genevoise.

Comme il a été mentionné précédemment, la conduite de sortie de la centrale de l'EMS a déjà été dimensionnée (D300) en vue d'un potentiel raccord des Grands-Esserts.

Concernant le potentiel chiffré de cette ressource, la société Energestion estime que 8.5 MW peuvent être fournis par la centrale de Vessy, par rapport à la taille de la conduite de raccordement. La puissance nécessaire à la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire pour la totalité du quartier est inférieure à 8 MW. Dès lors un approvisionnement 100% est envisageable.

Le développement d'un projet commun entre les Grands-Esserts et la Maison de Vessy représente probablement un levier pour la transition énergétique de la Maison de Vessy.

Toutefois, le développement d'une centrale de chauffe propre au quartier des Grands-Esserts n'est pas exclu.

Contraintes

Les concentrations des trois polluants caractéristiques étant proches des valeurs limites de l'OPair, il faudra veiller à installer des dispositifs de filtration des fumées efficaces, souvent très coûteux.

Par ailleurs, des calculs ont été effectués afin de connaitre le nombre de camions nécessaires à l'approvisionnement en bois des chaudières. Selon nos calculs, une fois le quartier terminé et si tous les besoins sont couverts par des chaudières à bois, il faudrait 14 semi-remorques (70 m³ de plaquette/camion) par mois pour les mois les plus froids (décembre-janvier). Durant l'été, trois semi-remorques par mois seront nécessaires. Les calculs de volume d'approvisionnement en bois sont disponibles en Annexe 5.

Un chauffage au bois fournira de la chaleur haute température alors que des bâtiments neufs HPE ou THPE ne requièrent que de la basse température. Dans ce contexte, une ressource haute température comme le bois ne fait de sens que si elle est combiné avec une production d'électricité (couplage chaleur-force, CCF) qui permet de valoriser la différence de température. Une centrale de gazéification du bois (production de biogaz) adjointe à un couplage chaleur-force serait également envisageable. Le principe de cogénération répond au but de la loi sur l'énergie en matière d'utilisation rationnelle de l'énergie.

La centrale de chauffe de la société Vessy Energie pourrait migrer au bois si les Grands-Esserts s'y raccordent.

Recommandations

- Les services de l'Environnement et de l'Energie se positionnent plutôt pour un raccord à la centrale de l'EMS que la construction de plusieurs centrales à bois individuelles, dans la mesure où cela induirait la transition énergétique pour

l'EMS (diminution de la consommation d'énergie fossile), permettrait des économies d'échelles, limiterait le nombre de point d'émissions et permettrait un investissement efficace et rationnel au niveau de la filtration des fumées.

Suite à différents échanges entre l'OU, la CPEG et la Maison de Vessy, la société Energestion a réalisé une étude sur les différentes solutions d'approvisionnement énergétique du nouveau quartier (cf. annexe 10, étude Energestion, mai 2014). Les différents paramètres et évaluations y sont exposés. Les coûts d'infrastructures et de constructions des réseaux nécessaires, le cas échéant, ont donc pu être évalués. Le compte rendu de cette étude se trouve en annexe.

Selon cette étude, si l'on considère le coût de l'énergie thermique à terme, la solution la moins coûteuse est celle de se raccorder sur le chauffage à distance existant et de produire l'énergie thermique à base de bois et de gaz. De cette façon, les émissions de CO2 sont réduites par rapport aux autres solutions et diminuent l'impact de la taxe.

Pour des raisons d'entretien, les chaudières à bois sont arrêtées durant l'été et remplacées par des chaudières à gaz. Sauf cas dérogatoire, un appoint solaire devrait être en place, apportant une part non négligeable d'énergie durant l'été, réduisant le temps de fonctionnement des chaudières à gaz.

2.2.2. Biomasse - matière organique fermentescible/déchets organiques

Potentiel

Deux projets de valorisation énergétique de la biomasse sont en cours à Genève : Rive Gauche Bioénergie et Pôle Bio.

Le projet Rive Gauche Bioénergie (avec la société Fonroche) vise à valoriser des déchets organiques pour la production de chaleur et d'électricité après méthanisation sur la zone agricole spéciale de Troinex. L'énergie produite par ce procédé (~800 kW électrique avec cogénération) sert intégralement au chauffage des serres. La taille de l'installation ne permet pas de nouveau raccordement, les déchets organiques des serres sont entièrement utilisés et la consommation énergétique des Grands-Esserts serait trop importante pour se relier à cette installation.

Le projet Pôle Bio se concentre surtout sur la rive droite. Il projette l'exploitation du gisement de déchets verts Rhône Chatillon, dans le but de produire de l'électricité (distribuée par les SIG), de la chaleur (réinjectée dans le CADIOM) et du biogaz (revendu par les SIG). Ce projet est trop éloigné du site pour que les Grands-Esserts soient concernés.

Contraintes

L'apport d'énergie par méthanisation demande l'installation d'un méthaniseur / digesteur qui peut avoir une forte emprise au sol, pour des petites productions.

Recommandations

L'approvisionnement énergétique des Grands-Esserts par valorisation de la biomasse (méthanisation) semble peu probable au vu de la taille des installations pour répondre aux besoins et de la faible disponibilité en matières fermentescibles. Seule une étude approfondie permettrait d'évaluer cette proposition.

2.2.3. Chaleur des eaux usées

Potentiel

D'une température oscillant durant l'année entre 10 et 20 °C, les eaux usées recèlent de grandes quantités d'énergie. En hiver, elles sont nettement plus chaudes que l'air extérieur et de la chaleur peut en être récupérée.

Il existe trois types de récupération de chaleur :

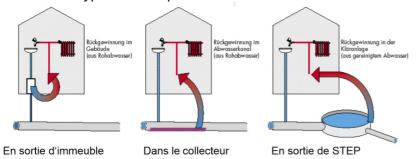


Figure 6 : Systèmes de récupération de chaleur sur les eaux usées

- En sortie d'immeuble, les rendements sont relativement faibles
- Dans les collecteurs, les rendements sont meilleurs. Il y a un fort potentiel, mais il faut veiller à ne pas trop diminuer la température des eaux usées pour ne pas perturber les processus de la STEP.
- En sortie de STEP, la STEP de Villette étant 1.5 km de l'autre côté de l'Arve, cette solution n'est pas réalisable (voir Figure 7).



Figure 7 : Réseau d'assainissement

Contraintes

Afin que la récupération de chaleur soit vraiment efficace, il est conseillé que les collecteurs équipés d'échangeurs de chaleur soit d'un diamètre minimum de 800 mm. Or pour le moment, les collecteurs municipaux sont dotés d'un diamètre de 600mm, et il n'est pas projeté de les remplacer à moyen terme.

Recommandations

Il n'est pas prévu de remplacer les conduites à court terme. Dans l'évolution de la réalisation du projet, il serait opportun de s'informer sur l'état des projets de réfection des canalisations d'eau usée pour permettre une mise en place de conduites adaptées à la récupération de la chaleur (conduites munies d'échangeur).

2.2.4. Géothermie grande/faible profondeur

Potentiel

A cause de la nappe du Genevois, le périmètre des Grands-Esserts est en zone d'exclusion pour la géothermie à grande et moyenne profondeur. En revanche, des infrastructures géothermiques actives à faible profondeur (<10m), comme des géostructures (pieux avec échangeurs de chaleur) ou des corbeilles géothermiques peuvent être envisagées sur le périmètre des Grands-Esserts.

Il semble difficile d'envisager un forage géothermique en dehors du périmètre des Grands-Esserts qui pourrait l'approvisionner dans la mesure où le périmètre est au centre de la zone d'interdiction de forage géothermique.

Contraintes

La géothermie faible profondeur présente le risque de refroidir le sol s'il n'est pas associé à un système de recharge en été. De plus, les rendements de ce type d'installations sont trop faibles pour l'ampleur des besoins du guartier.

Recommandations

La géothermie n'est pas une piste intéressante pour le projet des Grands-Esserts.

2.2.5. Energie solaire thermique

Le canton de Genève bénéficie en moyenne d'environ 1800 heures d'ensoleillement. La production d'énergie solaire thermique se fait par le biais de panneaux solaires thermiques pour la production de chaleur. L'implantation de ces panneaux peut se faire en façade ou en toiture. De plus, il est conseillé de favoriser les toitures plates dans le développement des bâtiments afin de gérer entièrement l'orientation et l'inclinaison des panneaux en toiture. Pour un bâtiment à toiture plate, il est considéré que 20% de la toiture n'est pas utilisable (encombrement par d'autres infrastructures techniques). Enfin, en considérant un angle de pose de 30°, la surface brute de toiture nécessaire à l'implantation de 1 m² de panneaux est de 1.15 m². L'Annexe 8 présente le potentiel solaire des toitures alentours au périmètre des Grands-Esserts. On remarque que l'exposition est favorable.

A l'échelle du bâtiment, selon l'art. 15, al. 2 LEn, toute nouvelle construction doit également, en principe, être équipée de capteurs solaires afin de satisfaire 30% de ses besoins en eau chaude sanitaire (ECS) à partir d'énergie solaire thermique.

Potentiels

L'énergie solaire est une solution qui peut être envisagée de deux manières. D'une part, il est aujourd'hui facile d'implanter quelques panneaux solaires pour un chauffage d'appoint ou une petite production d'énergie. D'autre part, il est également aujourd'hui concevable de réaliser un bâtiment entièrement autonome en énergie basée sur le solaire. Ces deux possibilités sont bien différentes et engendrent des installations d'ampleur différentes.

Une installation de panneaux solaires peut être une source d'approvisionnement d'un réseau de chaleur à distance pour une série de bâtiments, par exemple. La gestion de cette ressource peut être centralisée au niveau d'un quartier, par le développement d'une sorte de « réseau solaire ».

Cependant, l'utilisation de l'énergie solaire thermique comme source principale pour l'alimentation du quartier semble difficile à mettre en œuvre en raison notamment des volumes d'accumulateur à engager pour déphaser la production et la consommation de cette énergie de manière saisonnière. C'est pourquoi pour l'estimation des coûts des infrastructures, deux scénarios de solaire thermique ont été esquissés :

- 30% de l'eau chaude sanitaire (ECS) est couvert par le solaire, en moyenne annuelle
- 50% de l'ECS est couvert par le solaire, en moyenne annuelle

La production de chaleur par le biais d'une installation solaire thermique varie en fonction des mois de l'année. Les chiffres de répartition par mois sont disponibles en Annexe 6.

Contraintes

Une installation solaire doit être mise en place dans le quartier (respect de l'art. 15, al. 2 LEn), sous réserve d'une dérogation.

La surface de toiture attribuée aux installations solaires ne sera plus disponible aux habitants. Cela aura pour impact, dans les projets, de réduire les surfaces de terrasses en toiture disponibles. De plus, le choix architectural retenu d'une variation des gabarits de bâtiments entre R+3 et R+6 peut induire des zones d'ombre et ainsi réduire les surfaces disponibles.

Recommandations

Une installation solaire peut prendre la forme de petites installations individualisées par bâtiment ou peut être intégrée à un « réseau multiénergies », au niveau du quartier.

Dans l'état de la technique, pour le premier PLQ, un bâtiment « tout solaire » (100% approvisionnement solaire) semble peu envisageable. Toutefois, cette solution pourrait être réévaluée dans les années futures et en fonction de l'évolution de la technique pour la construction des PLQ suivants. Cela pourrait, à ce moment-là, faire l'objet d'un projet pilote.

2.2.6. Rejets industriels

Potentiels

L'Annexe 7 montre les potentiels de rejets et de valorisation énergétique aux alentours du périmètre des Grands-Esserts. A première vue, cette zone semble relativement dépourvue de potentiels rejets thermiques. Selon le type d'industrie qui se développe dans la ZIA Pré-des-Dames, de potentiels rejets sont à attendre. Cependant, il est quasiment impossible que ces rejets puissent couvrir les besoins de chaleur des Grands-Esserts.

2.2.7. Eaux de rivière

Potentiels

La récupération de chaleur sur les eaux de l'Arve a déjà fait l'objet d'études approfondies et même de réalisation à Genève (UniMail, nouvel hôtel de police).

Dans le cadre du projet PAVène, la société Conti & associés a fait une étude sur ce potentiel de récupération de chaleur. Ce rapport avance une puissance thermique basse température disponible de 183'700 kW (COP=4), en nuançant que ces chiffres calculés sont tellement importants qu'il s'agit avant tout de vérifier leur ordre de grandeur.

Contraintes

Les problèmes rencontrés dans les expériences de PAC sur l'Arve concernent d'une part la quantité de matières charriées par le fleuve, et d'autre part les températures basses qu'il peut atteindre en hiver. En effet, L'Arve charrie de grandes quantités de matière qui rendent difficiles le captage de l'eau et entrainent une usure précoce des installations. De plus, la température de l'Arve descend jusqu'à 2°C en hiver ce qui rend difficile la récupération de chaleur. Le rendement d'une PAC sur l'Arve diminue donc en hiver au moment où les utilisateurs raccordés en ont le plus besoin.

Enfin, il faut noter que l'Arve est à une altitude bien inférieure du plateau de Vessy et du périmètre des Grands-Esserts. Un pompage serait donc nécessaire pour faire remonter l'eau sur le plateau. Enfin, les rives de l'Arve sont particulièrement instables autour du plateau de Vessy, l'installation d'une centrale de récupération de chaleur dans cette zone semble donc peu opportune.

