

Fiche technique – Gestion de l'énergie

Au cœur du Grand Roissy, EuropaCity est un nouveau quartier dédié aux loisirs, inscrit dans l'opération publique d'aménagement du Triangle de Gonesse.

EuropaCity est un projet sans équivalent dans sa conception et dans son offre. Projet d'initiative et de financement privés, EuropaCity a l'ambition de devenir une nouvelle destination du Grand Paris, librement accessible à tous les publics, proposant un alliage inédit d'équipements de loisirs, de commerces, d'offres culturelles et événementielles et d'hôtels.

Un des principaux enjeux d'EuropaCity est l'atteinte d'objectifs environnementaux ambitieux. Sa dimension à l'échelle urbaine et la diversité des programmes sont autant de paramètres à exploiter pour réussir à maximiser son autonomie en termes d'approvisionnement énergétique, de traitement de l'eau et des déchets.

Suite à la consultation internationale lancée en avril 2011 et remportée par le groupement mené par l'agence d'architecture BIG, des études ont permis de développer un masterplan évolutif et définir les besoins et rejets générés en termes d'énergie, eau et déchets sur la base du programme.

Les études techniques réalisées ont permis à EuropaCity d'établir les objectifs suivants :

- **objectif 100 %** des besoins en eau non potable couverts par les dispositifs de recyclage des eaux de pluie ou usées ;
- **objectif 100 %** des déchets organiques (et 75 % des déchets en général) valorisés en interne ;
- **objectif 100 %** des besoins énergétiques couverts par une production sur site, avec un recours massif aux énergies renouvelables.

Sommaire :

Vision globale d'EuropaCity	3
Contexte.....	3
Données sources.....	4
Potentiel énergétique du site	5
Calcul des besoins énergétiques.....	6
Description du modèle	6
Hypothèses de conception et d'exploitation	7
Réduction des consommations	8
Stratégies d'écoconception	8
Synergie entre le parc des neiges et le parc aquatique.....	8
Stockage géothermique saisonnier	9
Stratégies d'approvisionnement	9
Définition des stratégies d'approvisionnement :	10
Critères justifiant le choix du scénario	13
Réseaux	14
Raccordement des réseaux.....	14
Pilotage de la demande énergétique	14

VISION GLOBALE D'EUROPACITY

Une démarche développement durable pour EuropaCity a été établie, la Living City®. En matière environnementale, cette démarche prend notamment en compte les aspects de conception. L'équipe de maîtrise d'œuvre a élaboré un écosystème pour une gestion durable et intégrée de l'énergie, de l'eau et des déchets à EuropaCity.

En matière d'énergie, EuropaCity vise à maximiser son action positive sur l'environnement et ne se limite donc pas à minimiser ses impacts. Avec un objectif de produire 100% de l'énergie nécessaire au projet sur place, EuropaCity pourrait devenir un contributeur positif, qui interagit de manière durable, localement et globalement avec son environnement et ses usagers.

CONTEXTE

La majorité des programmes d'EuropaCity sont soumis à la RT 2012, en vigueur aujourd'hui, qui impose un engagement concernant la performance énergétique des bâtiments. EuropaCity s'inscrit dans un temps long et a l'ambition de réduire au maximum ses consommations énergétiques, dépassant ainsi les contraintes réglementaires.

La conception du projet directeur d'EuropaCity a intégré les réflexions encadrant la mise en œuvre de la RT 2020 (bâtiment à énergie positive), de façon à être exemplaire en termes de transition énergétique.

EuropaCity s'inscrit dans la stratégie RSE du Triangle de Gonesse

Sur le plan de la sobriété énergétique, la stratégie de Responsabilité Sociale et Environnementale (RSE) du Triangle de Gonesse se veut exemplaire en :

- Privilégiant la sobriété énergétique des bâtiments, des infrastructures et de leurs usages (sensibilisation des futurs usagers vers des pratiques éco-responsables)
- Utilisant le levier du numérique pour sensibiliser les usagers et les collectivités sur leurs consommations et sur l'importance de limiter ou « d'étaler » les consommations de pointe afin de réduire le recours à des énergies non renouvelables
- Imaginant des dispositifs de contractualisations permettant de garantir aux concessionnaires cette flexibilité
- Dimensionnant les infrastructures énergétiques (réseaux électriques, de gaz, thermiques) en tenant pleinement compte de ces optimisations, donc en évitant tout surdimensionnement, sans toutefois compromettre la sécurité des approvisionnements énergétiques du quartier
- Développant les énergies renouvelables et de récupération locales, en privilégiant, dans cet ordre :
 - Les énergies fatales (valorisation de la chaleur fatale des systèmes de rafraîchissement, valorisation des déchets, notamment agricoles)
 - Les énergies « géo-localisées » (géothermie, solaire, valorisation énergétique de cultures intermédiaires, etc.)
 - Les autres énergies renouvelables et de récupération
- Mettant en place des réseaux thermiques (chaud/froid) capables autant que possible de recevoir et de transporter de l'énergie produite par un programme (par exemple énergie fatale liée à des systèmes de rafraîchissement) et donc d'organiser un échange thermique entre deux programmes et pas seulement de livrer de l'énergie produite de manière centralisée.

DONNEES SOURCES

L'EPA Plaine de France a réalisé en juin 2012 une analyse du potentiel énergétique du site du Triangle de Gonesse et une estimation globale des besoins, qui a été mise à jour en 2015. Cette étude a permis de définir une stratégie énergétique et des objectifs qualitatifs.

