

INFORMATION AU CONSEIL COMMUNAL

Planification énergétique territoriale : éléments pour une stratégie énergétique territoriale à 2030

1. Introduction

Le 6 novembre 2017, la Municipalité a accepté l'étude de planification énergétique, menée entre 2016 et 2017, dont ce rapport synthétise les résultats.

La notion de planification énergétique territoriale a été introduite dans la loi cantonale sur l'énergie lors de sa dernière révision en 2014. Pour la Ville de Nyon, la planification énergétique territoriale représente une aide à la décision en matière de politique énergétique. La Municipalité de Nyon ré-affirme, chaque quatre ans, à l'occasion de l'adoption de sa politique communale de l'énergie, sa volonté de répondre de façon coordonnée aux défis de son territoire et à ceux de la transition énergétique et du changement climatique. L'étude de planification énergétique territoriale permet ainsi d'inscrire une vision à moyen terme (2030) des mesures territoriales à prendre afin de s'inscrire dans la stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral.

2. Concept général d'une planification énergétique territoriale

La transition énergétique peut être vue comme une démarche visant à structurer localement des filières énergétiques mettant en relation des postes de consommations du bâti (auxquels sont associés des besoins énergétiques), avec des ressources renouvelables et locales, par le biais d'infrastructures énergétiques. Le rôle de ces **infrastructures** est de rapprocher spatialement (transport, distribution), temporellement (stockage) et qualitativement (conversion) ces **besoins** et ces **ressources** énergétiques locales, en tirant partie des caractéristiques du territoire et des évolutions que ce dernier va connaître, dans le cadre notamment des projets d'aménagement.

Principes relatifs aux besoins

- Réduire au maximum les besoins du parc existant (amélioration quantitative et qualitative : plus de rénovations et plus de gain par rénovation).
- Minimiser les besoins supplémentaires induits par les nouvelles constructions.
- Rechercher, via le territoire, à valoriser les complémentarités entre les différents types de besoins (thermique / électrique ; bâti neuf / existant ; bâti résidentiel / d'activité ; besoins estivaux / hivernaux, ...).

Principes relatifs aux infrastructures

- Penser chaque projet dans la perspective de son intégration future dans un système énergétique territorial plus large (flexibilité et évolutivité au niveau des périmètres de desserte, des besoins pouvant être satisfaits, des ressources pouvant être valorisées par ces infrastructures).
- Rechercher une complémentarité entre les infrastructures (thermique et électrique, thermique haute température / basse température, fonctions de captage / stockage / distribution...).

Principes relatifs aux ressources

- L'ambition, à terme, est de disposer d'un approvisionnement basé au maximum sur des ressources renouvelables locales et non concurrentielles.
- De même que pour les besoins et les infrastructures, la recherche de complémentarités entre les ressources est l'une des clés pour la structuration de systèmes d'approvisionnement énergétiques territoriaux durables (complémentarité au niveau des services rendus, des lieux et des moments auxquels ces ressources sont accessibles, ...).

3. Objectifs de l'étude

Guidée par cette vision, l'étude de planification énergétique territoriale s'est concentrée sur les postes de consommation fixes du territoire, c'est-à-dire principalement le parc bâti (résidentiel, activités, infrastructures publiques). L'étude était composée de trois grandes étapes, respectivement associées aux objectifs suivants :

Diagnostic :

- dresser un état des lieux des composantes actuelles des filières énergétiques du territoire (consommations liées au parc bâti, vecteurs d'approvisionnement et infrastructures en place) ;

- repérer, en tenant compte des évolutions à venir sur le territoire, les principaux défis et potentialités pour la transition énergétique de celui-ci (gisements d'économie d'énergie, potentiels énergétiques renouvelables).

Projections à long terme :

- apprécier, en référence aux objectifs cadres fédéraux, l'ampleur des efforts à accomplir, à horizon 2050, pour positionner le territoire sur la voie de la transition énergétique ;
- repérer, dans le cadre d'un scénario territorialisé, les dynamiques territoriales et principaux projets énergétiques autour desquels pourra se structurer la stratégie de transition.

Stratégie et plan d'actions énergétiques territoriales à 2030 :

- repérer, à partir des enseignements du scénario territorialisé, les cibles et les axes d'intervention les plus structurants pour initier la transition énergétique du territoire ;
- identifier, hiérarchiser et caractériser les leviers d'actions dont dispose la Ville de Nyon pour intervenir sur ces différents axes, en collaboration avec ses partenaires.

4. Diagnostic

Le diagnostic consiste à caractériser, d'un point de vue énergétique, le parc bâti du territoire tel qu'il existe aujourd'hui, mais également à repérer les dynamiques territoriales qui, à horizon 2030, influenceront de manière déterminante sur la trajectoire énergétique du territoire (par exemple le développement de nouveaux quartiers).

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux défis, mais aussi les opportunités mises en évidence par ce diagnostic, au sujet des grandes composantes des filières énergétiques que sont les besoins, les ressources et les infrastructures énergétiques territoriales.

	Défis	Opportunités
Besoins énergétiques	Le bâti existant est (très) peu performant énergétiquement.	Le gisement d'économies le plus important est aussi le plus facilement mobilisable (peu de contraintes patrimoniales et en âge d'être rénové).
	Les nouvelles constructions (équivalentes à environ 50% de surfaces chauffées supplémentaires d'ici 2040), vont générer des besoins énergétiques supplémentaires.	Ces nouveaux besoins énergétiques seront mieux adaptés (qualité, quantité) à une valorisation efficace des ressources renouvelables. Plusieurs de ces projets urbanistiques ont une taille suffisante pour justifier la création d'infrastructures d'ampleur territoriale.
Infrastructures	A l'heure actuelle, Le réseau de gaz est structurant pour l'approvisionnement du territoire en énergie thermique. Le principal défi sera d'intégrer de potentiels réseaux thermiques renouvelables en limitant les impacts sur l'activité gaz, partiellement concurrentielle.	Le chauffage à distance à l'étude est une opportunité pour initier un maillage du territoire par des réseaux thermiques : <ul style="list-style-type: none"> - permettant de valoriser les ressources renouvelables, - en produisant de manière centralisée pour augmenter l'efficacité des installations de production, - en prenant appui sur le gaz comme énergie de transition.
Ressources	L'approvisionnement thermique repose majoritairement sur les ressources fossiles. Les augmentations prévisibles de la demande en électricité (nouveaux bâtiments, pompes à chaleur, mobilité électrique) vont nécessiter des investissements supplémentaires pour maintenir la part de renouvelable (et augmenter la part locale) dans l'électricité fournie par les SIN.	Le territoire dispose d'une diversité de ressources renouvelables dont il s'agit, via les choix d'infrastructures (centralisée ou décentralisée), de valoriser la complémentarité (en termes de qualité, mais aussi de disponibilité spatiale et temporelle).

Figure 1 – Vue d'ensemble des principaux défis et opportunités pour la transition énergétique du territoire.