Recommandations

Malgré le potentiel énergétique, la récupération de chaleur sur l'Arve semble techniquement difficile à mettre en œuvre pour l'approvisionnement des Grands-Esserts.

2.2.8. Air

Potentiels

La récupération de chaleur sur l'air se fait par le biais de pompe à chaleur Air/Eau. Ce type de système est généralement installé sur de petites unités. Il nécessite un appoint électrique ou d'un autre agent thermique important.

Contraintes

Ces installations sont des sources de bruit importantes. Elles risquent d'ajouter des nuisances dans un quartier déjà soumis aux nuisances sonores de la route de Veyrier.

Recommandations

Ce système correspond davantage à l'approvisionnement de petites unités donc, dans notre cas, impliquerait une multiplication de petites centrales de production de chaleur. Cette solution peut être intéressante dans la mesure où elle permet l'installation de centrales selon le phasage du projet.

2.3 Potentiel des ressources énergétiques pour la production d'électricité

a. Les possibilités de couplage Chaleur-Force (CCF)

Dans le cas où la source de production de chaleur est de haute température (bois ou gaz), il est possible d'y associer un couplage chaleur-force (CCF) pour produire de l'électricité. La centrale de la Maison de Vessy est dotée d'un CCF alimenté au gaz qui fournit pratiquement la totalité de l'électricité consommée par l'établissement. Selon les exploitants, le retour d'expérience est très positif. Dans le cas d'un approvisionnement haute température, il est nécessaire d'envisager l'installation d'un CCF en regard des objectifs de la loi sur l'énergie.

b. Energie solaire photovoltaïque

Le futur quartier sera doté d'une grande surface de toiture plate à valoriser soit par des aménagements, soit par valorisation énergétique. Selon ce qui est envisagé pour le solaire thermique, il serait possible d'utiliser les surfaces de toiture pour produire de l'énergie photovoltaïque pour l'usage du quartier, voir pour des tiers.

G2050 Page 17 Rayonnement solaire Ress. primaires géothermique Airambiant Biomasse Chaleur Déchets Eau Géothermie faible prof. moyen. prof. Hydroélectricité Déchets biomasse Biomasse agricole grande prof. Géothermie Géothermie Hydrothermie Déchets solides Eaux usées Bois Transformations / Valorisations Biométhanisation Valorisation directede la chaleur Biométhanisation Panneau solaire photovoltaïque Panneau solaire thermique Fleuve, Lac Combustion Eaux usées Turbinage Eolienne Turbinage de la vapeur PAC sur sol PAC Air-Eau Valorisation directe du froid Biogaz CCF PAC sur fleuve ou lac Chaudière PAC sur eaux usées Biogaz CCF CCF CCF Energie finale Electricité Chaleur Chaleur Chaleur Chaleur Chaleur Chaleur Froid Chaleur Chaleur Electricité Electricité Froid Froid Froid

Figure 8 : Filières énergétiques étudiées

2.4 Structure qualitative et quantitative des besoins énergétiques actuels et évolution future

2.4.1. Hypothèses pour le calcul des besoins

Pour le calcul des besoins d'énergies thermique et électrique, des hypothèses ont dû être posées pour les études. Il s'agit du programme retenu au plan guide T2 (novembre 2013) constitué du programme suivant :

- 120'500 m² de logement
- 2'000 m² d'activités tertiaires
- 1000 m² de services communaux
- 800 m² de locaux associatifs
- 5'000 m² de commerces
- 7'400 m² de locaux scolaires
- 12'830 m² de locaux annexes

2.4.2. Cadre légal au niveau du bâtiment

Le règlement d'application de la loi sur l'énergie de l'Etat de Genève définit deux standards énergétiques pour les bâtiments et les précise aux Art. 12B et 12C REn :

- Standard de haute performance énergétique (approx. 40 kWh/m2/an)
- Standard de très haute performance énergétique (approx. 30 kWh/m2/an)
- « Art. 12B, REn : Standards de haute performance énergétique
- 1. Les bâtiments neufs au bénéfice du lanel Minergie® sont considérés comme répondant à un standard de haute performance énergétique.
- 2. Sont également considérés comme répondant à un standard de haute performance énergétique les bâtiments neufs respectant les critères cumulatifs suivants :
 - a) les besoins de chauffage sont inférieurs ou égaux à 80% des besoins admissibles de chaleur pour le chauffage définis par la norme SIA 380/1;
 - b) la part d'énergie non renouvelable pour couvrir les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire est inférieurs ou égale à 60% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1;
 - c) les valeurs cibles relatives à la demande globale en énergie définies par la norme SIA 380/4 sont respectées pour la ventilation/climatisation et l'éclairage. »
- « Art. 12C, REn : Standards de très haute performance énergétique
- 1. Les bâtiments neufs au bénéfice du label Minergie-P® sont considérés comme répondant à un standard de très haute performance énergétique.
- 2. Sont également considérés comme répondant à un standard de très haute performance énergétique les bâtiments neufs respectant les critères cumulatifs suivants :
 - a) les besoins de chauffage sont inférieurs ou égaux à 60% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1;

b) la part d'énergie non renouvelable pour couvrir les besoins de chauffage et d'eau chaude sanitaire est inférieure ou égale à 50% des besoins admissibles de chaleur définis par la norme SIA 380/1;

c) les valeurs cibles de la norme SIA 380/4 sont respectées pour la ventilation/climatisation et l'éclairage. »

Il précise également à l'article 12Q :

- « Art. 12Q, REn : Bâtiments et installations des collectivités publiques et des établissements et fondations de droit public et de leurs caisses de pension
- 5. Les variantes proposées dans le cadre de l'élaboration du concept énergétique d'une nouvelle construction de l'Etat ou des communes et dont la surface de référence énergétique est supérieure à 10'000 m² ont pour objectif de présenter un projet conforme à un standard de très haute performance énergétique tel que défini à l'article 12C, sauf dérogation. L'étude de rentabilité technico-économique desdites variantes est jointe au dossier de requête en autorisation de construire. »

D'après cet article, les constructions établies sur le site des Grands-Esserts réalisées par une institution public devront repecter le standard de Très Haute Performance Energétique. En revanche, les constructions réalisées par des investisseurs privés devront respectées le standard de Haute Performance Energétique (art. 15 al. 1 Len) au minimum.

De plus, selon l'art. 15, al. 2 LEn, toute nouvelle construction doit également, en principe, être équipée de capteurs solaires thermiques afin de satisfaire 30% de ses besoins en eau chaude sanitaire (ECS) à partir d'énergie solaire, sous réserve de dérogation.

Les calculs des besoins de chaleur sont donc basés sur les valeurs de la norme SIA 380/1, avec des bâtiments de Très Haute Performance Energétique (60% des valeurs de la SIA 380/1).

2.4.3. Dimensionnement des besoins

Le projet se développe en 2 phases selon le phasage retenu au plan guide T2 (novembre 2013) :

- **Phase 1**: 90'300 m² (env. 815 logements) SBP + 7'400 m² d'école se divisant en groupes de réalisation successives :
 - L'îlot : Beaux-Champs
 - L'îlot : Maison de Vessy
 - L'îlot : Salève
 - L'îlot : Nant
 - L'îlot : Ecole
- Phase 2 : 39'000 m² SBP (env. 390 logements) représentée par les îlots :
 - o Lisière
 - Ferme
 - o Arve.

La répartition des îlots est visible dans la Figure 9.



Figure 9 : Phasage du projet

Tableau 1 : Surface brut de plancher totale (plan guide T2 – novembre 2013)

Etapes	SBP totale
1.1	35′500.00 m²
Vers Beaux-Champs	12′500.00 m²
Vers la Maison de Vessy	23'000.00 m ²
1.2	22'500.00 m ²
Vers le Salève	22'500.00 m ²
1.3	
Vers le Nant	32'300.00 m ²
Vers l'école	7'400.00 m ²
2.4	39'000.00 m²
Vers la Ferme	11′700.00 m²
Vers l'Arve	15'600.00 m ²
Vers la Lisière	11′700.00 m²
Total	129'300.00 m ² +
	7'400.00 m² école

Le facteur de forme du bâtiment est particulièrement important pour le calcul des besoins de chaleur. Minergie conseille pour des bâtiments d'habitat collectif de grande surface un facteur de forme situé entre 0.8 et 1.6 [12].

Pour le calcul des besoins, l'hypothèse pessimiste d'un facteur de forme de 1.6 a été retenue. Il devra être ajusté au cours du développement des formes urbaines dans le cadre des PLQ.

Les besoins de chaleur sont divisés en deux catégories : besoin de chaleur pour la production d'eau chaude sanitaire, soit besoin de chaleur haute température et besoin de chaleur pour le chauffage, soit besoin de chaleur basse température.

a. Besoins de chaleur basse température

Les besoins de chaleur basse température pour le chauffage des bâtiments sont recensés dans le tableau ci-dessous. Ces derniers ont été calculés selon la norme SIA 380/1 et pour des bâtiments haute performance énergétique (HPE) et très haute performance énergétique (THPE).

Tableau 2 : Besoins de chaleur utile pour le chauffage

Etapes	Qh,li HPE [MWh]	Qh,li THPE [MWh]
1.1	1267 MWh	951 MWh
Vers Beaux-Champs	450 MWh	338 MWh
Vers la Maison de Vessy	817 MWh	613 MWh
1.2	815 MWh	611 MWh
Vers le Salève	815 MWh	611 MWh
1.3		
Vers le Nant	1145 MWh	859 MWh
Vers l'école	313 MWh	235 MWh
2.4	1378 MWh	1'033 MWh
Vers la ferme	OCE NAVA/b	722 0404/6
Vers l'Arve	965 MWh	723 MWh
Vers la Lisière	413 MWh	310 MWh
Total	4.61 GWh +	3.45 GWh +
	0.31 GWh école	0.24 GWh école

Etapes	Qh,li HPE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1.1													
Vers Beaux- Champs	450 MWh	90 MWh	77 MWh	59 MWh	36 MWh	27 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	9 MWh	36 MWh	50 MWh	68 MWh
Vers la Maison de Vessy	817 MWh	163 MWh	139 MWh	106 MWh	65 MWh	49 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	16 MWh	65 MWh	90 MWh	123 MWh
1.2													
Vers le Salève	815 MWh	163 MWh	139 MWh	106 MWh	65 MWh	49 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	16 MWh	65 MWh	90 MWh	122 MWh
1.3													
Vers le Nant	1'145 MWh	229 MWh	195 MWh	149 MWh	92 MWh	69 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	23 MWh	92 MWh	126 MWh	172 MWh
Vers l'école	313 MWh	63 MWh	53 MWh	41 MWh	25 MWh	19 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	6 MWh	25 MWh	34 MWh	47 MWh
2.4													
Vers la ferme et Vers l'Arve	965 MWh	193 MWh	164 MWh	125 MWh	77 MWh	58 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	19 MWh	77 MWh	106 MWh	145 MWh
Vers la lisière	413 MWh	83 MWh	70 MWh	54 MWh	33 MWh	25 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	8 MWh	33 MWh	45 MWh	62 MWh
TOTAL	4918 MWh	984 MWh	837 MWh	640 MWh	393 MWh	296 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	97 MWh	393 MWh	541 MWh	739 MWh

Figure 10 : Graphique de l'évolution des besoins de chaleur pour le chauffage pour des bâtiments HPE

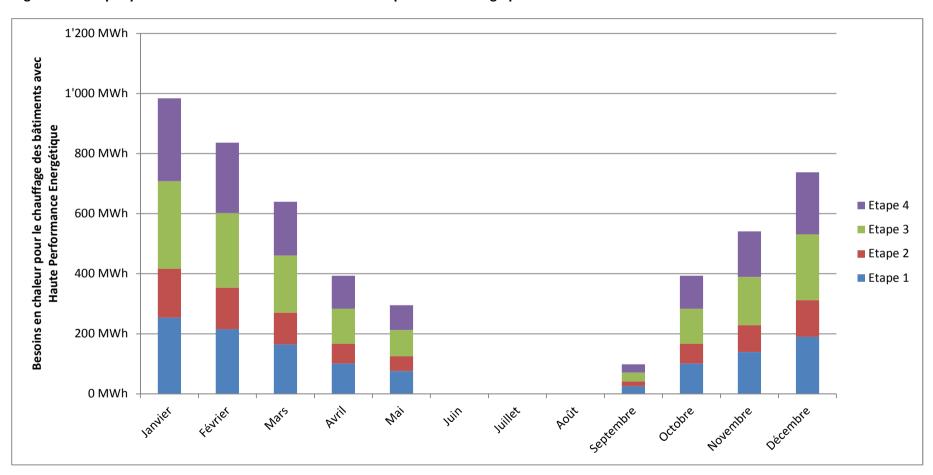
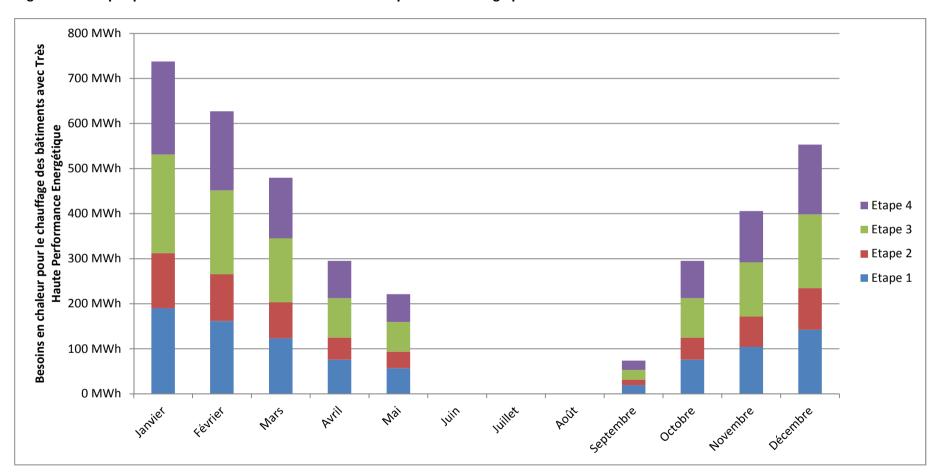