Dans le cadre de l'élaboration du Projet Directeur d'EuropaCity, le bureau d'études Transsolar, spécialiste des questions de développement durable et d'ingénierie climatique, a mené une étude ayant pour objectif d'estimer les besoins énergétiques d'EuropaCity. Cette étude propose ensuite différentes stratégies d'approvisionnement possibles.



Carte localisant les périmètres du Triangle de Gonesse (en rouge) et d'EuropaCity (en bleu)

POTENTIEL ENERGETIQUE DU SITE

L'analyse du potentiel énergétique du Triangle de Gonesse a permis d'identifier les ressources disponibles et d'estimer la production correspondante. Le tableau de synthèse ci-dessous regroupe les estimations pour les différentes sources.

	Chaleur (GWh/an)	Froid (GWh/an)	Electricité (GWh/an)	TOTAL (GWh/an)
Solaire photovoltaïque			43	43
Solaire thermique	22			22
Climatisation solaire		15		15
Bois énergie	16,5		11,5	28
Biogaz	4,5*		3,6*	7,4*
Géothermie basse énergie	72,6			72,6
Géothermie très basse énergie	3,3	2,7		6
Géothermie très profonde	140		21	
Freecooling		12		
Récupération sur eaux usées	7			
Récupération sur équipements	15			
TOTAL (GWh/an)	280.9	29.7	79.7	390.3

Gisements énergétiques potentiels du Triangle de Gonesse (source : Synthèse de l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergies renouvelables, EPA Plaine de France 2015)

Le potentiel géothermique étant très fort en Île-de-France, la géothermie représente une source potentielle d'énergie locale. La géothermie très basse énergie (TBE) a pour objet la récupération des calories du sous-sol, ce qui permet de produire du chaud ou du froid grâce à une pompe à chaleur. La géothermie basse énergie (BE) permet de produire de la chaleur sans utilisation de système actif supplémentaire. Les températures importantes de la géothermie très profonde (~ 200 C) donnent la possibilité de produire de l'électricité en parallèle de la chaleur via une turbine à vapeur.

Le gisement de bois énergie de la forêt d'Ermenonville représente aussi un potentiel énergétique important pour produire de la chaleur et de l'électricité par cogénération. Les techniques de cogénération peuvent aussi utiliser des turbines à gaz (notamment le biogaz issu de la méthanisation des déchets organiques ou du gaz naturel).

L'énergie solaire (thermique ou photovoltaïque selon que l'on souhaite produire de la chaleur ou de l'électricité) représente également une autre source majeure d'énergie pour le Triangle de Gonesse.

L'éolien n'est pas envisageable pour le Triangle de Gonesse, du fait notamment des contraintes sur les hauteurs constructibles et des servitudes radioélectriques dues à la proximité de l'aéroport du Bourget.

Source: EPA Plaine de France, synthèse de l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergies renouvelables, 2015

Le potentiel énergétique du site d'implantation d'EuropaCity lui permet de développer une stratégie énergétique durable et ambitieuse, basée sur l'utilisation d'énergies renouvelables. Le solaire photovoltaïque, les différents types de géothermie, la cogénération ont été étudiés pour construire des stratégies d'approvisionnement répondant aux objectifs fixés.

CALCUL DES BESOINS ENERGETIQUES

Afin de prendre en compte le caractère exceptionnel du programme d'EuropaCity, le choix a été fait d'effectuer des simulations dynamiques et non d'utiliser des ratios au m². Ces simulations dynamiques permettent de se conformer au maximum aux conditions d'utilisation des bâtiments et d'estimer ainsi les besoins énergétiques correspondant au plus près à la réalité du projet, par exemple en intégrant les données météorologiques et des scénarios d'occupation (visiteurs et employés) en phase d'exploitation.

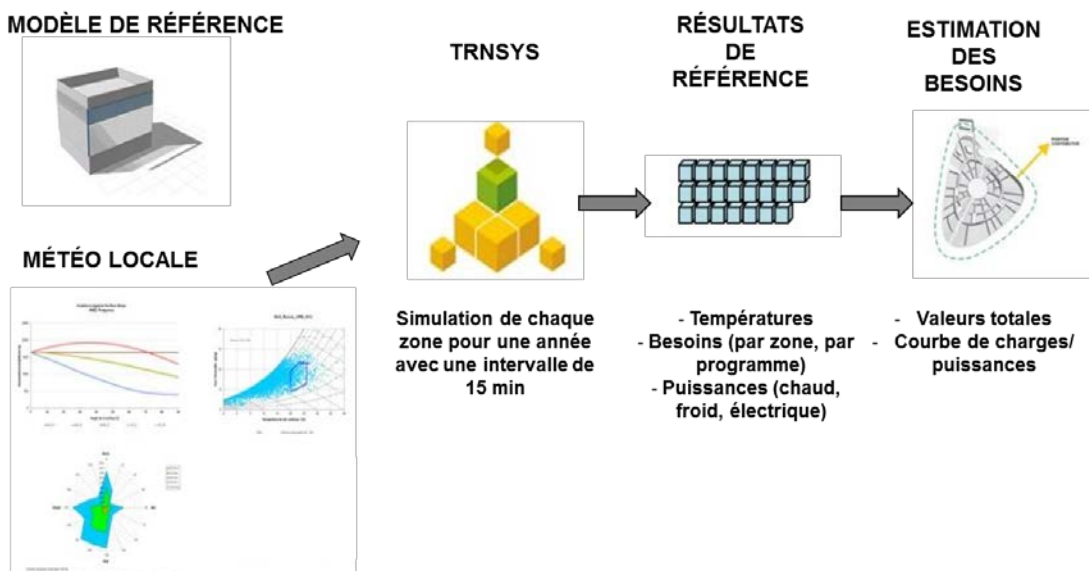
Description du modèle

Le modèle utilisé pour calculer les besoins énergétiques de l'ensemble du projet EuropaCity est un modèle de simulations dynamiques à pas de temps horaire (intervalle de 15 minutes), basé sur le logiciel TRNSYS.