4.1 Parc bâti existant

Le Tableau 1 présente les principales données issues du diagnostic énergétique du parc bâti établi pour l'année 2016. Les estimations par habitant ont été effectuées sur la base d'une population de 19'861 habitants (données SCRIS au 31 décembre 2015).

	parc bâti 2016	
	consommations totales (th. et élec)	consommations thermiques (chauffage + ECS)
GWh /an énergie utile	296	234
GWh/an énergie finale	340	273
GWh/an énergie primaire	398	316
<i>MWh/an/hab (énergie finale)</i>	<i>17</i>	<i>14</i>
<i>W/hab (énergie primaire)</i>	<i>2'287</i>	<i>1'815</i>
Part de renouvelable sur l'énergie primaire	32%	16%
Part de renouvelable sur l'énergie finale	22%	3.3%
Emissions de GES en t. eq. CO2	60'839	
<i>t. eq CO2 /hab</i>	<i>3.1</i>	

Tableau 1 – Indicateurs « énergie » et « gaz à effet de serre » issus du diagnostic établi au sujet du parc bâti du territoire pour l'année 2016.

Les surfaces chauffées sont estimées, pour l'année 2016 et pour l'ensemble du territoire communal, à environ 1'240'000 m² dont 80% de surfaces dédiées aux logements. Ce parc est globalement peu performant : l'indice de dépense de chaleur moyen s'élève à 160 kWh/m²/an, soit 4 fois plus qu'un bâtiment construit selon la norme Minergie P®.

Les consommations de ce parc bâti s'élèvent, au total, à 340 GWh d'énergie finale pour l'année 2016. Environ 20% de ces consommations correspondent aux besoins en électricité spécifique des bâtiments¹, les 80% restants étant dédiés aux besoins thermiques (chauffage et eau chaude sanitaire). Comme en atteste la Figure 2, ces consommations thermiques (environ 273 GWh) reposent aujourd'hui très majoritairement sur les énergies fossiles : gaz en premier lieu, mais également mazout.

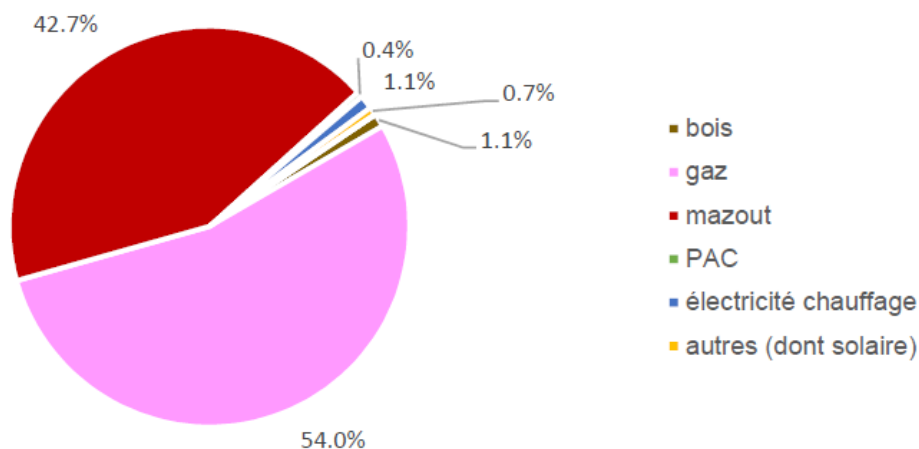


Figure 2 – Répartition par vecteur des consommations énergétiques finales dédiées aux usages thermiques (chauffage et eau chaude sanitaire), selon données 2016 [SIN, cadastre DIREN].

¹ électricité utilisée pour des services qui ne peuvent être rendus que par l'électricité (par exemple éclairage).

Le territoire est caractérisé par des secteurs morphologiques qui comportent, en leur état actuel, des enjeux analogues pour la transition énergétique.

- Centre historique : bâti ancien soumis à d'importantes protections patrimoniales, occupation très dense du sous-sol ne permettant pas de passage de réseau thermique en complément à la desserte gaz déjà en place.
- Résidentiel habitat individuel (zones villas) : bâtiments majoritairement construits entre 1960 et 1990, avec quelques bâtiments plus récents. Ces zones vont dans leur grande majorité être densifiées.
- Maisons anciennes isolées : domaines viticoles, corps de ferme. Bâtiments soumis à protections patrimoniales, chauffage bois prédominant.
- Zones d'activités : mixité des classes d'âge (> 1946), consommations énergétiques probablement sous estimées du fait des incertitudes sur les données sources. Ces zones vont connaître d'importantes transformations.
 - Résidentiel habitat collectif : ces zones concentrent les enjeux relatifs à la transition énergétique du parc bâti. La rénovation du parc existant constitue une priorité. Elle devra autant que possible être coordonnée avec les projets de densification ainsi que le développement de réseaux basés sur les ressources renouvelables.

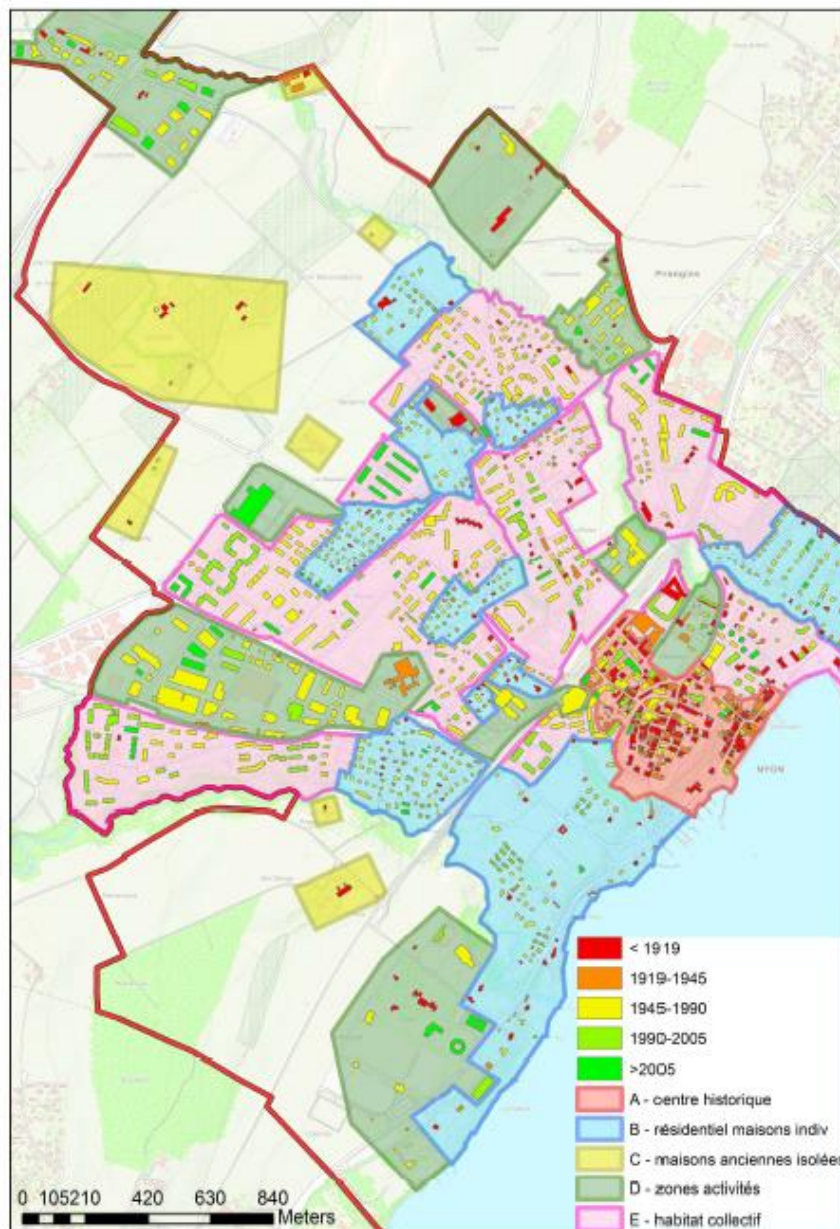


Figure 3 - Secteurs énergétiques types issus du diagnostic (configuration du territoire en 2016).