Tableau 4 : Evolution des besoins de chaleur pour le chauffage pour des bâtiments Très Haute Performance Energétique (THPE)

Tableau 4 : Evolu Etapes	Qh,li THPE	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	-/ Octobre	Novembre	Décembre
	G,								7.00.	300000000			
1.1													
Vers Beaux- Champs	338 MWh	68 MWh	57 MWh	44 MWh	27 MWh	20 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	7 MWh	27 MWh	37 MWh	51 MWh
Vers la Maison de Vessy	613 MWh	123 MWh	104 MWh	80 MWh	49 MWh	37 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	12 MWh	49 MWh	67 MWh	92 MWh
1.2													
Vers le Salève	611 MWh	122 MWh	104 MWh	79 MWh	49 MWh	37 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	12 MWh	49 MWh	67 MWh	92 MWh
1.3													
Vers le Nant	859 MWh	172 MWh	146 MWh	112 MWh	69 MWh	52 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	17 MWh	69 MWh	94 MWh	129 MWh
Vers l'école	235 MWh	47 MWh	40 MWh	31 MWh	19 MWh	14 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	5 MWh	19 MWh	26 MWh	35 MWh
2.4													
Vers la ferme et Vers l'Arve	723 MWh	145 MWh	123 MWh	94 MWh	58 MWh	43 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	14 MWh	58 MWh	80 MWh	109 MWh
Vers la lisière	310 MWh	62 MWh	53 MWh	40 MWh	25 MWh	19 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	6 MWh	25 MWh	34 MWh	47 MWh
TOTAL	3689 MWh	739 MWh	627 MWh	480 MWh	296 MWh	222 MWh	0 MWh	0 MWh	0 MWh	73 MWh	296 MWh	405 MWh	555 MWh

Figure 11 : Graphique de l'évolution des besoins de chaleur pour le chauffage pour des bâtiments THPE



b. Besoins de chaleur haute température

Les besoins de chaleur haute température correspondent aux besoins de chaleur pour chauffer l'eau chaude sanitaire.

Tableau 5 : Besoins de chaleur utile pour le chauffage de l'ECS

Etapes	Qww ECS
1.1	642 MWh
Vers Beaux-Champs	170 MWh
Vers la Maison de Vessy	472 MWh
1.2	444 MWh
Vers le Salève	444 MWh
1.3	
Vers le Nant	671 MWh
Vers l'école	64 MWh
2.4	813 MWh
Vers la ferme et Vers l'Arve	569 MWh
Vers la lisière	244 MWh
Total	2.57 GWh +
	0.064 GWh école

Synthèse des besoins de chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire Les besoins de chaleur utiles pour l'ECS et le chauffage en fonction du développement du projet sont représentés dans la Figure 12 :

- En bleu, les besoins de chaleur pour l'ECS
- En rouge, les besoins de chaleur pour le chauffage dans le cas de bâtiments THPE
- En orange, les besoins supplémentaires en chaleur (par rapport à THPE) pour le chauffage dans le cas de bâtiments HPE

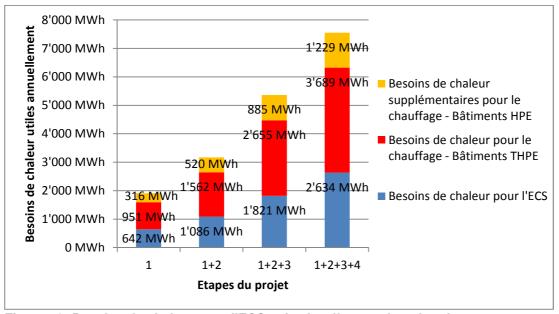


Figure 12: Besoins de chaleur pour l'ECS et le chauffage en fonction du développement du projet

2.4.4. Besoins de refroidissement

Les besoins de refroidissement devront être définis en fonction des surfaces de bureaux et de commerces. Les rejets de chaleurs induits par les installations de refroidissement devront être valorisés pour le chauffage des bâtiments.

2.4.5. Besoins électriques

Le calcul des besoins électriques se basent sur la recommandation SIA 380/4 «L'énergie électrique dans le bâtiment».

Tableau 6 : Besoins électriques utiles du projet

Etapes	E _{f,ei}
1.1	1003 MWh électriques
Vers Beaux-Champs	367 MWh électriques
Vers la Maison de Vessy	636 MWh électriques
1.2	611 MWh électriques
Vers le Salève	611 MWh électriques
1.3	
Vers le Nant	894 MWh électriques
Vers l'école	93 MWh électriques
2.4	1083 MWh électriques
Vers la ferme et Vers l'Arve	758 MWh électriques
Vers la lisière	325 MWh électriques
Total	3,59 GWh électriques + 0.093 GWh électrique école

2.5 Les acteurs concernés et leur rôle

D'après [8], les acteurs de ce projet sont :

Acteurs	Rôles
L'Etat de Genève DALE/ OU / DDURG	Autorité cantonale Propriétaire Maitre d'ouvrage
La ville de Veyrier	Autorité communale
La caisse de prévoyance de l'Etat de Genève (CPEG)	Autorité cantonale Propriétaire Maitre d'ouvrage
La Fondation de la commune de Veyrier pour le logement	Maitre d'ouvrage
Investisseur commercial (non connu)	Maitre d'ouvrage

2.6 Les infrastructures énergétiques existantes et projetées

2.6.1. CAD Vessy

Le réseau CAD de l'EMS Maison de Vessy est disponible pour un possible raccordement des Grands-Esserts sur son infrastructure, comme détaillé en 1.6.1 et 2.2.1. Ce raccordement se ferait dans un cadre d'un rapport de contracting entre les opérateurs du quartier des Grands-Esserts et la société gérante du CAD : « Vessy Energie ».

2.6.2. CAD PDZIA Pré-des-Dames

Le concept énergétique du Pré-des-Dames propose dans ses stratégies la possibilité d'un CAD bois-gaz avec CCF sur le périmètre du Pré-des-Dames, sur lequel pourraient se raccorder les futurs quartiers des Grands-Esserts et la zone villa. D'après ce CET, des besoins de puissances minimaux sont nécessaires à la mise en œuvre du couplage chaleur-force, cette option est donc potentiellement envisageable uniquement si les Grands-Esserts et le quartier villa s'y raccordent dans des horizons temporels similaires. Les phasages de projet ne sont pour le moment pas très concordants.

D'autre part, une autre stratégie abordée est la récupération de chaleur dans l'Arve. Toutefois, cette solution semble également envisageable uniquement si les quartiers des Grands-Esserts et la zone villa s'y raccordent. Au vue des horizons temporels des différents projets, cette stratégie semble peu plausible.

Ces possibilités sont des stratégies potentielles pour l'approvisionnement énergétique de la ZIA Pré-des-Dames, mais aucune solution n'a pour le moment été choisie.

2.6.3. CAD Bois-Gourmand

La commune de Veyrier a développé un chauffage à distance alimenté par une chaudière à bois d'une puissance de 1 MW. Ce CAD a déjà atteint sa pleine capacité et exploite actuellement l'intégralité du gisement renouvelable de bois de chauffage des forêts de la commune. De plus sa localisation géographique ne se prête pas idéalement à un raccordement aux Grands-Esserts.

3 PROPOSITIONS ET ANALYSE DE STRATÉGIES ÉNERGÉTIQUES LOCALES

Les chapitres précédents ont présentés la disponibilité en ressources énergétiques locales, les enjeux en termes de maîtrise des besoins et le contexte élargi dans lequel se trouve le projet des Grands-Esserts.

A partir de ces éléments, il faut réfléchir aux **stratégies de valorisation** par l'utilisation des potentiels de ressources énergétiques locales et aux **stratégies d'approvisionnement** possibles : individuel par des petites centrales par bâtiments, par groupement de bâtiments ou réseau de chaleur à distance approvisionné par une série de ressources diversifiées.

3.1 Stratégies de valorisation du potentiel énergétique local

3.1.1. Modalités de valorisation des ressources énergétiques renouvelables et locales ainsi que des rejets thermiques

La ressource locale actuellement valorisable est principalement le solaire. L'air, l'eau de l'Arve et les eaux usées sont des ressources locales qui seront plus difficiles à valoriser.

La valorisation des rejets de chaleur est inscrite dans la loi (Art 12J, al. 8 et 9 REn). Les surfaces commerciales sont une source de rejets thermiques. La récupération de chaleur sur les systèmes de refroidissement des commerces est possible. Suite à un contact avec M. Hirt, nous savons que, par exemple, la Migros a pour objectif d'être autonome en chauffage dans toutes ses surfaces commerciales via la récupération de chaleur sur les systèmes de refroidissement. L'efficacité du processus dépend du nombre de mètre linéaire de rayon froid et du rapport avec la surface total du centre commercial. En cas de production excédentaire de chaleur, la démarche consiste à redistribuer gratuitement aux habitations alentours le surplus. La surface commerciale n'a alors uniquement besoin d'une source de chaleur d'appoint.

Il reste à voir si une stratégie similaire pourrait être mise en place par le/les futur/s exploitants des surfaces commerciales.

3.2 Stratégies d'approvisionnement

3.2.1 Stratégies d'action sur les besoins

Pour ce qui est d'agir sur les besoins, le canton de Genève demande à ce que les bâtiments neufs respectent les exigences haute performance énergétique voire très haute performance énergétique, définies dans les Art. 12B et 12C REn. De plus, une série de mesures pour limiter les besoins énergétiques est disponible en Annexe 9.

3.2.2 Stratégies d'approvisionnement (approche en termes de filières)

La stratégie d'approvisionnement du quartier va être fortement conditionnée par les choix d'échelle des installations de production de chaleur. En effet, une production

centralisée au niveau du quartier implique une organisation totalement différente par rapport à une production décentralisée par pièce urbaine.

Les avantages et inconvénients des productions centralisées ou décentralisées sont présentés ci-dessous.

Tableau 7 : Echelles des stratégies d'approvisionnement

·uo	Controller of Strategies a approvi				
	Centralisée à l'échelle du quartier	Décentralisée par pièce urbaine			
	Gestion globalisée de la planification et de l'exploitation Dimensionnement optimisé donc meilleur rendement	Dimensionnement individualisé au fur et à mesure de développement du quartier			
Avantages	Nuisances liées à la technique confinées en un seul endroit	Autonomie par bâtiment			
Avan	Volume des besoins permettant d'intégrer un CCF				
	Possibilité d'une forte part de renouvelable	Choix d'approvisionnement spécifique au bâtiment			
	Capacité d'évolution des sources d'approvisionnement				
Inconvénients	Difficulté de planification et de gestion en fonction des phases du projet	Rendements plus faibles			
nie	Investissement initial important	Multiplication des investissements			
Vé	Choix de l'approvisionnement	Multiplication des tâches de gestion			
- E	dépendant de la taille du réseau				
nc	Nécessité d'une vision à long terme	Multiplication des nuisances liées aux			
Creation d'une societé de gestion		locaux techniques			
	Nécessité d'études approfondies				

Dans les paragraphes suivants, nous détaillons les sources possibles en fonction de l'échelle choisie.

3.2.2.1 Dans le cadre d'une production centralisée

Une série de sources de chaleur semble plus appropriée pour une production centralisée. Elle est détaillée ci-dessous par ordre d'intérêt.

Tableau 8 : Classement des sources de chaleur pour une production centralisée

Source principale	Appoint
Bois	PAC sur les eaux usées
Solaire	Solaire
Gaz	Gaz
PAC sur les eaux de l'Arve	Bois
PAC air/eau	Géothermie faible profondeur
Géothermie faible profondeur	PAC sur les eaux de l'Arve
·	PAC air/eau

On se place dans le cadre d'un réseau de chaleur à distance développé sur tout le quartier.

Tableau 9 : Scénarios d'approvisionnement possibles pour une production centralisée

	Source principale	Appoint
Scénario 1	Bois	Solaire
		PAC eaux usées
		Gaz
Scénario 2	Solaire	Gaz
		PAC eaux usées
Scénario 3	Gaz	Solaire
		PAC eaux usées

3.2.2.2 Dans le cadre d'une production décentralisée

Les sources de chaleur davantage appropriées à une production décentralisée sont détaillées ci-dessous.