Le modèle est découpé en zones représentatives selon les programmes, avec des modules caractéristiques détaillés par programme. Ces modèles de références sont déterminés par une géométrie, des caractéristiques de construction, des hypothèses de fréquentation et un horaire d'occupation associé ainsi que des charges électriques, un éclairage type, des besoins de ventilation et d'eau chaude sanitaire. Les horaires d'usages ont été intégrés sur la base des heures de fonctionnement prévisionnelles de chaque programme.

Des données météorologiques décrivant notamment l'effet d'îlot de chaleur propre à la région parisienne ont été intégrées dans le modèle. Les caractéristiques des modèles et les conditions de simulation sont basées sur des standards de la SIA (la société suisse des ingénieurs et architectes) reconnus internationalement, ainsi que sur des références de projets comparables.

A partir de la simulation des besoins de chaque zone du modèle de référence, les besoins énergétiques ont été calculés pour l'ensemble du projet EuropaCity.



Description du modèle utilisé par Transsolar

Hypothèses de conception et d'exploitation

Les besoins en énergie d'EuropaCity ont été calculés selon deux scénarios :

- Le scénario conservateur qui représente une consommation résultant de la pratique courante avec des technologies considérées aujourd'hui comme avancées, mais assez répandues.
- Le scénario « 2024 » qui est le résultat d'une implication en amont de l'ensemble des parties prenantes pour optimiser les besoins à l'échelle du site. Il s'appuie surtout sur la baisse des consommations d'éclairage (utilisation de LED) et de ventilation (amélioration des systèmes de gestion et de réglage).

Le scénario « 2024 » consomme ainsi moins d'électricité, moins de froid, mais implique une augmentation des besoins en chaud l'hiver du fait de la perte de l'énergie fatale générée par l'utilisation de dispositifs d'éclairage plus performants.

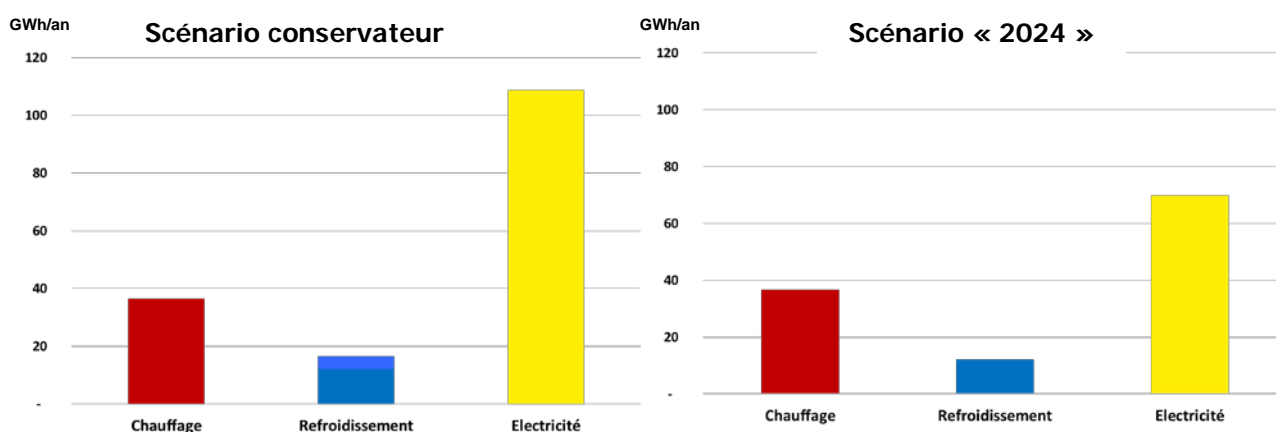
Le modèle prévoit pour les deux scénarios une très bonne isolation et un vitrage très performant.

Au niveau de l'éclairage, le scénario conservateur inclut des bonnes pratiques d'utilisation. Le scénario « 2024 » va plus loin, en utilisant seulement de l'éclairage LED et des systèmes de contrôle intelligents. Cela correspond à une réduction de 80% des besoins par rapport aux pratiques courantes (halogène vs. LED).

Les bâtiments sont principalement ventilés mécaniquement pour assurer le minimum de ventilation requis pour un bon renouvellement de l'air, et pour un meilleur confort intérieur dans le cadre des différentes activités.

Les hypothèses prises se basent sur des normes, sur des valeurs de fournisseurs, ainsi que sur l'expérience des experts et consultants impliqués. Elles permettent de fournir une base réaliste pour le calcul de la consommation énergétique d'EuropaCity.

Résultat des simulations dynamiques



Source : Simulation des besoins énergétiques réalisée par Transsolar

Le graphique comparatif des consommations annuelles montre que les besoins de chauffage restent plus ou moins constants entre le scénario conservateur et le scénario « 2024 », tandis que les besoins de refroidissement et d'électricité baissent considérablement (respectivement - 25% et - 35%).