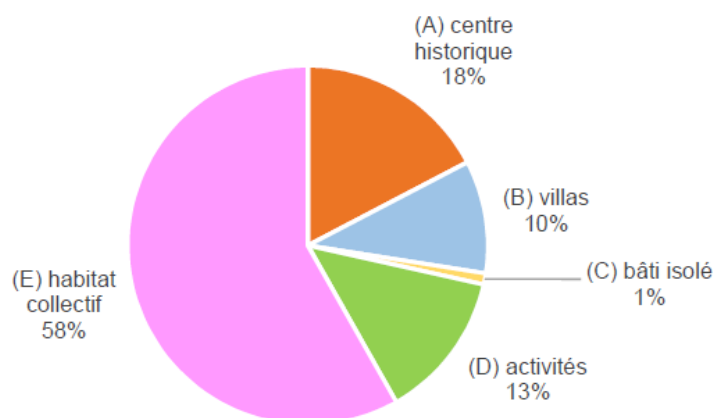


Figure 4 – Part des différents secteurs énergétiques types dans les consommations thermiques du parc bâti (chauffage et ECS, année 2016)

4.2 Nouvelles constructions prévues à 2040

Les nouvelles constructions prévues dans le cadre des plans de quartiers représenteront, à horizon 2040², des surfaces équivalentes à environ 50% des surfaces existantes en 2016. Malgré les performances énergétiques élevées de ce bâti neuf, ces nouvelles constructions devraient générer, selon le niveau de performance visé, entre 25% et 35% de besoins énergétiques supplémentaires par rapport à 2016.

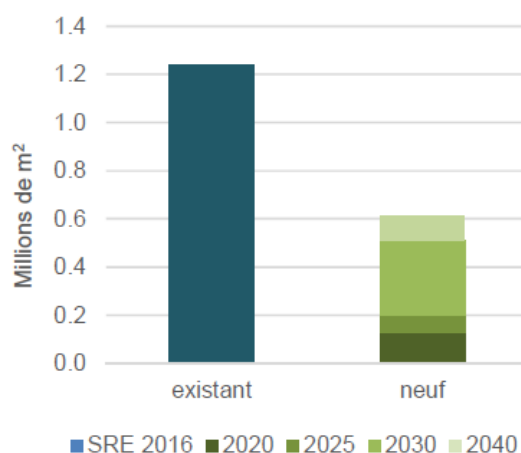


Figure 5 – Surfaces chauffées existantes et nouvelles surfaces prévues à horizons 2020, 2025, 2030 et 2040 dans le cadre des plans de quartiers.

Du point de vue de l'échelonnement temporel, les projets d'aménagement les plus importants devraient se réaliser durant la période 2025-2030. C'est en particulier durant cette période que devraient se développer (ou transformer) les grandes zones d'activités dont l'impact énergétique se traduira, notamment, par des besoins de rafraîchissement et des besoins en électricité spécifique relativement importants.

	GWh/an énergie utile			
	chauffage	ECS	rafraîchissement	électricité spé.
SIA 380/1	28	17	9	38
Minergie ®	19	17	9	27
Minergie P®	13	17	9	25

Tableau 2 - Besoins énergétiques des nouvelles constructions (total 2040) selon le minimum légal (SIA 380/1), le standard Minergie ® et le standard Minergie P®.

² Données sur les plans de quartiers prévus disponibles jusqu'à cet horizon.

Au vu de l'écart important entre les besoins énergétiques des constructions effectuées, respectivement, selon le standard Minergie P® et selon le minimum légal (de l'ordre de 30%, portant principalement sur les besoins de chauffage), il est souligné l'intérêt d'adopter les normes les plus exigeantes pour ces nouvelles constructions, dont les besoins énergétiques impacteront le territoire à long terme.

4.3 Comparaison des besoins actuels et futurs

	besoins énergétiques en GWh/an (énergie utile)			
	chauffage	ECS	rafraîchissement	électricité spé.
parc bâti existant, données 2016	201	32	ND	62
besoins supplémentaires à 2040, selon Minergie®	19	17	9	27

Tableau 3 – Besoins en énergie utile estimés pour le parc existant 2016 et pour les nouvelles constructions prévues d'ici 2040 (selon Minergie®).

4.4 Potentiel : énergies renouvelables disponibles à Nyon

Le schéma ci-dessous offre une vue d'ensemble des ressources renouvelables mobilisables pour l'approvisionnement énergétique du territoire. Elles y sont organisées en fonction des services énergétiques rendus par chacune d'elles (électricité / énergie thermique, type d'énergie thermique).

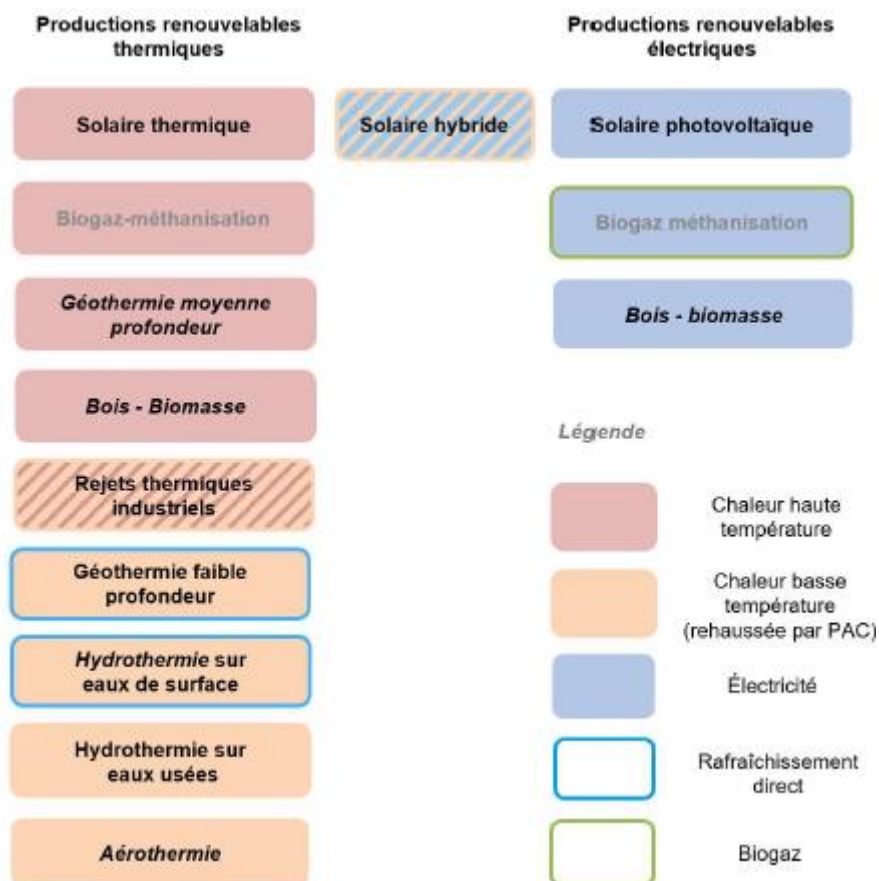


Figure 6 – Filières renouvelables mobilisables pour l'approvisionnement énergétique du territoire et services énergétiques rendus par chacune d'elles.