Tableau 10 : Classement des sources de chaleur pour une production décent ralisée

	Source principale	Appoint
4	Solaire	PAC sur les eaux usées
+	Bois	Solaire
	Gaz	Gaz
	Géothermie faible profondeur	Géothermie faible profondeur
_	PAC air/eau	PAC air/eau

Les scénarios d'approvisionnement sont les suivants, dans le cadre d'un approvisionnement énergétique par pièce urbaine.

Tableau 11 : Scénarios d'approvisionnement possibles pour une production décentralisée

	Source principale	Appoint
Scénario 1	Bois	PAC eaux usées
Scénario 2	Solaire	PAC eaux usées
Scénario 3	Gaz	Solaire
		PAC eaux usées

On considère qu'avoir un volume de stockage de pellets de bois, une centrale de chauffe ainsi qu'une installation solaire avec accumulateur saisonnier est trop compliqué. En revanche, une installation solaire couvrant une partie de l'énergie nécessaire pour l'ECS est tout à fait envisageable, voir nécessaire pour respecter la loi.

Il est également possible de faire du solaire photovoltaïque sur les toits des bâtiments chauffés au bois.

3.3 Mesures à prévoir pour les niveaux de planification inférieurs

Pour ce qui est des principales solutions retenues (bois/solaire/PAC eaux usées) :

- La récupération de chaleur sur les eaux usées : ni planification, ni financement n'étant actuellement prévu pour le remplacement des conduites d'évacuation des eaux usées, cette variante ne se prête pas à une mise en

place actuellement. Il serait en revanche opportun de s'informer dans le futur sur l'état des projets de réfection des canalisations d'eau usée pour permettre une mise en place de conduites adaptées à la récupération de la chaleur (conduites munies d'échangeur) lors d'une étape de développement futur du quartier. La chaleur ainsi récupérée pourrait être réinjectée dans un réseau CAD.

- Le bois : l'agrandissement de la centrale de la Maison de Vessy va nécessiter l'ajout d'un nombre de chaudières/CCF (suivant le phasage).
 Toutefois, un agrandissement du local de chauffe et du stockage de bois va être nécessaire dès le début du projet dans le cas d'un raccordement à l'EMS.
- Le solaire thermique : les surfaces de captage de solaire thermique vont évoluer en fonction du phasage, la production de chaleur solaire suivra donc la surface de capteurs installée.
- Le solaire photovoltaïque : les surfaces de captage seront relativement grandes, tout en les partageant avec le solaire thermique, et permettront un apport énergétique pour le quartier.

Ces 3 sources d'énergie thermique peuvent être réinjectées dans un réseau CAD ou utiliser directement pour le chauffage de l'ECS. La source d'énergie électrique peut être réinjectée dans le réseau de distribution du quartier.

3.4 Mesures transitoires

Le développement du quartier se fera par étapes. Il est donc possible que la mise en place d'une centrale de chauffe ne soit pas possible dès la construction des premiers bâtiments. Il est donc envisageable de mettre en place des mesures transitoires pour permettre la construction des premières pièces urbaines, avant la construction de la centrale.

4 SYNTHÈSE DES ORIENTATIONS ET DES RECOMMANDATIONS POUR LES ACTEURS CONCERNÉS

4.1 Production décentralisée

La production décentralisée à l'avantage d'être parfaitement adaptée à l'évolution temporel du quartier et permet une bonne adéquation des infrastructures à la demande en énergie.

Dans les variantes décentralisées, l'énergie d'appoint la plus plébiscitée est la chaleur des eaux usées. La modification des collecteurs et le remplacement de ceux-ci par des collecteurs avec échangeurs de chaleur représente un investissement conséquent. De plus, la couverture d'au minimum 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'eau chaude sanitaire par de l'énergie solaire est obligatoire (sauf cas dérogatoire).

La variante avec le bois comme source principale (scénario 1) semble bien adaptée à l'utilisation, mais pose plus de problème pour la livraison du bois en raison de la dissémination des silos à bois dans le quartier. Cette variante n'a pas été économiquement évaluée, mais son coût est relativement élevé en raison de la multiplication d'une part des infrastructures (silos, bruleur,...) et des adaptations nécessaires aux collecteurs d'eaux usées. On peut s'attendre à des investissements élevés et un coût par kilowattheure dépassant 20 ct. Le bois étant une énergie renouvelable, aucune taxe CO2 n'est à prévoir.

En considérant le solaire comme source principale (scénario 2), les investissements augmentent tout en faisant diminué les coûts de l'énergie. Les investissements pour l'énergie d'appoint étant également élevé, les investissements sont lourds pour cette variante. En revanche, la totalité de l'énergie étant renouvelable, aucune taxe CO2 n'est à prendre en compte. On peut s'attendre à un coût par kilowattheure dépassant 20 ct.

La troisième variante (scénario 3), utilisant le gaz comme source principale, est la solution la plus simple dans le cas d'une installation décentralisée et bénéficie de l'avantage de n'avoir aucun stockage de combustible sur place. En considérant le solaire comme énergie d'appoint, afin de respecter la loi cantonale, les investissements sont de l'ordre de 10'650'000.- CHF (selon étude Energestion) et le coût de la chaleur à terme est d'environ 18 ct./KWh. La variante considérant la chaleur des eaux usées comme énergie d'appoint nécessiterait plus d'investissements, tout en restant obligé de maintenir les panneaux solaires, et de ce fait le coût de la chaleur dépasserait 20 ct./KWh. De plus, la part de l'énergie provenant d'énergie renouvelable étant faible (de l'ordre de 15%) une taxe CO2 estimée à environ 80'800.- CHF est à prévoir.

La société Energestion a également évalué une variante considérant les pellets comme énergie primaire et le gaz comme énergie d'appoint. Les investissements se montraient pour cette variante à 12'750'000.- CHF et le coût de la chaleur serait de l'ordre de 20.5 ct./KWh. La part d'énergie renouvelable serait d'environ 70% et la taxe CO2 se monterait à environ 28'500 CHF. Il est encore nécessaire d'ajouter les investissements nécessaires pour la partie solaire de l'installation, qui n'a pas été

G2050 Page 36

prise en compte dans cette estimation. La part d'énergie renouvelable serait également plus haute grâce à l'apport énergétique solaire, et la taxe CO2 diminuerait en conséquence.

4.2 Production centralisée

Une production centralisée à l'avantage de concentrer les équipements sur un seul site et permet d'avoir un seul endroit de stockage du combustible le cas échéant. Cela permet également d'avoir un seul point d'immissions des polluants, rendant leur traitement plus facile et efficace, garantissant une meilleure qualité de l'air dans le restant du quartier. L'efficacité du générateur est également plus élevée, mais des pertes plus importantes dans le réseau de distribution sont inévitables en raison de la plus grande étendue de celui-ci. La centralisation permet également d'évoluer plus facilement vers de nouvelles sources d'énergie ou mode de transformation.

La solution la plus optimale économiquement est un raccordement sur la centrale de l'EMS de Vessy avec une migration au bois comme source principale et au gaz comme appoint (scénario 1). Comme mentionné au paragraphe 2.2.1, la société Energestion a chiffré les investissements nécessaires pour une telle installation. Ceux-ci se montent à environ 10'100'000.- CHF pour l'agrandissement de la centrale existante. Le coût de la chaleur à terme s'élèverait à environ 16 ct./KWh. La production de chaleur à base d'énergie renouvelable atteindrait environ 75% et le coût de la taxe CO2 serait de 27'750 CHF. En revanche cette version ne comprend pas l'utilisation de l'énergie solaire, qui d'un point de vue énergétique est intéressante dans la mesure où elle réduit l'utilisation du gaz en été lorsque les chaudières à bois sont arrêtées pour l'entretien ou en raison des faibles puissances demandées. De plus, selon la loi cantonale, il est obligatoire de couvrir au minimum 30% des besoins de chaleur admissibles pour l'eau chaude sanitaire par de l'énergie solaire. Il faut donc compter un investissement supérieur à la valeur précédente pour englober les coûts des installations solaires, qu'elles soient centralisées ou décentralisées. En revanche, la part d'énergie renouvelable utilisée serait plus élevée et le montant de la taxe CO2 diminuerait en conséquence.

Une solution indépendante par rapport à l'EMS de Vessy a également été évaluée par Energestion. Pour une centrale au bois comme énergie principale et au gaz comme appoint, l'investissement se monte à environ 10'380'000.- CHF pour un coût au kilowattheure d'environ 17 ct. La part d'énergie renouvelable et le montant de la taxe CO2 seraient similaires à la variante précédente. Tout comme le dimensionnement précédent, cette estimation ne prend pas en compte la partie solaire obligatoire de l'installation. Il est donc nécessaire de compter un surcoût par rapport aux chiffres donnés.

D'un point de vue d'efficacité énergétique et par recommandation de l'OCEN, il serait intéressant, voire nécessaire, de prévoir un couplage chaleur force au bois, par gazéification ou par combustion et utilisation d'une turbine à vapeur. Les investissements seraient plus élevés et le fonctionnement plus cher, mais l'efficacité de conversion de l'énergie serait meilleure avec l'avantage de la production d'électricité utilisable sur site (par exemple pour l'alimentation d'une pompe à chaleur) ou revendue en fonction des conditions, faisant de ce fait baisser d'autres charges. Si, pour différentes raisons, un tel système ne pouvait être intégré avec la première étape de développement, le concept général du grand projet devra intégrer la capacité à évoluer vers ce type de technologies pour les étapes ultérieures.

G2050 Page 37

Une pompe à chaleur sur les eaux usées serait également possible comme énergie d'appoint. Cette variante n'a pas été économiquement chiffrée, mais impliquerait de gros investissements pour adapter les collecteurs des eaux usées ou l'installation d'un échangeur dans le réservoir de siphonage. On peut estimer que le coût de la chaleur dépasserait 20 ct./KWh.

La variante avec le solaire comme source principale (scénario 2) serait également envisageable, mais implique des investissements lourds et des volumes d'accumulateurs conséquents. En contrepartie, son fonctionnement serait relativement bon marché. L'appoint au gaz représenterait un investissement supplémentaire modéré, alors que l'appoint avec une pompe à chaleur sur les eaux usées augmenterait plus fortement les investissements. On peut estimer que le coût de la chaleur avec cette variante dépasserait 20 ct./KWh.

La variante avec production principale à base de gaz et solaire comme appoint (scénario 3) a été évaluée par Energestion. Le coût total d'investissement s'élève à environ 12'200'000.- CHF et le coût de la chaleur à terme est de l'ordre de 19.5 ct./KWh. L'utilisation accrue d'une énergie fossile, avec seulement environ 15% d'énergie renouvelable, augmente les émissions de CO2. La taxe CO2 annuel serait d'environ 80'780.- CHF. Le choix d'une pompe à chaleur sur les eaux usées comme énergie d'appoint augmenterait l'investissement de base, tout en maintenant l'obligation d'installer des panneaux solaires.

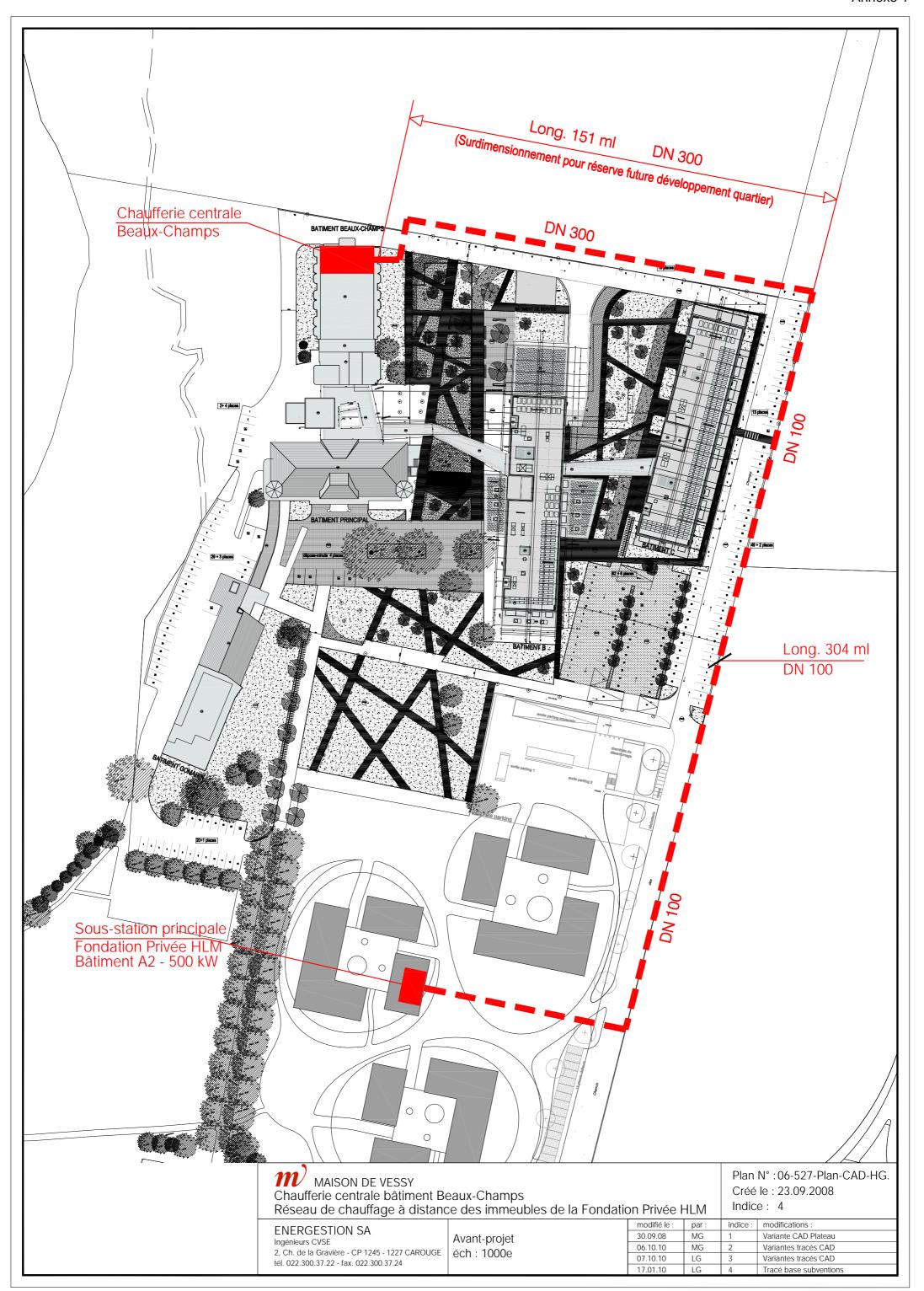
Plusieurs échanges impliquant l'OCEN, l'OU, la CPEG et la Maison de Vessy ont eu lieu et devront être poursuivis pour trouver la meilleure forme pour le projet et notamment les solutions acceptables pour le premier PLQ. Les PLQ à venir devraient bénéficier de conditions plus claires. Le centre commercial devra faire l'objet d'une attention particulière.