Ceci est largement dû à une baisse de la consommation électrique de l'éclairage entre le scénario conservateur et le scénario «2024» (- 80%) et met également en évidence pour les stratégies d'approvisionnement l'enjeu de produire de l'électricité localement.

Deux scénarios ont été étudiés. Seul le scénario « 2024 » sera utilisé pour les stratégies d'approvisionnement énergétique, considérant que les réductions de consommation qu'il inclut sont crédibles à l'horizon 2024.

REDUCTION DES CONSOMMATIONS

Stratégies d'écoconception

Une stratégie d'écoconception a été adoptée par l'équipe de maîtrise d'œuvre lors de la conception architecturale du projet. Les équipes d'architectes et d'ingénieurs ont pris en compte la direction des vents et l'exposition solaire, notamment pour définir l'orientation des bâtiments et les espaces extérieurs.

➤ *Orientation des rues et bâtiments par rapport aux vents*

Le projet architectural vise à minimiser la sensation de froid produite par le vent en hiver et à faciliter la circulation des vents en été. Ainsi, les rues situées à l'est ont été décalées les unes par rapport aux autres pour éviter que les vents d'hiver ne s'y engouffrent. A l'inverse, les rues situées à l'ouest ont été alignées jusqu'à la place centrale pour permettre la circulation des vents dominants en été.

Le retrait des bâtiments pour les étages supérieurs permet de limiter le phénomène d'engouffrement des vents dans les rues intérieures. Des haies seront plantées perpendiculairement à la direction des vents d'hiver pour ménager des lieux abrités dans le parc urbain, tout en laissant passer les vents d'été, qui améliorent le confort et diminuent les effets d'îlot de chaleur.

➤ *Prise en compte de l'exposition solaire*

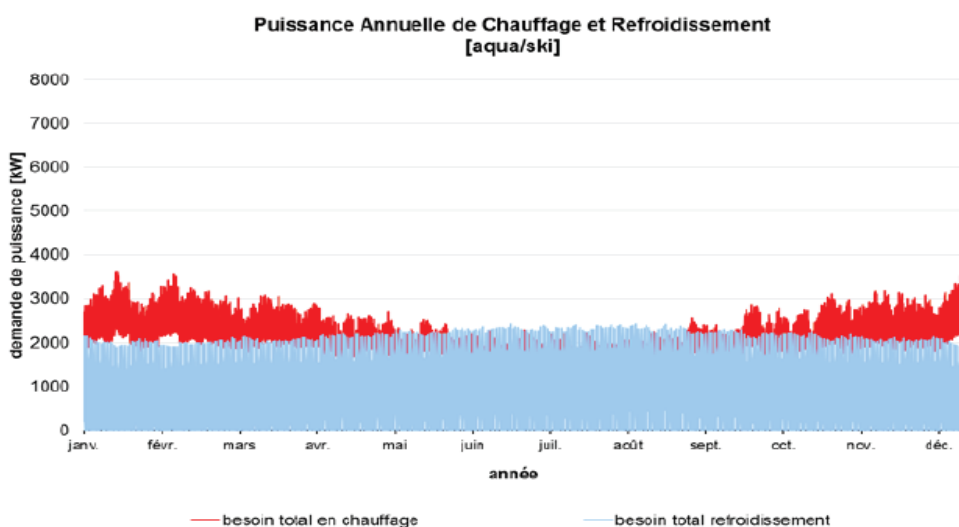
L'exposition solaire sur le projet a été étudiée et a permis d'orienter fortement le travail architectural en termes de confort et d'éclairage. La forme du projet, avec des hauteurs plus importantes au nord et moins élevées au sud, favorise l'apport de lumière naturelle.

Cette étude a également permis d'optimiser la localisation des panneaux photovoltaïques. L'exposition solaire varie entre 1025 et 1098 kWh/m² en toiture, ce qui permet une production d'énergie solaire conséquente. Onze hectares en toiture sont ainsi réservés aux panneaux photovoltaïques. La production pourra être augmentée en inclinant les panneaux vers le sud.

Le rayonnement solaire est également important sur les façades extérieures orientées vers le sud ; elles pourraient être exploitées pour la production d'électricité en utilisant des cellules photovoltaïques innovantes. Ces surfaces n'ont pas été incluses au potentiel énergétique total.

Synergie entre le parc des neiges et le parc aquatique

Les charges de base de froid et de chaud, liées notamment au fonctionnement du parc des neiges et du parc aquatique sont quasiment constantes tout au long de l'année et permettent d'envisager des synergies à mettre en place entre ces équipements (pompe à chaleur).



Compte tenu de l'adéquation des besoins en chaud et en froid du parc aquatique et du parc des neiges, un « bâtiment énergie » propre à ces deux programmes pourrait être mis en place afin d'exploiter cette synergie. Ce bâtiment pourrait inclure des pompes à chaleur assurant la coproduction de chaud pour l'espace aquatique et de froid pour le parc des neiges.

Une pompe à chaleur permettrait de produire à la fois les 6,5 GWh de froid nécessaires pour le fonctionnement de la zone froide du parc des neiges et 10,3 GWh de chaud utilisés pour les bassins du parc aquatique pour une consommation électrique de 3,4 GWh. Ceci permet de réduire les besoins de production en froid de 50 % et en chaud de 25 % à l'échelle du site.

Stockage géothermique saisonnier

Le stockage de l'énergie est un enjeu important pour la transition énergétique. Le stockage géothermique est une solution innovante et intelligente pour répondre aux besoins énergétiques fluctuants selon la saison.