Les chiffres issus de l'étude, pour les quelques filières dont les potentiels peuvent aujourd'hui être quantifiés, sont des ordres de grandeur qu'il s'agit de traiter avec précaution, en tenant compte des hypothèses de calcul appliquées pour leur évaluation.

Principales filières renouvelables thermiques

- Solaire thermique: le potentiel correspondant à la couverture de 30% des besoins d'eau chaude sanitaire des bâtiments s'élève à environ 10 GWh/an pour le parc existant et 5 GWh/an pour le parc neuf (prévu d'ici 2040), ce qui correspond à environ 30'000 m² de panneaux supplémentaires (à ajouter aux quelques centaines de m² recensés).
- Géothermie moyenne profondeur : le potentiel reste pour l'instant incertain car dépendant des résultats des forages tests. L'objectif affiché, celui d'alimenter en chaleur 1'500 ménages, correspondrait à un potentiel d'environ 11 GWh/an de chaleur haute température, pour une puissance de l'ordre de 6 MW.
- Géothermie faible profondeur : en l'absence de contraintes de forage sur le territoire (hormis des points ponctuels correspondant aux sols pollués), les potentiels sont virtuellement très élevés : près de 136 GWh/an de chaleur pour 76 GWh/an de rafraîchissement selon une approche par les surfaces au sol disponibles. Mais, compte tenu des consommations électriques induites par les pompes à chaleur utilisées pour rehausser le niveau de température de la chaleur, il est plus cohérent de considérer que, dans un premier temps au moins, le potentiel maximum correspond aux besoins thermiques dont la qualité est adaptée à la ressource (chauffage des bâtiments neufs). Selon cette logique, le potentiel s'élève à environ 19.2 GWh/an de chaleur pour 11.4 GWh/an de rafraîchissement direct, et 4.8 GWh de consommations électriques induites.
- Hydrothermie : le principal potentiel est lié à l'eau du lac. Virtuellement très important, il dépendra de l'opportunité de mettre en place, à moyen / long termes (lorsque les besoins énergétiques du territoire seront plus adaptés aux services fournis par cette ressource), une infrastructure de valorisation adaptée aux caractéristiques de cette dernière. Nettement plus réduits, les potentiels liés aux eaux usées devront être réévalués à l'issue de la régionalisation de la STEP, en intégrant les modes de valorisation décentralisés (sur bâtiments ou collecteurs) et centralisés (sortie de STEP) dans une vision globale permettant de garantir le maintien des températures nécessaires au bon fonctionnement de la future STEP.
- Bois : les potentiels liés à cette filière dépendent des possibilités de sécurisation de l'approvisionnement, dans la mesure où cette ressource provient de l'extérieur du territoire et peut potentiellement faire l'objet de demandes concurrentes.

Principale filière renouvelable électrique

- Solaire photovoltaïque : le potentiel lié au solaire PV a été évalué après déduction des surfaces de toitures nécessaires à la couverture de 30% des besoins d'eau chaude sanitaire à partir de solaire thermique. Sur le parc bâti existant, le potentiel est estimé à environ 22.5 GWh/an (pour une puissance de 22 MWc environ), auxquels on peut ajouter les 2.3 GWh/an produits par les installations déjà en place. Pour le parc bâti neuf, selon une logique de fourchette, le potentiel peut être estimé entre 5 GWh/an (minimum légal portant sur la couverture de 20% des besoins en électricité spécifique du bâtiment) et 7 GWh/an (approche par les toitures disponibles). Ce potentiel « maximum » pourrait être revu à la hausse en considérant la possibilité d'installer des panneaux en d'autres lieux qu'en toiture (par exemple en façades), et en intégrant également l'hypothèse d'une amélioration des rendements des panneaux à horizon 2040. Les augmentations du potentiel découlant de ces deux éléments demeurent néanmoins difficilement quantifiables en l'état actuel des informations disponibles.

5. Projections

5.1 Repérage des projets territoriaux déterminants pour la stratégie énergétique

Cette section présente, pour chacun des horizons temporels considérés (2020, 2025, 2030, 2040), l'impact énergétique escompté des nouveaux plans de quartiers (selon le standard de performance Minergie®), ainsi qu'une appréciation des éléments « moteurs » ou « structurants » pour l'action énergétique territoriale. Il peut s'agir de projets territoriaux planifiés (plans de quartiers, RDU, etc.), d'éléments territoriaux existants et appelés à évoluer pour des raisons indépendantes de l'énergie (parc bâti existant, réseaux d'eaux usées / STEP, etc.), ou de projets énergétiques ayant une importance territoriale (par ex. chauffage à distance, forage géothermique moyenne profondeur, etc.). Ces éléments « structurants » constituent des opportunités autour desquelles peut s'organiser, de

manière transversale aux domaines d'actions territoriaux, le travail de construction de filières énergétiques renouvelables et locales.

Horizon 2020

- Projet de chauffage à distance haute température (périmètre de desserte en cours d'étude). Permettrait la conversion vers un mix majoritairement renouvelable d'importantes surfaces chauffées au mazout (environ 3'500 t de CO₂/an économisées), ce réseau constituerait une base pour un futur maillage du territoire par des réseaux renouvelables.
- Parc bâti existant : gisement majeur d'économies, à mobiliser à travers un programme de rénovation, en tirant partie entre autres, des interactions avec un éventuel projet de chauffage à distance.
- Nouvelles constructions : Les projets prévus sur cette période représentent environ 20% des surfaces et des besoins énergétiques planifiés à 2040. Il s'agit principalement de logements et d'équipements publics.
- Les enjeux « thermiques » portent principalement sur le secteur « Petite prairie / Reposoir » : outre la piscine couverte dont le concept énergétique est déjà établi, la stratégie d'approvisionnement de cette zone devra tenir compte des surfaces supplémentaires prévues sur cette zone entre 2020 et 2025, ainsi que d'éventuelles synergies d'intervention avec le projet RDU.
- Au niveau électrique, la maximisation des productions solaires PV, la compensation des consommations électriques induites par les PAC ainsi que la mise en place de logiques d'autoconsommation au niveau de quartier est un enjeu majeur valable pour tous les plans de quartiers prévus d'ici à 2040 (pour autant que le cadre légal le permette).