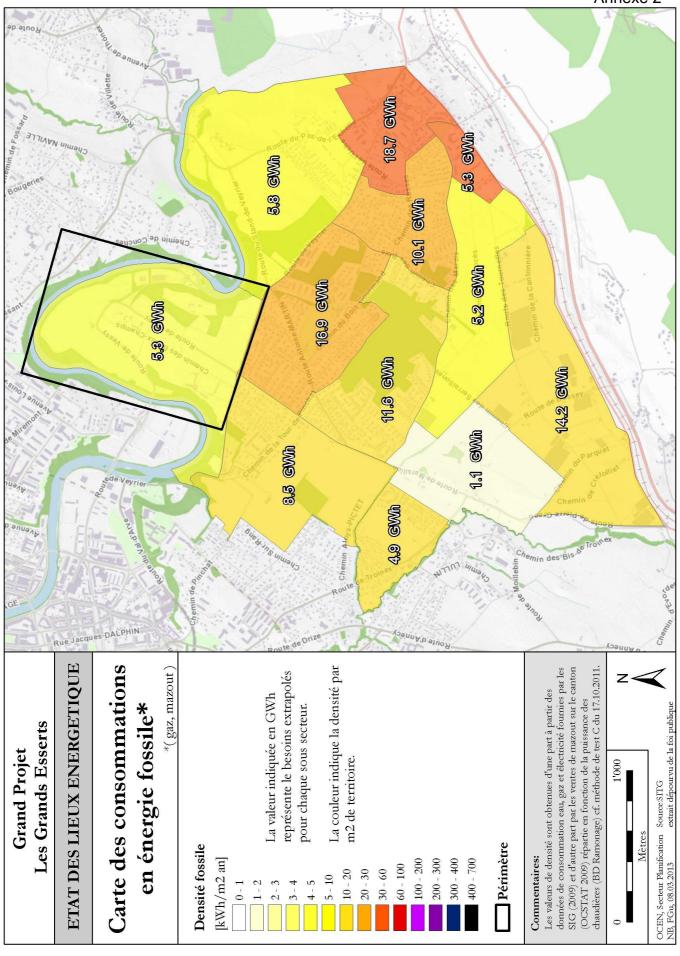
PPLUS Sàrl

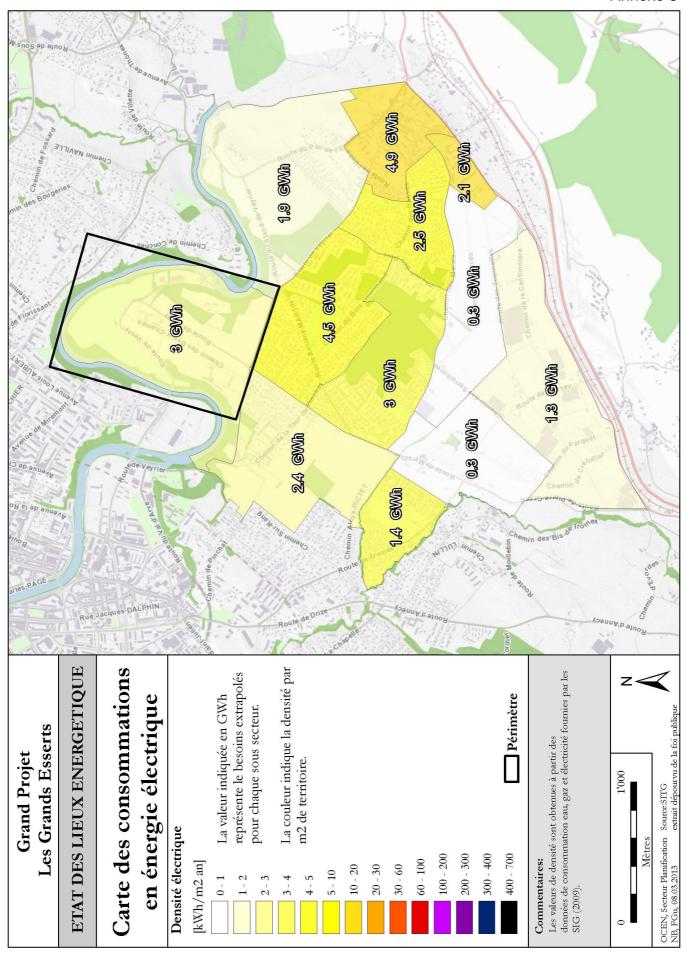
G2050 Page 39

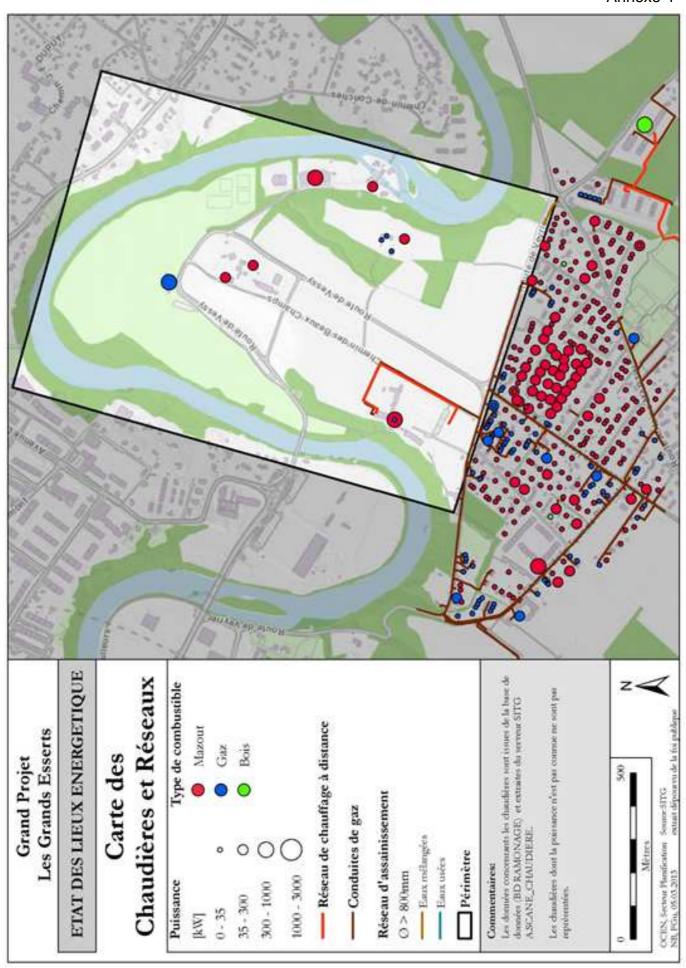
Annexes

Annexe 1.	Plan du CAD de la Maison de Vessy
Annexe 2.	Carte des consommations en énergie fossile de la commune de Veyrier
Annexe 3.	Carte des consommations électriques de la commune de Veyrier
Annexe 4.	Carte des chaudières et réseaux
Annexe 5.	Estimation des volumes de bois nécessaires au chauffage du futur quartier
Annexe 6.	Scénarios des infrastructures solaires pour l'ECS
Annexe 7.	PDCn : Gestion des ressources, des déchets et des eaux usées
Annexe 8.	Carte des ressources locales
Annexe 9.	Mesures pour limiter les besoins énergétiques
Annexe 10.	Concept énergétique réalisé par Energestion











PSD Grands-esserts

Annexe 5

Total des besoins en bois par m	ois pour 1	00% bois												
ı	Etapes	ANNUEL	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	1.1	622.3 m³	100.0 m ³	87.6 m³	71.1 m³	50.5 m ³	42.2 m ³	17.4 m³	17.4 m³	17.4 m³	25.7 m³	50.5 m³	62.9 m³	79.4 m³
Vers Beaux-Champs		202.1 m ³	34.0 m ³	29.6 m³	23.7 m³	16.4 m³	13.4 m³	4.6 m³	4.6 m³	4.6 m³	7.6 m³	16.4 m³	20.8 m³	26.6 m³
Vers la Maison de Vessy		420.2 m³	66.1 m³	58.1 m³	47.4 m³	34.1 m³	28.8 m³	12.8 m³	12.8 m³	12.8 m³	18.1 m³	34.1 m³	42.1 m ³	52.8 m³
	1.2	410.4 m³	65.2 m³	57.2 m³	46.6 m³	33.3 m³	28.0 m³	12.1 m³	12.1 m³	12.1 m³	17.4 m³	33.3 m³	41.3 m³	51.9 m³
Vers le Salève		410.4 m³	65.2 m³	57.2 m³	46.6 m³	33.3 m³	28.0 m³	12.1 m³	12.1 m³	12.1 m³	17.4 m³	33.3 m³	41.3 m ³	51.9 m³
	1.3	714.5 m³	115.0 m³	100.7 m³	81.7 m³	58.0 m³	48.5 m³	20.0 m³	20.0 m³	20.0 m³	29.5 m³	58.0 m³	72.2 m³	91.2 m³
Vers l'école		122.9 m³	22.1 m³	19.1 m³	15.0 m³	9.9 m³	7.9 m³	1.7 m³	1.7 m³	1.7 m ³	3.8 m³	9.9 m³	13.0 m ³	17.0 m³
Vers le Nant		591.7 m³	92.8 m³	81.6 m³	66.7 m³	48.1 m³	40.6 m³	18.2 m³	18.2 m³	18.2 m³	25.7 m³	48.1 m³	59.3 m³	74.2 m³
	2.4	713.8 m³	111.9 m³	98.4 m³	80.4 m³	58.0 m³	49.0 m³	22.1 m³	22.1 m³	22.1 m³	31.0 m³	58.0 m³	71.5 m³	89.4 m³
Vers la ferme et Vers l'Arve		499.6 m³	78.3 m³	68.9 m³	56.3 m³	40.6 m³	34.3 m³	15.4 m³	15.4 m³	15.4 m³	21.7 m ³	40.6 m³	50.0 m ³	62.6 m³
Vers la lisière		214.1 m³	33.6 m³	29.5 m³	24.1 m ³	17.4 m³	14.7 m³	6.6 m³	6.6 m³	6.6 m³	9.3 m³	17.4 m³	21.4 m³	26.8 m³
Total		2461.0 m³	392.1 m³	344.0 m³	279.9 m³	199.7 m³	167.7 m³	71.5 m³	71.5 m³	71.5 m³	103.6 m³	199.7 m³	247.8 m³	311.9 m³
Nb camions semi-remorques/m 1 semi-remorque = 70 m³ plaqu		83	14	12	10	7	6	3	3	3	4	7	9	11



30% ECS solaire

Répartition annuelle production solaire	30% ECS solaire
Janvier	5.00%
Février	10.00%
Mars	20.00%
Avril	30.00%
Mai	50.00%
Juin	75.00%
Juillet	75.00%
Août	75.00%
Septembre	40.00%
Octobre	20.00%
Novembre	10.00%
Décembre	5.00%
Moyenne	34.58%