En hiver, quand les besoins en refroidissement sont minimaux, on extrait du chaud stocké l'été dans le sous-sol. Le stockage d'énergie thermique peut jouer un rôle essentiel dans le système énergétique d'EuropaCity, permettant de réduire les effets liés à la saisonnalité des besoins énergétiques.

STRATEGIES D'APPROVISIONNEMENT

Après l'évaluation et la réduction des consommations, plusieurs stratégies d'approvisionnement ont été étudiées. Elles intègrent toutes les synergies évoquées et se focalisent sur la production locale d'énergie. Ces stratégies se basent sur le scénario de consommation énergétique « 2024 ».

L'un des enjeux de l'approvisionnement en énergie d'EuropaCity est de faire appel à des technologies qui permettent de produire de l'électricité sans produire de la chaleur (les énergies éolienne et hydraulique ne peuvent pas être considérées comme disponibles ou faisables dans le cas d'EuropaCity).

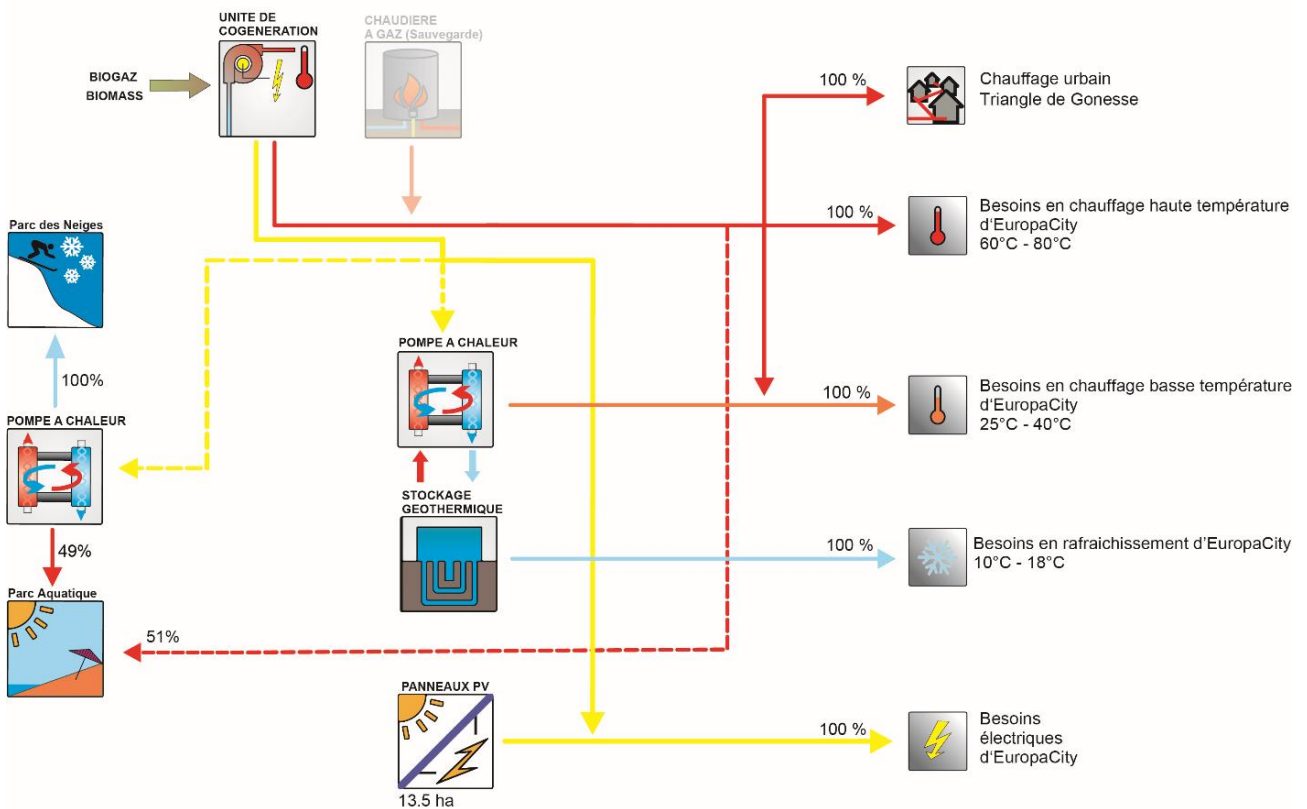
Tous les scénarios d'approvisionnement se basent donc sur l'utilisation de la technologie photovoltaïque. Treize hectares de panneaux photovoltaïques placés en toiture (11 ha) et au niveau du bassin d'orage (2 ha) contribuent à la production locale.