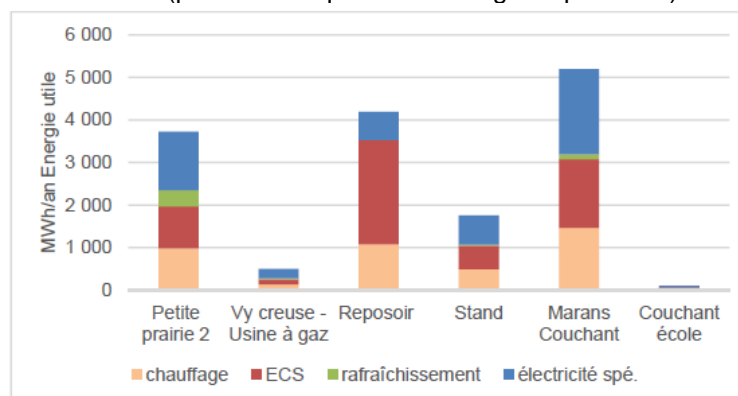


Figure 7 - Besoins énergétiques estimés (selon le référentiel Minergie®) pour les principaux plans de quartiers prévus à 2020.

Horizon 2025

- Forage géothermique moyenne profondeur : l'accès à la ressource géothermique moyenne profondeur est un élément déterminant à prendre en compte dans les possibilités d'évolution d'un éventuel chauffage à distance et, plus globalement, le développement de l'approvisionnement renouvelable thermique du territoire, en réfléchissant à l'infrastructure nécessaire pour la valoriser.
- Parc bâti existant : la poursuite et la consolidation de la dynamique de rénovation, en coordination avec une stratégie de réseaux thermiques, demeure durant cette période une priorité pour la transition énergétique du territoire.
- Valorisation des ressources renouvelables basse température : élaboration d'un concept global de valorisation thermique des eaux usées en cas de régionalisation de la STEP ; développement de la géothermie faible profondeur pour les plans de quartier qui ne seraient pas desservis par l'éventuel projet de chauffage à distance, en particulier ceux avec besoins de rafraîchissement.
- Nouveaux quartiers : les surfaces bâties et les besoins énergétiques liés sont relativement limités (13% surfaces et 11% des besoins supplémentaires prévus à 2040). Les enjeux se concentrent autour du Martinet, dont le concept d'approvisionnement dépendra d'un éventuel chauffage à distance au Nord, mais devra aussi être pensé en relation au projet « Coeur de Ville », qui donnera lieu à des développements importants d'ici 2030, au Nord comme au Sud des voies CFF (notamment ilots Viollier et Usteri, Gare Sud).

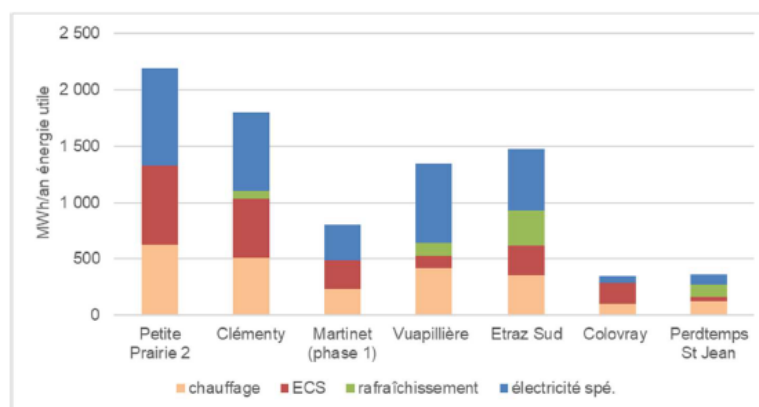


Figure 8 - Besoins énergétiques estimés (selon le référentiel Minergie®) pour les principaux plans de quartiers prévus entre 2020 et 2025.

Horizon 2030

- Nouvelles constructions / plans de quartiers : les constructions prévues sur cette période représentent 53% des besoins énergétiques induits, à horizon 2040, par les nouveaux quartiers, pour 50% des surfaces neuves prévues à cet horizon. Les enjeux se situent en particulier au niveau des surfaces d'activités (80% de celles prévues à 2040, et près de 50% des surfaces mixtes)
- Boucles d'échange basse température : l'ampleur des surfaces en jeu dans des projets tels que Champ-Colin ou Gravette, associées à des besoins de rafraîchissement importants, permettent d'envisager des boucles d'échanges locales basse température pouvant, à terme, être intégrées dans un maillage plus large de réseaux thermiques valorisant les ressources renouvelables locales.
- Ressources thermiques basse température centralisées et décentralisées : les éléments précités justifient, si l'option n'a pas été retenue durant les périodes antérieures, de (ré)examiner les possibilités de valorisation thermique du lac, en complément aux ressources thermiques décentralisées (en particulier géothermie faible profondeur offrant des possibilités de rafraîchissement direct en complément aux prestations de chauffage basse température).

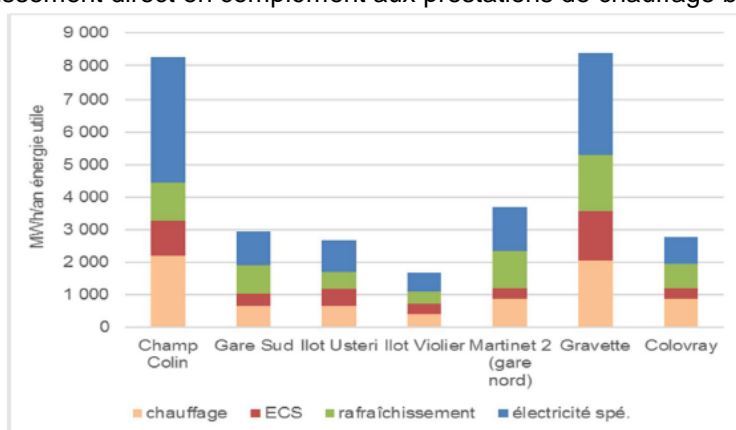


Figure 9 - Besoins énergétiques estimés (selon le référentiel Minergie®) pour les principaux plans de quartiers prévus entre 2025 et 2030 (ces 7 projets représentent 80% des besoins induits par les nouvelles constructions prévues sur la période 2025-2030).

Horizon 2040

- Interconnexion des réseaux thermiques et valorisation des complémentarités entre les ressources renouvelables locales. Il s'agit là d'une vision à long terme qui nécessitera, durant cette période et celles qui suivent, de tirer parti des opportunités offertes par les grands projets prévus entre 2025 et 2030 pour, à travers les infrastructures énergétiques territoriales : initier des synergies entre les différents types de consommateurs (entre bâti neuf et existant, entre bâti résidentiel et d'activité) ; valoriser les complémentarités entre les différentes ressources renouvelables du territoire.
- Évolution / réorganisation des réseaux énergétiques « historiques » :
 - avenir du réseau de gaz en relation au maillage progressif du territoire par des réseaux thermiques renouvelables,

- veille sur d'éventuels besoins d'adaptation du réseau électrique lorsque les productions décentralisées (solaire PV) atteindront 20-30% de l'énergie délivrée.
- Nouveaux quartiers : les projets prévus sur cette période sont peu importants, en termes de surfaces comme de besoins énergétiques (respectivement 13% des besoins pour 15% des surfaces neuves prévues d'ici 2040). Toutefois, étant donnée l'ampleur des nouvelles surfaces prévues entre 2025 et 2030, on peut imaginer un report de certaines constructions sur cette période, ce qui signifie un report des enjeux d'approvisionnement précédemment soulignés.