Part d'ECS solaire

Etapes	Qww E	CS total annuel	Qww ECS total mensuel	Janvier F	évrier	Mars	Avril I	Mai J	uin .	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
•	1.1	642.4 MWh	53.5 MWh	2.7 MWh	5.4 MWh	10.7 MWh	16.1 MWh	26.8 MWh	40.1 MWh	40.1 MWh	40.1 MW	21.4 MWh	10.7 MW	n 5.4 MWh	2.7 MWh
Vers Beaux-Champs		170.1 MWh	14.2 MWh	0.7 MWh	1.4 MWh	2.8 MWh	4.3 MWh	7.1 MWh	10.6 MWh	10.6 MWh	10.6 MW	5.7 MWh	2.8 MWł	1.4 MWh	0.7 MWh
Vers la Maison de Vessy		472.2 MWh	39.4 MWh	2.0 MWh	3.9 MWh	7.9 MWh	11.8 MWh	19.7 MWh	29.5 MWh	29.5 MWh	29.5 MWh	15.7 MWh	7.9 MWł	n 3.9 MWh	2.0 MWh
	1.2	444.4 MWh	37.0 MWh	1.9 MWh	3.7 MWh	7.4 MWh	11.1 MWh	18.5 MWh	27.8 MWh	27.8 MWh	27.8 MW	14.8 MWh	7.4 MWh	n 3.7 MWh	1.9 MWh
Vers le Salève		444.4 MWh	37.0 MWh	1.9 MWh	3.7 MWh	7.4 MWh	11.1 MWh	18.5 MWh	27.8 MWh	27.8 MWh	27.8 MW	14.8 MWh	7.4 MWł	a 3.7 MWh	1.9 MWh
	1.3	735.1 MWh	61.3 MWh	3.1 MWh	6.1 MWh	12.3 MWh	18.4 MWh	30.6 MWh	45.9 MWh	45.9 MWh	45.9 MW	24.5 MWh	12.3 MW	n 6.1 MWh	3.1 MWh
Vers l'école		64.2 MWh	5.4 MWh	0.3 MWh	0.5 MWh	1.1 MWh	1.6 MWh	2.7 MWh	4.0 MWh	4.0 MWh	4.0 MW	2.1 MWh	1.1 MW	n 0.5 MWh	0.3 MWh
Vers le Nant		670.8 MWh	55.9 MWh	2.8 MWh	5.6 MWh	11.2 MWh	16.8 MWh	28.0 MWh	41.9 MWh	41.9 MWh	41.9 MW	22.4 MWh	11.2 MW	n 5.6 MWh	2.8 MWh
	2.4	812.5 MWh	67.7 MWh	3.4 MWh	6.8 MWh	13.5 MWh	20.3 MWh	33.9 MWh	50.8 MWh	50.8 MWh	50.8 MW	27.1 MWh	13.5 MW	n 6.8 MWh	3.4 MWh
Vers la ferme et Vers l'Ar	ve	568.8 MW	47.4 MWh	2.4 MWh	4.7 MWh	9.5 MWh	14.2 MWh	23.7 MWh	35.5 MWh	35.5 MWh	35.5 MWł	19.0 MWh	9.5 MWł	1 4.7 MWh	2.4 MWh
Vers la lisière		243.8 MWh	20.3 MWh	1.0 MWh	2.0 MWh	4.1 MWh	6.1 MWh	10.2 MWh	15.2 MWh	15.2 MWh	15.2 MWh	8.1 MWh	4.1 MWł	n 2.0 MWh	1.0 MWh
Total		2'634.4 MWh	219.5 MWh	11.0 MWh	22.0 MWh	43.9 MWh	65.9 MWh	109.8 MWh	164.6 MWh	164.6 MWh	164.6 MW	a 87.8 MWh	43.9 MWI	n 22.0 MWh	11.0 MWh

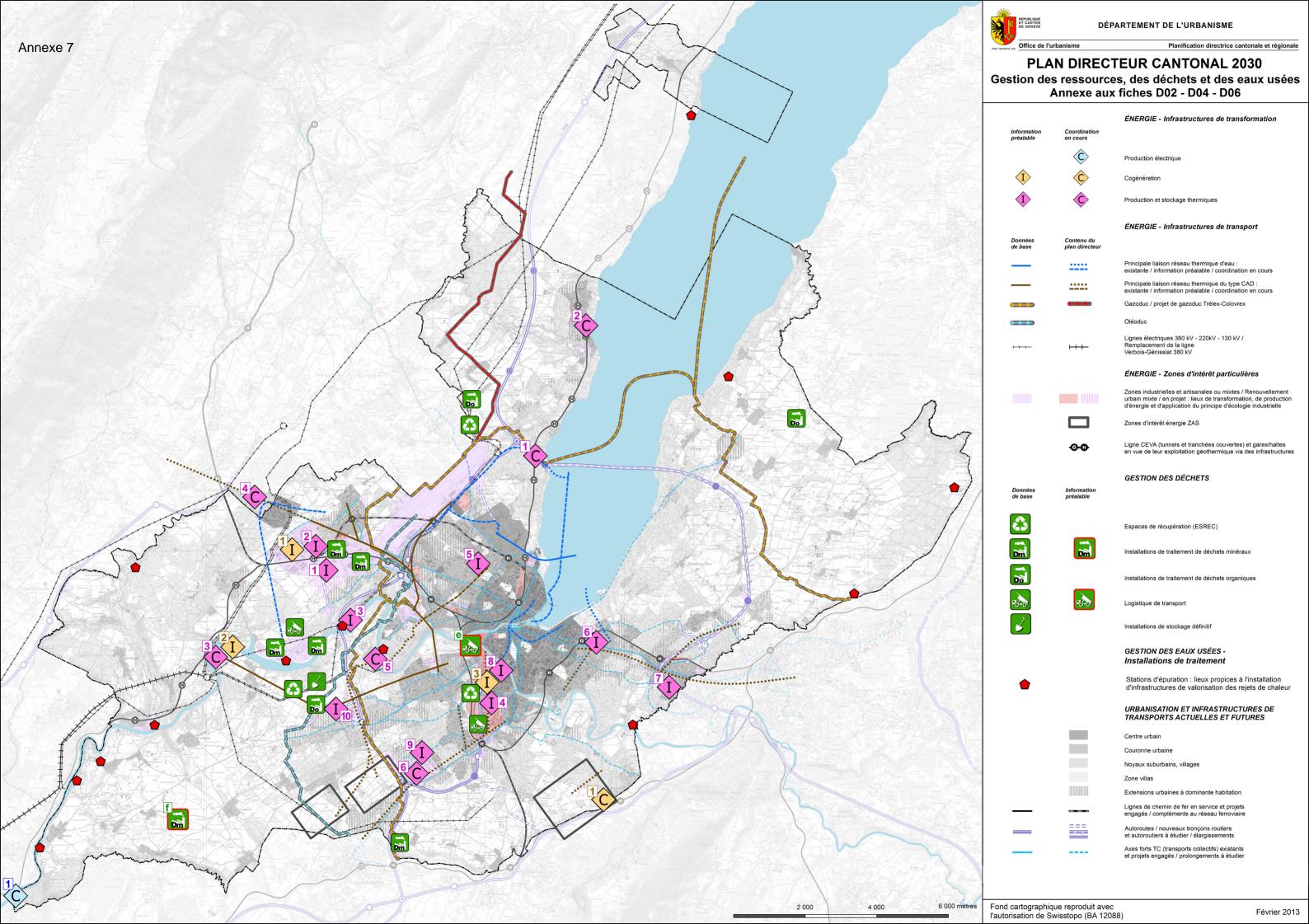


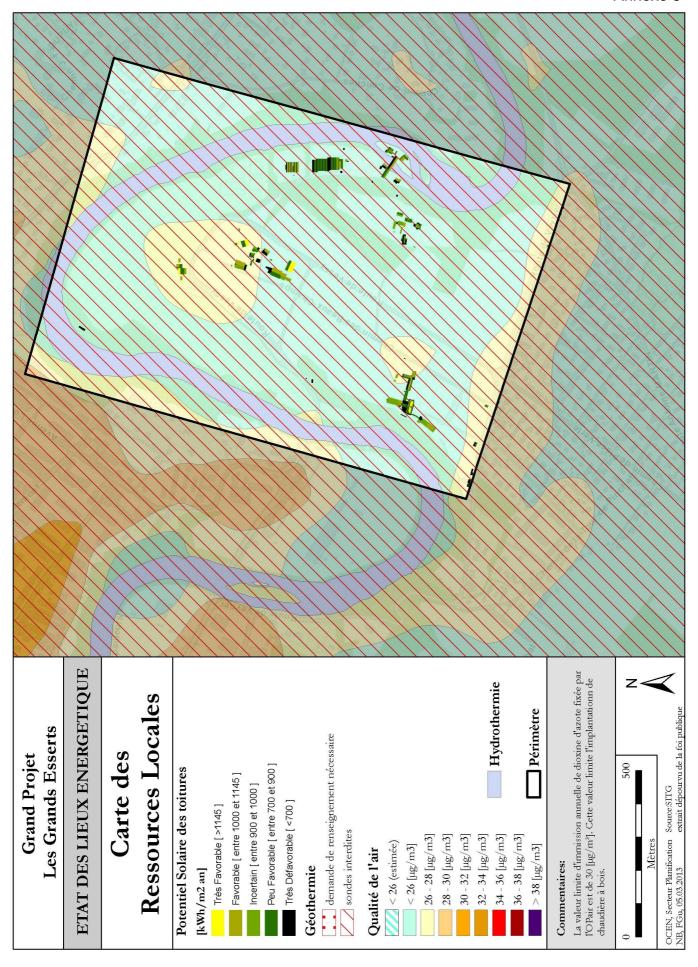
50% ECS solaire

Répartition annuelle production solaire	50% ECS solaire
Janvier	10.00%
Février	25.00%
Mars	44.00%
Avril	59.00%
Mai	73.00%
Juin	100.00%
Juillet	100.00%
Août	100.00%
Septembre	63.00%
Octobre	34.00%
Novembre	15.00%
Décembre	10.00%
Moyenne	52.75%

Part d'ECS solaire

Etapes	Qww	ECS total annuel	Qww ECS total mensuel	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai J	luin J	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	1.1	642.4 MWh	53.5 MWh	5.4 MWh	13.4 MWh	23.6 MWh	31.6 MWh	39.1 MWh	53.5 MWh	53.5 MWh	53.5 MWh	33.7 MWh	18.2 MWł	n 8.0 MWł	5.4 MWh
Vers Beaux-Champs		170.1 MWh	14.2 MWh	1.4 MWh	3.5 MWh	6.2 MWh	8.4 MWh	10.4 MWh	14.2 MWh	14.2 MWh	14.2 MWh	8.9 MWh	4.8 MWh	1 2.1 MWł	1.4 MWh
Vers la Maison de Vessy		472.2 MWh	39.4 MWh	3.9 MWh	9.8 MWh	17.3 MWh	23.2 MWh	28.7 MWh	39.4 MWh	39.4 MWh	39.4 MWh	24.8 MWh	13.4 MWh	n 5.9 MWł	3.9 MWh
	1.2	444.4 MWh	37.0 MWh	3.7 MWh	9.3 MWh	16.3 MWh	21.9 MWh	27.0 MWh	37.0 MWh	37.0 MWh	37.0 MWh	23.3 MWh	12.6 MWł	n 5.6 MWł	3.7 MWh
Vers le Salève		444.4 MWh	37.0 MWh	3.7 MWh	9.3 MWh	16.3 MWh	21.9 MWh	27.0 MWh	37.0 MWh	37.0 MWh	37.0 MWh	23.3 MWh	12.6 MWh	n 5.6 MWł	3.7 MWh
	1.3	735.1 MWh	61.3 MWh	6.1 MWh	15.3 MWh	27.0 MWh	36.1 MWh	44.7 MWh	61.3 MWh	61.3 MWh	61.3 MWh	38.6 MWh	20.8 MW	n 9.2 MWł	6.1 MWh
Vers l'école		64.2 MWh	5.4 MWh	0.5 MWh	1.3 MWh	2.4 MWh	3.2 MWh	3.9 MWh	5.4 MWh	5.4 MWh	5.4 MWh	3.4 MWh	1.8 MWh	n 0.8 MWł	0.5 MWh
Vers le Nant		670.8 MWh	55.9 MWh	5.6 MWh	14.0 MWh	24.6 MWh	33.0 MWh	40.8 MWh	55.9 MWh	55.9 MWh	55.9 MWh	35.2 MWh	19.0 MWh	n 8.4 MWh	5.6 MWh
	2.4	812.5 MWh	67.7 MWh	6.8 MWh	16.9 MWh	29.8 MWh	39.9 MWh	49.4 MWh	67.7 MWh	67.7 MWh	67.7 MWh	42.7 MWh	23.0 MW	n 10.2 MWł	6.8 MWh
Vers la ferme et Vers l'Arv	e	568.8 MWh	47.4 MWh	4.7 MWh	11.8 MWh	20.9 MWh	28.0 MWh	34.6 MWh	47.4 MWh	47.4 MWh	47.4 MWh	29.9 MWh	16.1 MWł	n 7.1 MWł	4.7 MWh
Vers la lisière		243.8 MWh	20.3 MWh	2.0 MWh	5.1 MWh	8.9 MWh	12.0 MWh	14.8 MWh	20.3 MWh	20.3 MWh	20.3 MWh	12.8 MWh	6.9 MWł	a 3.0 MWh	2.0 MWh
Total		2'634.4 MWh	219.5 MWh	22.0 MWh	54.9 MWh	96.6 MWh	129.5 MWh	160.3 MWh	219.5 MWh	219.5 MWh	219.5 MWh	138.3 MWh	74.6 MWł	n 32.9 MWł	22.0 MWh





Selon Soleil et Architecture – Guide pratique pour le projet

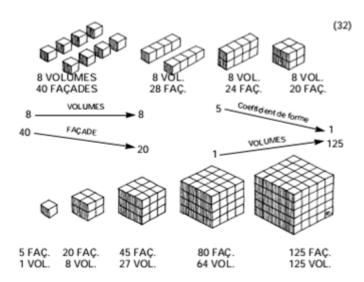
Paramètres influents dans le développement architectural

Facteur de forme

Le facteur d'enveloppe est le rapport de la surface de l'enveloppe thermique du bâtiment et de sa surface de référence énergétique. Il caractérise la forme et les dimensions du bâtiment. Du point de vue de l'énergie, le facteur d'enveloppe est une grandeur très importante: plus le bâtiment est compact, plus le facteur d'enveloppe est petit, tout comme les déperditions thermiques par unité de surface de référence énergétique (à qualité égale de l'enveloppe du bâtiment).