Définition des stratégies d'approvisionnement :

➤ Scénario A : Stratégie basée sur la cogénération et le stockage géothermique

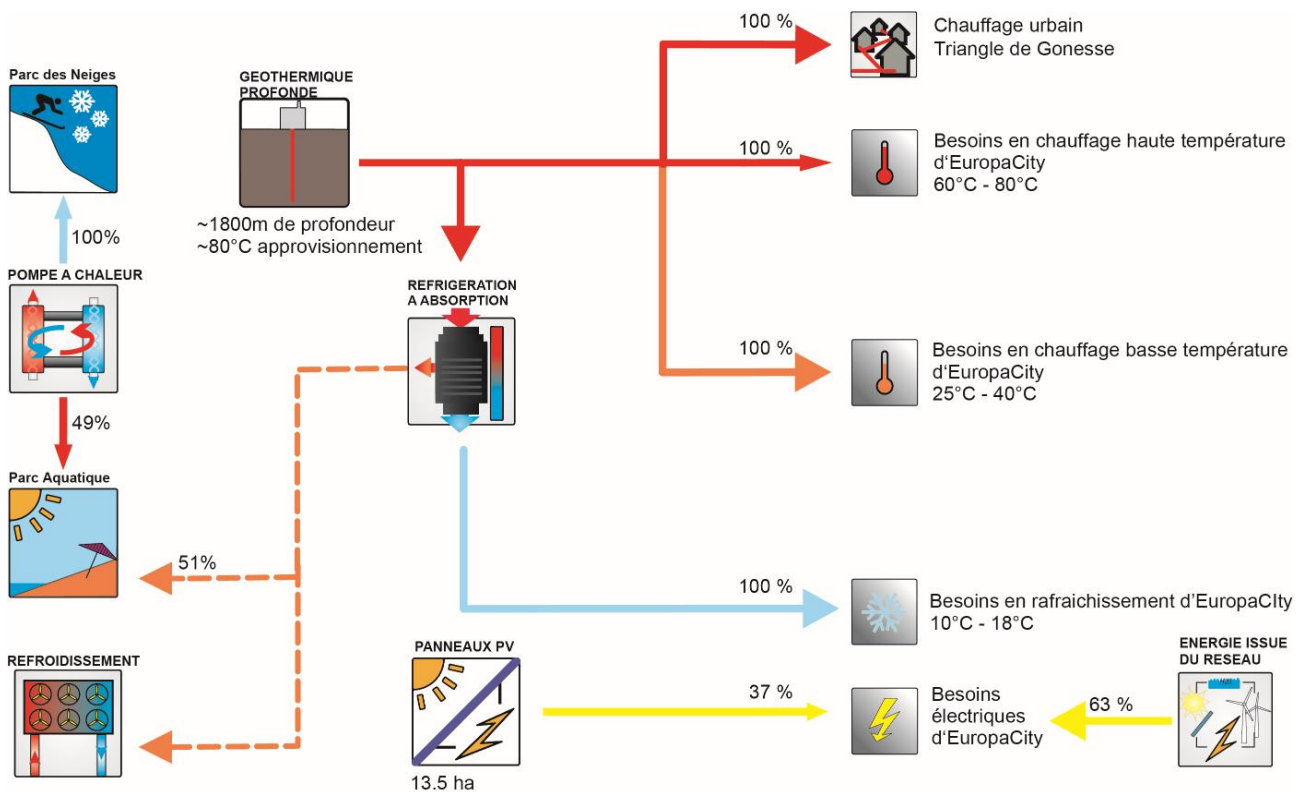
Outre les panneaux photovoltaïques, le scénario A intègre des unités de cogénération, dont le principe est de produire simultanément de la chaleur et de l'électricité. Elles pourront fonctionner au gaz, à partir du biogaz produit par la méthanisation des déchets organiques, ou à la biomasse afin de profiter du gisement de bois local identifié dans l'étude de potentiel énergétique.

Il intègre aussi du stockage géothermique saisonnier comme dit précédemment, qui sera dimensionné par rapport aux besoins de froid. Pour atteindre une production de 100% de l'énergie sur site, il est envisagé d'augmenter la capacité de traitement de l'unité de cogénération bois ou de compléter la cogénération biogaz avec du gaz naturel.



➤ *Scénario B : Stratégie basée sur la géothermie profonde*

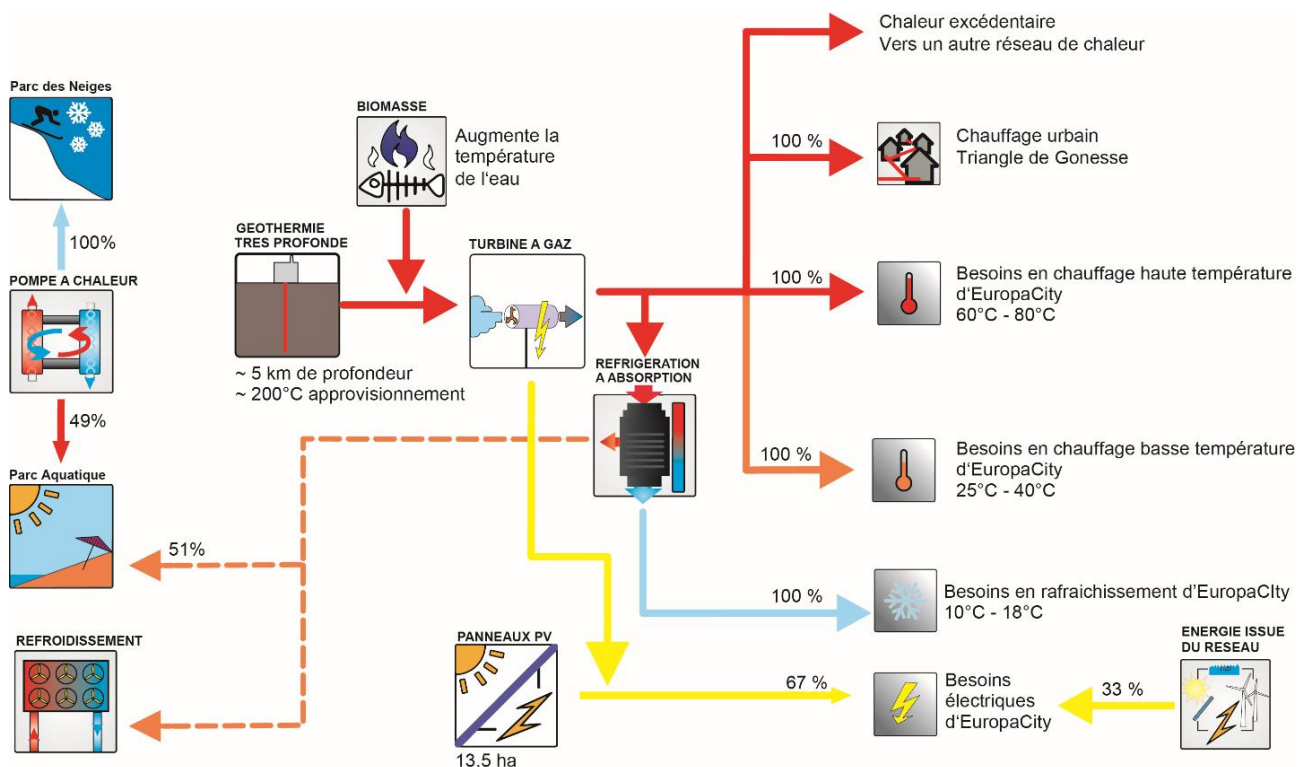
Le scénario B se base sur la géothermie profonde (1 800 mètres de profondeur pour une température oscillant entre 65 et 80°C) et utilise des pompes à chaleur pour produire du froid et du chaud. La faisabilité de ce scénario dépend directement de la température de la ressource géothermique qui doit permettre de produire du froid par l'intermédiaire d'une machine à absorption.