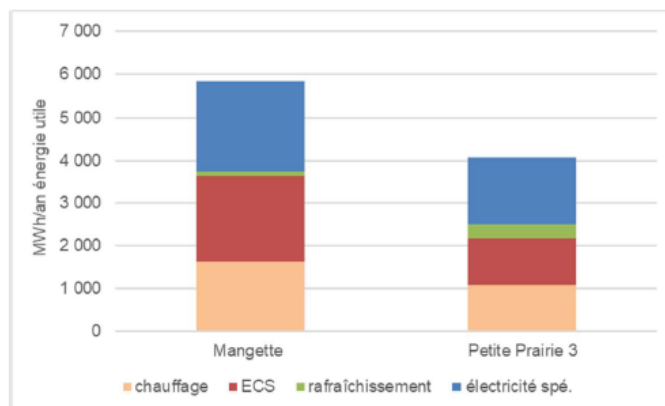


Figure 10 - Besoins énergétiques estimés (selon le référentiel Minergie®) pour les principaux plans de quartiers prévus entre 2030 et 2040.

5.2 Enjeux issus du diagnostic, des ressources énergétiques et des projets territoriaux

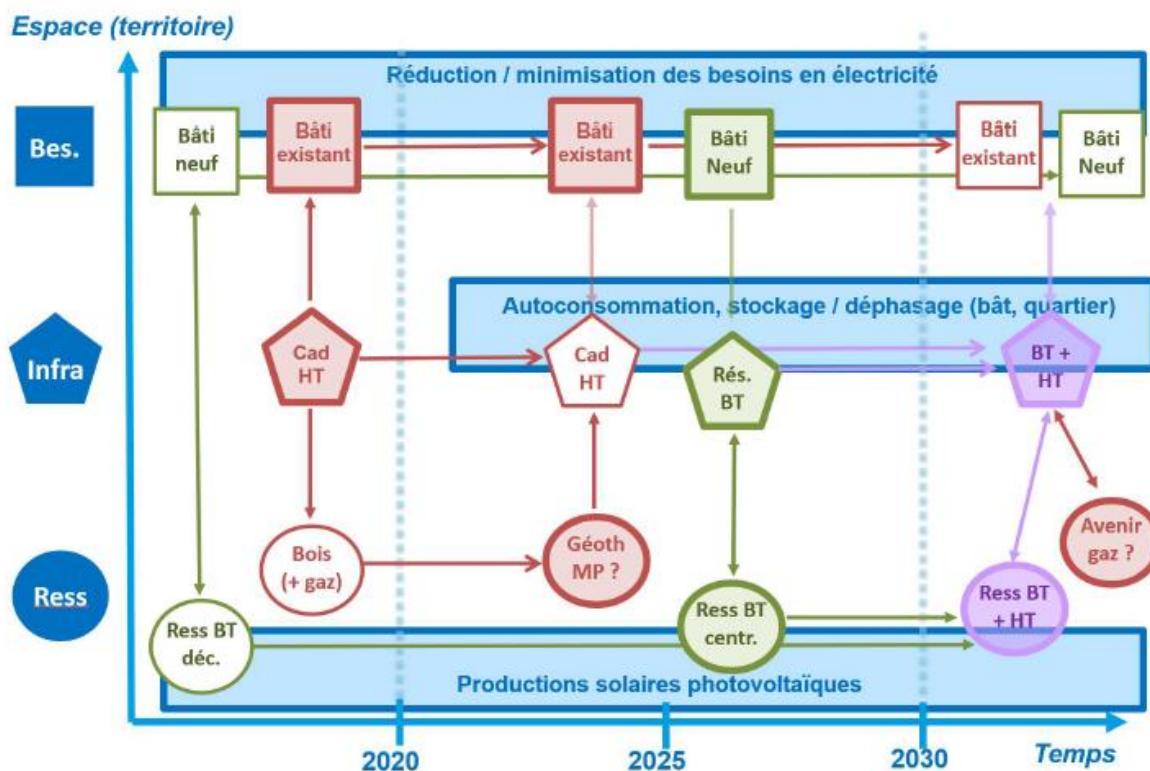


Figure 11 –Éléments les plus déterminants pour la stratégie énergétique territoriale en fonction des horizons temporels (enjeux liés aux filières renouvelables électriques, en compléments aux enjeux thermiques).

La lecture verticale du schéma ci-dessus permet de repérer, pour chacune des périodes temporelles considérées, où se situent les éléments les plus structurants pour l'intervention énergétique territoriale (éléments en gras). Selon les périodes, l'élément moteur peut se situer au niveau des besoins et/ou des infrastructures et/ou des ressources. C'est sur ces éléments qu'il s'agira de s'appuyer pour structurer des filières locales complètes et efficaces.

Les différentes couleurs permettent de distinguer les filières renouvelables thermiques haute température (symboles rouges sur le schéma) organisées autour du parc bâti existant, des filières renouvelables thermiques basse température « portées » par les besoins du parc bâti neuf (symboles verts sur le schéma). Compte tenu du temps nécessaire pour initier des changements structurels dans les besoins énergétiques du territoire (rénovation du parc bâti existant), on peut considérer que, jusqu'en 2030 au moins, il faudra gérer, sur le territoire, le développement « parallèle » de ces deux types de filières. Ces développements devront néanmoins être pensés dans la perspective d'une convergence / interconnexion à long terme entre les composantes respectives de ces filières (symboles mauves sur le schéma).

La lecture horizontale du schéma doit quant à elle permettre, dans le cadre de l'élaboration d'une stratégie énergétique territoriale axée sur le long terme, d'anticiper la manière dont les projets initiés à court termes pourront évoluer, pour s'inscrire dans un système énergétique territorial plus global.

Le diagnostic énergétique territorial a mis en évidence les enjeux particuliers auxquels le territoire devra faire face en matière d'approvisionnement renouvelable électrique (pressions multiples sur les besoins, production locale reposant quasi uniquement sur le solaire PV). Compte tenu des facilités de transport de l'énergie électrique (par opposition aux énergies thermiques), le développement du solaire photovoltaïque ne devrait pas, à court terme, avoir d'impacts importants sur les modes de gestion du territoire considéré dans sa globalité (échelle communale). Pour les décennies à venir, c'est en effet à échelle des bâtiments et des quartiers que les projets devront se développer, en particulier les projets de stockage-déphasage qui constituent l'un des principaux défis en matière d'électricité.

Il est donc, d'une manière générale, indispensable d'intégrer les enjeux relatifs à l'électricité dans tous les projets énergétiques à venir, en particulier les actions de réduction des besoins (notamment rénovations des bâtiments), et celles portant sur les nouveaux quartiers (qui sont à la fois des lieux de production d'électricité photovoltaïque, et de potentiels sites d'autoconsommation et d'expérimentation pour des systèmes de stockage/ déphasage).

6. Stratégie énergétique territoriale à 2030

La stratégie énergétique territoriale a été établie à partir des enseignements issus des étapes de diagnostic et de projections, en particulier des spécificités du territoire communal et des évolutions que celui-ci va connaître (en lien surtout aux projets d'aménagement).