A4.2 Géométrie de l'enveloppe

La taille et la géométrie du bâtiment conditionnent en partie les besoins de chauffage. Des bâtiments mitoyens auront moins de déperditions thermiques par transmission que des bâtiments isolés. De même des bâtiments compacts par rapport à des bâtiments étroits avec beaucoup de décrochements. De même encore des bâtiments de grand volume (administratifs) par rapport à des petites villas.



Facteur de forme: évolution pour différents types d'agrégation et dimensions d'un cube.

Figure 1 : Géométrie de l'enveloppe [Source : Soleil et architecture – Guide pratique pour le projet] Office fédéral des questions conjoncturelles 1991, page 15]

- Orientation

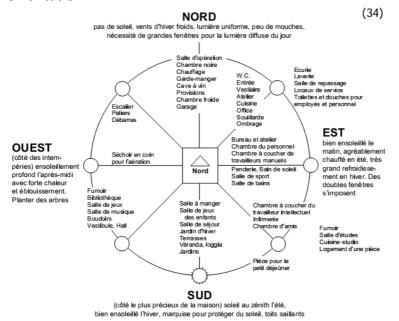


Figure 2 : Orientation [Source : Soleil et architecture – Guide pratique pour le projet] Office fédéral des questions conjoncturelles 1991, page 16]

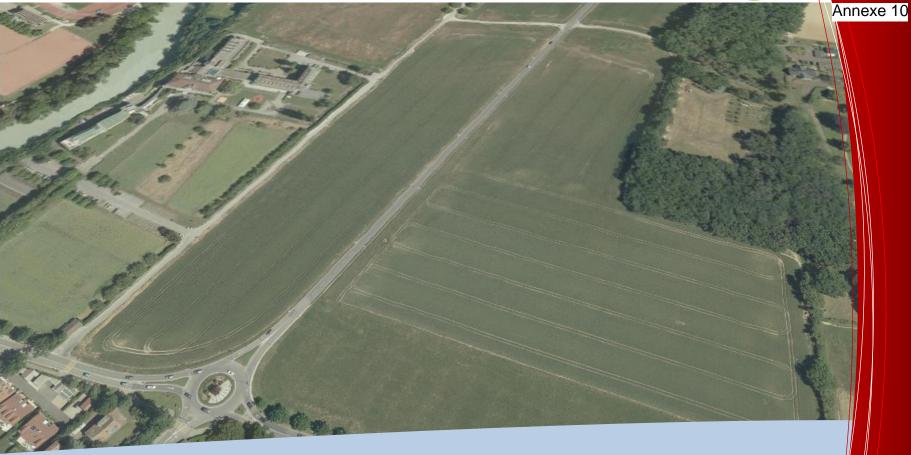
- Ombres portées sur le site et les autres bâtiments/Implantation judicieuse des bâtiments
- Solaire passif recommandations d'après Erreur ! Source du renvoi introuvable. Le rayonnement solaire peut être récupéré directement ou stocké dans les matériaux qui constituent le bâtiment ; cela nécessite simplement une conception particulière qui s'adapte au climat et qui tient compte de l'orientation du soleil selon les saisons. La notion de solaire passif est incluse dans le concept plus général d'architecture bioclimatique. Cette dernière permet de réduire les besoins énergétiques, de maintenir des températures agréables, de contrôler l'humidité et de favoriser l'éclairage naturel.

L'emplacement, la forme et la hauteur des bâtiments étant déjà définis, il conviendra de maximiser l'apport en énergie passive (chaleur et lumière) par :

- une optimisation de la distribution et de la taille des fenêtres
- un degré élevé de transmission énergétique globale tout en respectant une isolation optimale
- un aménagement de l'espace intérieur permettant l'utilisation (pièces habitables au sud) et un stockage efficace de la chaleur ambiante
- une minimisation des ombres portées par les balcons, les avant-toits et les arbres Toutefois, une attention particulière sera portée pour éviter les cas de surchauffe estivale.







14-1234 Les Grands Esserts Concept Energétique

Fabrice Baertschi

Présentation du : 21.05.2014

Contexte historique et légal (1/2)

2007

2010

2014

- Concept énergétique de quartier
- Loi sur l'énergie L2 30

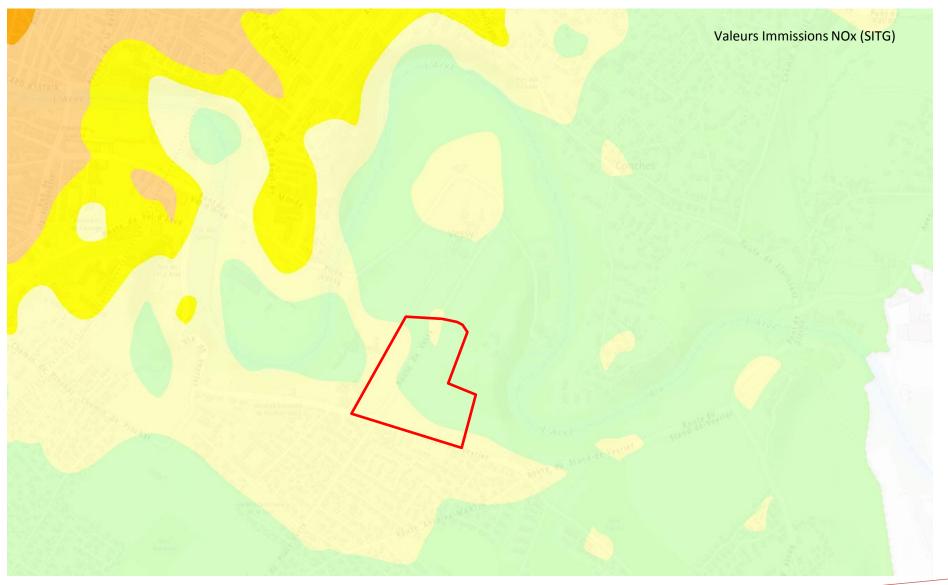
- Modification de la loi sur l'énergie L2 30 et L2 30.1
 - Part minimale renouvelable imposée (30% - 50%)
 - Mesure et contrôle de l'indice de dépense énergétique

• Mise à niveaux du cadre légal et de la mise en œuvre de la REn

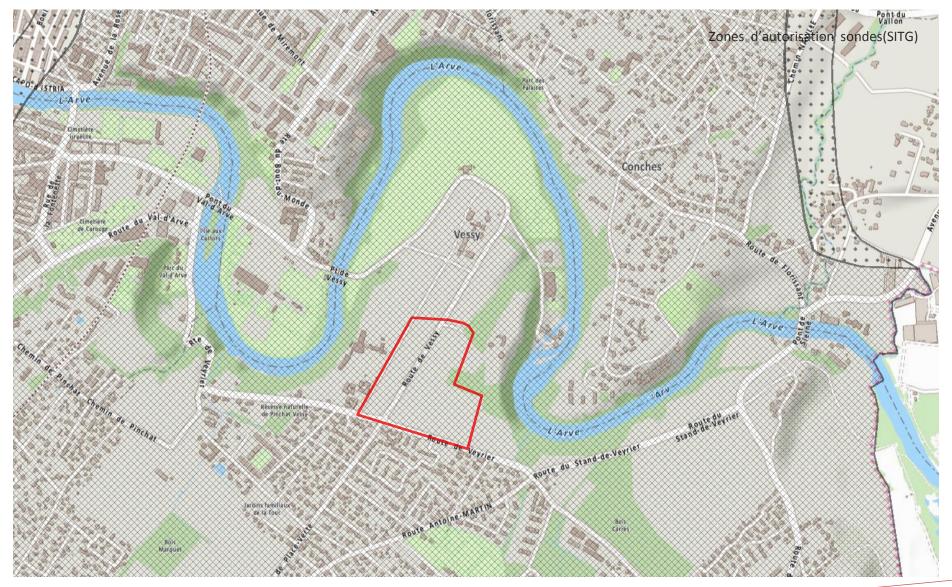
- Production de chaleur doit intégrer une part renouvelable
 - Bois (Bonne faisabilité)
 - Solaire thermique (Contrainte exposition des toitures ≠ hauteur)
 - → Géothermie (Interdiction de forage en nappe phréatique)
 - Rejets thermique (Pas de rejets thermiques, eaux usées : gisement faible)
- Complément à une ressource non renouvelable

 - Mazout

Contexte historique et légal (2/3)



Contexte historique et légal (3/3)



Présentation des variantes étudiées

- Raccordement au CAD existant : Gaz + Bois plaquettes
 - Renforcement de la production de chaleur existante avec bois plaquettes
- 2. Réalisation d'un CAD autonome : Gaz + Bois plaquettes
 - Création d'une chaufferie centralisée indépendante au bois plaquettes et gaz
- 3. Réalisation d'un CAD autonome : Gaz + Solaire
 - Création d'une chaufferie centralisée indépendante au gaz et solaire décentralisé
- Réalisation de chaufferies décentralisées Gaz + Solaire
 - Chaufferies gaz et apports solaires décentralisées par îlots
- 5. Réalisation de chaufferies décentralisées Gaz + Bois pellet
 - Chaufferies gaz et apports bois pellets décentralisées par îlots

Phasage de développement 1/2



Phasage de développement 2/2



PHASE 1: 81 500 m2 soit env. 800 logts

- Étape 1 : 28 500 m2 soit env. 300 logts
 - → n° 1: Vers Maison de Vessy (22 500 m2)
 - → n° 2 : Vers Beaux Champs (6 000 m2 + centre commercial)
- Étape 2 : 21 000 m2 soit env. 200 logts
 - → n° 3 : Vers le Salève
- Étape 3 : 32 000 m2 soit env. 300 logts
 - → n° 4 : Vers le nant
 - → Ecole

PHASE 2: 39 000 m2 soit env. 400 logts

- Étape 4 : 39 000 m2 soit env. 400 logts
 - → n° 5 : Vers la lisière (11 700 m2)
 - \rightarrow n° 6: Vers la ferme (11 700 m2)
 - \rightarrow n° 7 : Vers l'Arve (15 600 m2)

V1-Raccordement au CAD existant bois + gaz



Optimisations possibles : pose des conduites sous la (les) piste(s) de chantier pour réduire les coûts du réseau

V2-Réalisation d'un CAD autonome bois + gaz



V3-Réalisation d'un CAD autonome gaz + solaire



V4-Réalisation de chaufferies décentralisées gaz + solaire



V5-Réalisation de chaufferies décentralisées gaz + pellets



Synthèse des variantes étudiées 1/2

6'316

1'358

1'833

2'688

12'196 kCHF

19.53 ct/kWh

2'900

1'768

2'447

3'533

10'649 kCHF

18.04 ct/kWh

3'513

2'119

2'537

4'583

12'751 kCHF

20.42 ct./kWh

FBI – 14-1234 Les Grands Esserts

mercredi 21 mai 2014

13

Variantes	1 : CAD	2 : CAD	3 : CAD	4 :	5 :			
	existant	autonome	autonome	décentralisé	décentralisé			
	gaz + bois	gaz + bois	gaz + solaire	gaz + solaire	gaz + pellets			

5'702

1'309

1'366

1'999

10'376 kCHF

16.78 ct./kWh

Investissements

Etape 1 (kCHF)

Investissements

Etape 2 (kCHF)

Investissements

Etape 3 (kCHF)