➤ *Scénario C : Stratégie basée sur la géothermie très profonde*

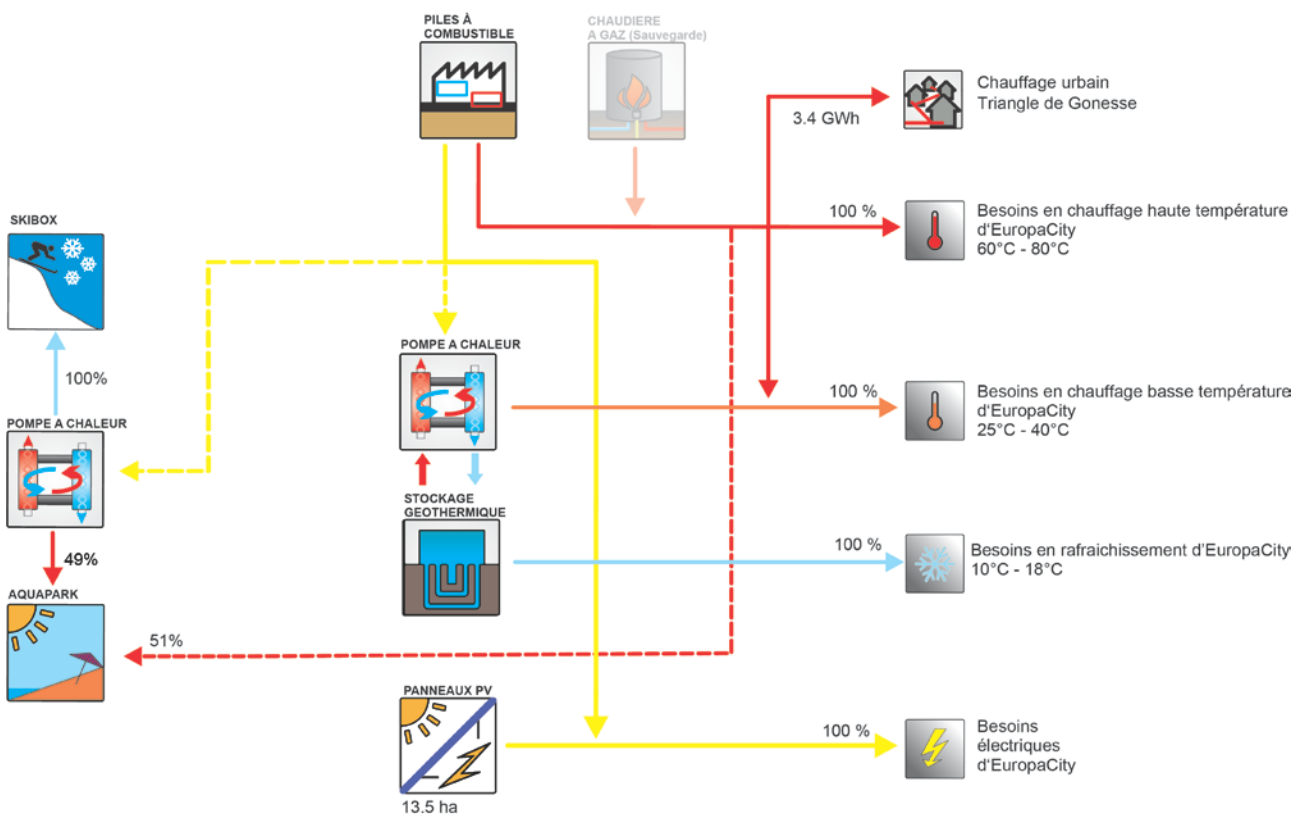
Le scénario C est basé sur la géothermie très profonde (5 000 mètres de profondeur pour une température atteignant les 200°C) qui produit de l'électricité via une turbine à vapeur en plus de la chaleur.