L'horizon 2030 a été fixé comme référence pour la stratégie énergétique territoriale communale, afin de permettre à la politique énergétique communale renouvelée chaque quatre ans de s'appuyer sur une analyse à moyen-long terme. C'est donc à cet horizon que sont déclinés les objectifs et les mesures de la stratégie. Ces objectifs et mesures n'en ont pas moins été construits en tenant compte des perspectives de plus long terme (notamment à 2040 grâce à la disponibilité de données sur les plans de quartiers prévus à cet horizon).

La stratégie énergétique territoriale vise, en partant des projets spécifiques au territoire communal, les chemins possibles pour tendre vers le cap fixé par la stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral.

	2020	2035	2050
Évolution de l'énergie globale consommée par habitant	-16%	-43%	-54%
Évolution de l'énergie électrique consommée par habitant	-3%	-13%	-18%

Tableau 4 – Objectifs fixés par la stratégie énergétique fédérale 2050, en référence à l'année 2000 [DIREN].

6.1 Objectifs

Les objectifs proposés pour la stratégie énergétique territoriale à 2030 résultent, en premier lieu, de cette réflexion temporalisée bâtie à partir des projets qui vont faire évoluer le territoire d'ici 2030. Cette logique « bottom up » a néanmoins été renforcée de manière à s'assurer que les objectifs communaux à 2030 s'inscrivent bien dans la trajectoire fixée par les objectifs cadres fédéraux.

	parc bâti 2016		Scénario territorialisé 2030	
	consommations totales (th. et élec)	consommations thermiques (chauffage + ECS)	consommations totales (th. et élec)	consommations thermiques
GWh /an énergie utile	296	234	332	250
GWh/an énergie finale	340	273	375	287
GWh/an énergie primaire	398	316	489	380
MWh/an/hab (énergie finale)	17	14	13	10
W/hab (énergie primaire)	2'287	1'815	1'994	1'551
Part de renouvelable sur l'énergie primaire	32%	16%	46%	33%
Part de renouvelable sur l'énergie finale	22%	3.3%	45%	29%
Emissions de GES en t. eq. CO2	60'839		46'350	
t. eq CO2 /hab	3.1		1.7	

Tableau 5 - Objectifs 2030 en référence à la situation 2016

	Evolutions 2030 par rapport à 2016	
	consommations totales (th. et élec)	consommations thermiques
GWh /an énergie utile	+12%	+7%
Part de renouvelable sur l'énergie finale	+23%	+25%
Emissions de GES en t. eq. CO2	-24%	
t. eq CO2 /hab	-46%	
MWh/an/hab (énergie finale)	-22%	-25%

Tableau 6 – Evolution 2016-2030.

6.2 Plan d'action

La stratégie énergétique territoriale à 2030 se compose de trois grandes catégories de mesures :

- Des mesures prioritaires: elles visent les cibles les plus déterminantes pour la transition énergétique du territoire (principaux gisements d'économie ou de production énergétique renouvelable) et correspondent aux leviers d'actions les plus directs et les plus importants dont dispose la Ville :
 1. Réalisation et densification d'un thermo-réseau
 2. Rénovation du parc bâti existant
 3. Planification énergétique des nouveaux quartiers
 4. Développement du solaire photovoltaïque

- Des mesures d'appui : les objets ou projets territoriaux qu'elles visent sont essentiels pour la transition énergétique du territoire, mais les leviers d'action communaux sont plus indirects (planification, orientation, subvention) :
 5. Réduction des consommations électriques
 6. Valorisation des ressources renouvelables décentralisées (solaire thermique, géothermie faible profondeur)
 7. Valorisation des ressources renouvelables centralisées (géothermie moyenne profondeur, eau du lac, rejets industriels, etc)
 8. Développement de boucles d'échanges locales / réseaux thermiques basse température
- Une mesure structurelle : cette mesure ne vise pas l'action directe sur le territoire mais concerne la mise en place, au sein de la Ville, des outils de connaissance et de planification territoriale indispensables au suivi et à l'ajustement, sur le moyen terme, de sa politique énergétique territoriale :
 9. Mise en place d'outils territoriaux d'orientation et de suivi de la politique énergétique communale

Mesure 1 : réalisation et densification d'un thermo-réseau

Le projet de thermo-réseau actuellement à l'étude serait un élément structurant pour la transition énergétique du territoire communal, et plus particulièrement celle des secteurs identifiés comme de « priorité 1 », secteurs majoritairement constitués de bâtiments résidentiels collectifs peu performants et fortement consommateurs d'énergies fossiles, dont les besoins en hautes températures doivent être correctement adressés.

Horizons	Enjeux	Axes d'interventions de la Ville de Nyon
A court terme (d'ici 2020)	Convertir env. 15% des besoins de chauffage du parc bâti majoritairement mazout, en valorisant de manière efficace une ressource renouvelable et faire évoluer l'usage du gaz en centralisé et appoint.	Sur la base de l'étude CAD en cours de réalisation par les SI : choix de variante (zone de desserte, mode d'approvisionnement, potentiel, modèle économique), validation des budgets d'études détaillées par la Municipalité et le Conseil communal.
A moyen terme (d'ici 2030)	Elaborer et mettre en œuvre, au sein de la zone de desserte initiale, une stratégie de densification, en cas de réalisation d'un thermo-réseau, combinant trois types d'actions : <ul style="list-style-type: none"> • rénovation des bâtiments connectés peu performants, permettant des gains de puissance sur le réseau ; • nouvelles connexions ; • sécurisation de l'approvisionnement renouvelable haute température. 	En collaboration avec les SIN, et en utilisant les données produites dans le cadre de l'étude CAD, repérage : <ul style="list-style-type: none"> • des bâtiments (connectés ou connectables) prioritairement éligibles pour des rénovations, en particulier : résidentiel collectif, classes d'âges 1945-90, concernés par des rénovations (non énergétiques) ou surélévations. • des bâtiments éligibles pour une connexion à un réseau thermique HT dans le cadre de la densification, dont en particulier les bâtiments existants chauffés au mazout (bâtiments neufs non prioritaires, envisageables pour des densifications diffuses et bâtiments non intégrés à des concepts de quartier). <p>Appui aux SIN pour la mise en œuvre de la stratégie de densification à travers, notamment, la déclinaison du programme de soutien à la rénovation [M2] pour les bâtiments qui pourraient être connectés à un futur thermo-réseau.</p>
A long terme (au-delà de 2030)	A plus long terme, étendre l'éventuel thermo-réseau haute température et/ou l'interconnecter avec d'autres réseaux dans le cadre d'une planification globale des réseaux thermiques.	Appui aux SIN pour le développement et la mise en œuvre d'une stratégie d'extension de l'éventuel thermo-réseau, voire d'interconnexion entre ce CAD et d'autres réseaux, en tenant compte : <ul style="list-style-type: none"> • des boucles locales ou réseaux basse température projetés en d'autres lieux du territoire [M8] • des possibilités de sécuriser l'approvisionnement renouvelable thermique

		haute température, notamment via la géothermie moyenne profondeur [M7]
--	--	--

Effets escomptés

La réalisation du CAD actuellement à l'étude, avec une hypothèse de 30 GWh/an de consommations mazout substituées par un mix énergétique bois / gaz, conduirait aux gains suivants :

- Emissions de CO₂ : 7'350 teq CO₂/an économisées, soit 12% de l'ensemble des émissions du parc bâti 2016.