Investissements

Etape 4 (kCHF)

investissements

chaleur à terme

Chemin de la Gravière 2, CP 1245 - 1227 Carouge

Tél. /Fax.: 022 300 37 22/24 - E-mail: info@energestion.ch

Coût de la

Energestion SA

Total

6'320

1'273

1'330

1'177

10'099 kCHF

16.06 ct./kWh

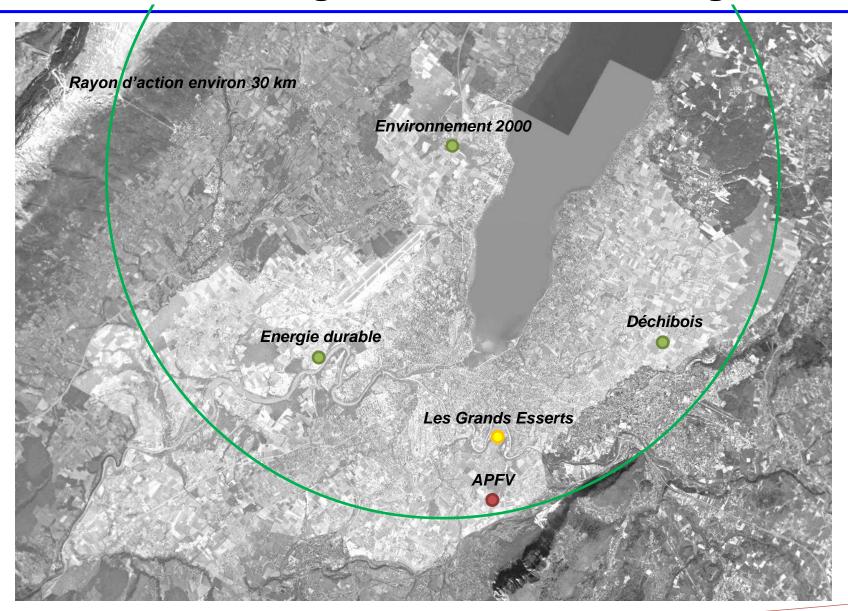
Synthèse des variantes étudiées 2/2

Variantes		1 : CAD existant gaz + bois	2 : CAD autonome gaz + bois	3 : CAD autonome gaz + solaire	4 : décentralisé gaz + solaire	5 : décentralisé gaz + pellets
% renouvelable production		75	70	15	15	70
Emissions tCO2éq/an		463	475	1'346	1'346	475
Impact financier annuel de la taxe CO2 [CHF]		27'755	28'510	80'778	80'778	28'510
Coût de la chaleur a terme 20.50 20.00 19.50 19.50 18.50 17.50 17.00 16.50 16.00 10'000	16.06	16.78 10'500	11'000	11'500 12'	19.53	V1 • V2 • V3 • V4 • V5

Investissements à terme [kCHF]

14

Les acteurs genevois du bois énergie



Energie durable – visite du 12.03.2014



- 1. Tri du bois, ici bois de chantier, pas pour plaquettes
- 2. Halle de stockage importante
- 3. Détail du stockage





Environnement 2000 – visite du 01.05.2014



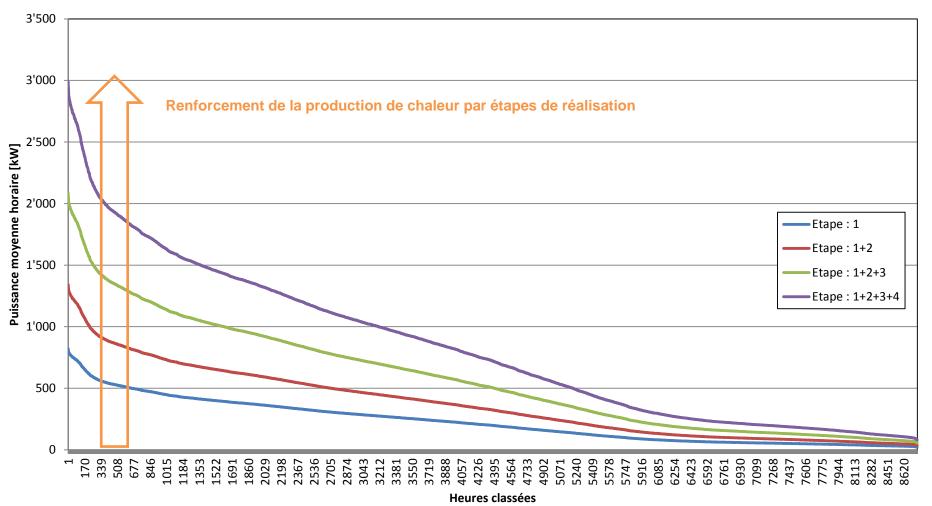
- 1. Débardage en forêt
- 2. Broyage, criblage et tamisage
- Détail du stockage



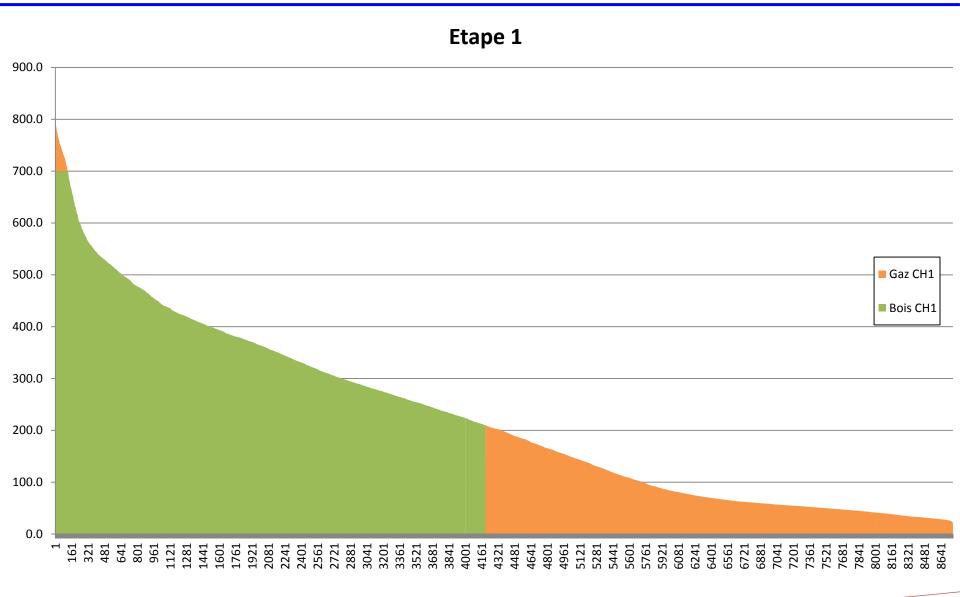


Courbes monotones décroissantes

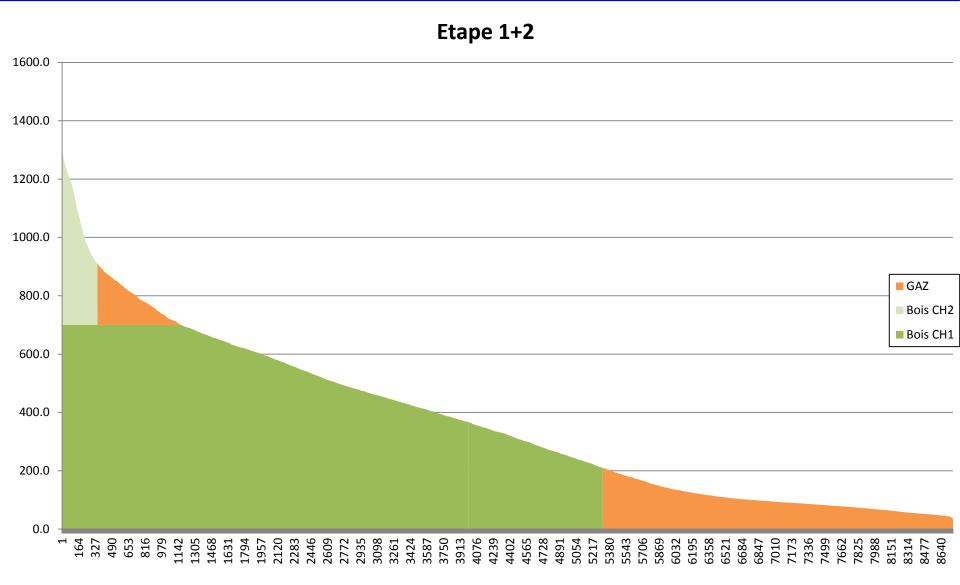
Phasage des puissances à installer (CAD)



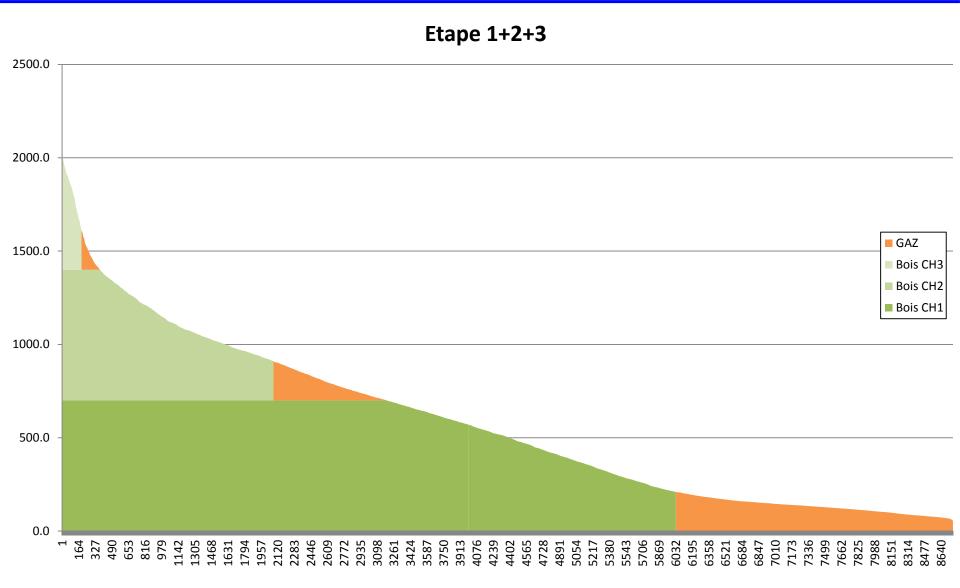
Production de chaleur scénario 1/4



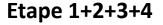
Production de chaleur scénario 2/4

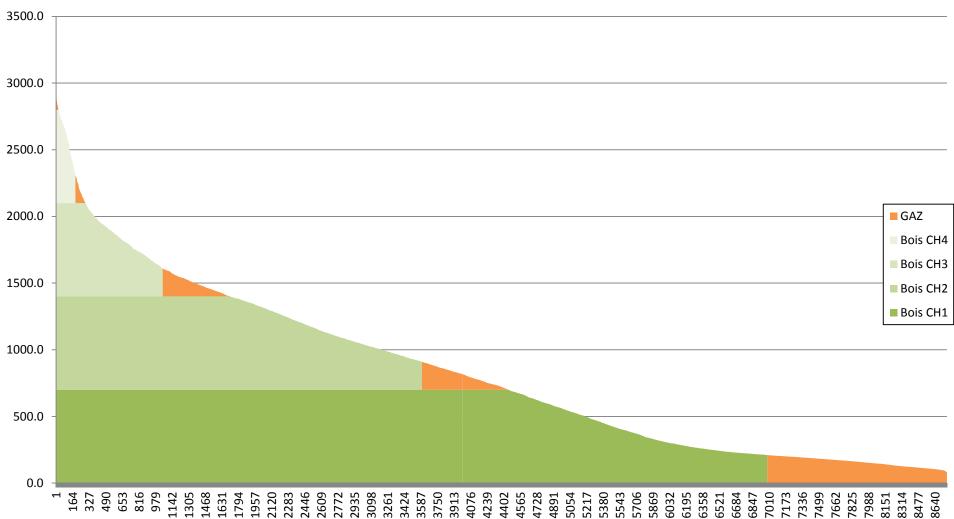


Production de chaleur scénario 3/4

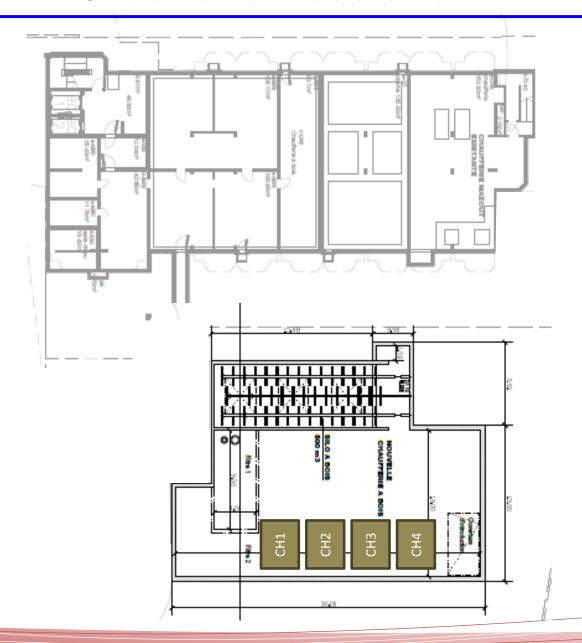


Production de chaleur scénario 4/4





Chaufferie modulaire



Energestion SA

Chemin de la Gravière 2, CP 1245 - 1227 Carouge Tél. /Fax. : 022 300 37 22/24 - E-mail : info@energestion.ch 23

3'306 MWh

826 t

3'306 m³

500 m³

6.6

55

5'370 MWh

1'342 t

5'370 m³

500 m³

10.8

90

6'033 MWh

1'508 t

6'033 m³

500 m³

12

101

mercredi 21 mai 2014

24

Silo piaque	Silo piaquettes et evolution des remplissages (1/2)						
Etapes	1	2	3	4			

Silo piaquet	tes et evolu	ition des re	mpiissages	(1/2)

1'849 MWh

462 t

1'849 m³

500 m³

3.7

31

Combustible bois brut

Masse annuelle équivalente

Volume annuel équivalent

Nombre de remplissage silo

Nombre de camions annuel

Chemin de la Gravière 2, CP 1245 - 1227 Carouge Tél. /Fax.: 022 300 37 22/24 - E-mail: info@energestion.ch

Volume net Silo

Energestion SA

Silo plaquettes et évolution des remplissages (2/2)

Evolution mensuelle et par étapes des remplissages du silo