Ce scénario, qui mériterait une étude approfondie pour s'assurer de la faisabilité et de la pertinence de cette technologie localement, est très attractif pour la production d'électricité. De la chaleur additionnelle serait générée et pourrait être partagée avec les zones avoisinantes, le site serait ainsi exportateur de chaleur.



➤ *Scénario D : Stratégie basée sur la pile à combustible et le stockage géothermique*

Le scénario D, plus prospectif, est basé sur l'utilisation d'une pile à combustible et du stockage géothermique. Il pose les enjeux du stockage et de l'approvisionnement du combustible pour la pile à combustible et de la maturité de cette technologie lors de la mise en œuvre opérationnelle du projet.



Critères justifiant le choix du scénario

Les deux stratégies utilisant la géothermie (scénarios B et C) couvrent tous les besoins de chaleur ainsi que de froid, mais nécessitent un apport électrique (extérieur ou additionnel) important. Elles produisent un excès de chaleur qui peut être valorisé par un export de cette chaleur vers l'extérieur. La stratégie C nécessitera des études plus approfondies pour vérifier le potentiel local et la faisabilité de cette technologie.

Le scénario D est très attractif car il couvre tous les besoins électriques sans produire trop de chaleur excédentaire, mais il pose la question au niveau de la maturité de la technologie.

Le scénario A, basé sur la cogénération et l'utilisation de panneaux photovoltaïques, permet de répondre à l'objectif de produire sur place 100% de l'énergie consommée. Il utilise des technologies éprouvées, qui sont appelées à gagner encore en efficacité. Ce scénario produit en outre plus de chaleur qui pourrait permettre de couvrir les besoins en chauffage de l'ensemble du quartier d'affaires voisin. C'est donc pour des raisons de résilience mais aussi de coût global que ce scénario est aujourd'hui le scénario préféré stratégie de production locale d'énergie.

RESEAUX

Raccordement des réseaux

Un raccordement aux réseaux existants sera nécessaire.

➤ *Gaz*

Le Triangle de Gonesse est traversé au nord par deux canalisations de transport de gaz $\varnothing 500$ et $\varnothing 900$. Au sud, la ZAC des Tulipes est desservie par une canalisation PE200. La ville de Gonesse est raccordée au réseau par un poste HP / MPB.

L'utilisation d'énergies renouvelables et produites localement (géothermie, biogaz, solaire, etc.) aura pour conséquence de réduire les besoins en gaz du site.

Toutefois, EuropaCity pourrait être producteur de biogaz et utiliser le réseau pour la revente et la redistribution de ce biogaz sur le réseau de gaz naturel, ou bien utiliser le réseau pour le fonctionnement de l'unité de cogénération au gaz naturel.

Des branchements à court terme sur le poste HP / MPB, ou la création d'un nouveau poste HP / MBP, pour répondre aux besoins complémentaires sont envisageables. L'estimation de la capacité du réseau existant à fournir ces branchements devra être étudiée avec GRDF.

➤ *Electricité*

Au niveau du Triangle de Gonesse, des conducteurs « moyenne tension » et « basse tension » alimentent le bâti situé actuellement sur l'ouest du site, le long de la RD317. Une ligne « moyenne tension » longe également la RD370 au Sud du Triangle. Les projections envisagent la création d'un poste source à horizon 2022 sur le Triangle de Gonesse.

Un raccordement aux réseaux existants (le long de la RD317 et de la RD370) pourrait cependant être effectué lors des premières phases de développement du projet de la ZAC du Triangle de Gonesse. Par la suite, un raccordement au nouveau poste source s'avérera probablement nécessaire.

Une étude ERDF est en cours pour estimer le nombre de postes HTA / BT et d'ouvrages électrique dans le domaine de tension HTA à créer, ainsi que l'impact sur les postes sources et les ouvrages électrique du domaine HTB. Elle devrait également permettre de désigner les ouvrages électriques à modifier sur le réseau public de distribution extérieur au terrain d'assiette de l'opération de la ZAC du Triangle de Gonesse.

Le dimensionnement du réseau, et également celui des locaux techniques sera en partie conditionné par la façon dont EuropaCity administrera et gèrera les services supportés par ce réseau.

Pilotage de la demande énergétique

Au niveau actuel de définition du projet, la conception du réseau est basée sur une gestion du réseau électrique par EuropaCity, qui offre le plus de flexibilité et qui permet de dimensionner les infrastructures avec le meilleur rapport investissement/évolutivité. Cette solution permet en plus de s'inscrire dans un cadre général de management de l'énergie sur le site EuropaCity et d'évoluer vers des architectures de type *smart grid*.

Le Smart Grid est un système intelligent de pilotage de la demande énergétique afin de réduire les pics de charge. Les industries et équipements avoisinants au projet pourront être intégrés dans cette démarche de réseaux intelligents afin de permettre d'éventuels effacements de charge ou bien de gérer des besoins complémentaires et ponctuels de puissance énergétique. Cela permet de synchroniser la demande et la production d'énergie.

Le Smart Grid permettra de détecter rapidement toutes les anomalies sur le site et réduire ainsi les coûts de maintenance. Ce type d'installation nécessitera la pose de nombreux compteurs sur les différents réseaux du site. Dans une stratégie d'écologie industrielle, le Smart Grid pourra permettre d'intégrer les lots voisins d'EuropaCity en mutualisant la production et gestion d'énergie pour une balance plus efficace.