Mesure 2 : rénovation du parc bâti existant

Le parc bâti existant représente le principal poste de consommation énergétique « fixe » du territoire (non incluse la mobilité). Ce parc est globalement peu performant : pour les consommations thermiques (chauffage et eau chaude sanitaire) et en moyenne sur l'ensemble du parc existant en 2016, le facteur est d'environ 4 par rapport aux bâtiments aujourd'hui construits selon le référentiel Minergie®.

L'analyse des caractéristiques de ce parc – en termes de classes d'âges et de typologies bâties (voir Figure 3) – fait ressortir l'importance du gisement d'économies associé aux bâtiments construits entre 1945 et 1990. Représentant environ 54% des consommations thermiques du parc bâti 2016 (pour 50% des surfaces chauffées), ce parc est majoritairement constitué de bâtiments résidentiels collectifs (70% des surfaces liées à ces classes d'âges).

Particulièrement peu performants, les bâtiments de cette classe d'âge 1945-90 présentent néanmoins l'intérêt, d'une part, d'arriver en âge de rénovation et, d'autre part, de ne pas être soumis à des contraintes patrimoniales complexifiant les rénovations. Techniquement, ce gisement d'économies est donc assez aisément accessible. Les enjeux se situent plutôt aujourd'hui dans la levée des barrières financières ou organisationnelles à la rénovation (par exemple gestion de la relation aux locataires), ainsi que dans la mise en place des dispositifs permettant de garantir les performances effectives du bâtiment après rénovation.

Pour atteindre, dans le domaine du bâti, les objectifs fédéraux de -54% de consommation énergétique par habitant en 2050 (thermique et électrique), un taux de rénovation énergétique de 2% par an est nécessaire, alors que ce taux est aujourd'hui estimé aux alentours de 0.3% par an (si l'on considère les rénovations énergétiques globales intégrant, a minima, une rénovation de l'enveloppe du bâtiment). Entre ces deux extrêmes, l'objectif d'une rénovation, à horizon 2050, de l'ensemble du parc bâti résidentiel collectif de la classe d'âge 1946-90 permettrait de fixer un cap ambitieux mais réaliste, qui impliquerait la prise en charge d'environ 13'700 m² par an, et porterait le taux de rénovation énergétique à 1.1% (comprenant les 0.3% de rénovations énergétiques « naturelles », dont on ne peut cependant prédire l'évolution à 2030). Spatialement (voir Figure 3), cela se traduirait par une concentration des efforts de rénovation sur les secteurs types E, par opposition aux zones de bâti isolé (secteurs C) ou aux zones villas (secteurs B) dont la majorité vont être densifiées.

La rénovation du parc bâti existant apparaît donc comme l'une des actions les plus urgentes et déterminantes pour la transition énergétique du territoire. Impliquant des changements structurels et nécessitant des investissements importants, cette action devra s'inscrire dans la durée, et être coordonnée avec d'autres interventions énergétiques territoriales, en particulier celles liées aux réseaux thermiques. Elle devra également tenir compte de la LDTR et de son impact sur les loyers, ainsi que de la nouvelle loi vaudoise sur la préservation et le promotion du parc locatif (LPPPL) votée en février 2017.

Horizons	Enjeux	Axes d'interventions de la Ville de Nyon
A court terme (d'ici 2020)	Initier une dynamique de rénovation du parc bâti résidentiel collectif 1945-90	Repérage des bâtiments prioritairement éligibles pour des rénovations, en particulier : résidentiel collectif, classes d'âges 1945-90, bâtiments concernés par des rénovations (non énergétiques) ou surélévations, bâtiments connectables à un éventuel thermo-réseau [M1]. Prise de contact avec un échantillon de propriétaires représentatifs des typologies bâties repérées par le biais de cette première sélection, afin de dresser un état des lieux des freins (capacité économique des propriétaires et impact sur les locataires) et des moteurs à la rénovation, et identifier les types de soutiens les plus déterminants à apporter. Mise en place, par la Ville et en coordination avec la Canton, d'un dispositif de soutien à la rénovation.

A moyen terme (d'ici 2030)	Coordonner les enjeux de rénovation du parc bâti « activités » avec les interventions sur les ZA prévues dans le cadre des plans de quartier	Repérage des bâtiments d'activités comportant des enjeux énergétiques au niveau de l'enveloppe du bâtiment (en collaboration avec les SIN et sur la base des données de l'étude CAD, et/ou dans le cadre des études énergétiques qui seront menées dans les plans de quartier sur zones d'activités). En collaboration avec les SIN, inciter à l'élaboration de concepts énergétiques globaux, couplant rénovation du bâtiment et conversion vers des modes d'approvisionnement renouvelables.
A long terme (au-delà de 2030)	Explorer, à travers des cas pilotes, les possibilités de rénovation du parc ancien soumis à contraintes patrimoniales.	Analyse des possibilités d'amélioration énergétique du bâti patrimonial à partir de cas pilotes sur lesquels il s'agit de s'appuyer pour : <ul style="list-style-type: none"> • explorer de manière systématique et approfondie les possibilités d'actions en faveur de l'amélioration énergétique du parc bâti ancien (en particulier vieille ville). • capitaliser et diffuser les connaissances ainsi acquises de manière à faciliter le cadrage des projets ultérieurs.

Effets escomptés

- Rénovation selon le contexte territorial : 15 GWh/an d'énergie thermiques et 1.5 GWh/an d'électricité économisés à horizon 2030, soit respectivement 7.5% des besoins de chaleur et 2.5% des besoins en électricité spécifique du parc bâti 2016.

Mesure 3 : planification énergétique dans les nouveaux quartiers

Les nouvelles constructions liées aux plans de quartiers planifiés (légalisés ou en projet) d'ici 2040 représentent des surfaces brutes de plancher équivalentes à environ 50% des surfaces existantes en 2016 (35% si l'on se place en 2030). Bien qu'ils soient nettement plus performants énergétiquement que la moyenne du parc existant (de l'ordre d'un facteur 4), les nouveaux quartiers n'en demeurent pas moins des postes de consommations supplémentaires pour le territoire : à 2040, leurs besoins représenteront entre 18% (construction selon Minergie P®) et 25% (construction selon le minimum légal) de ceux du parc existant en 2016.

Le premier enjeu, dans le cadre de la planification des nouveaux quartiers, consiste donc à minimiser leur impact énergétique en encourageant les standards de construction les plus exigeants.

Mais ces nouveaux quartiers constituent également des opportunités pour la transition énergétique de l'ensemble du territoire communal. La structure de leurs besoins énergétiques étant favorable à une valorisation des ressources renouvelables et locales, ces projets peuvent être utilisés comme des « laboratoires d'expérimentation » pour des concepts énergétiques innovants ensuite reproductibles en d'autres lieux du territoire. On peut également envisager que les infrastructures développées dans le cadre de ces projets localisés (par exemple boucles thermiques basse température, voir [M8]) puissent à terme être étendues à d'autres zones du territoire et/ou interconnectés avec d'autres réseaux.

L'échelonnement temporel de ces nouvelles constructions et des besoins énergétiques associés fait ressortir des enjeux différents selon les périodes de construction.

A court terme (d'ici 2020), les enjeux se concentrent sur le projet Coeur de Ville : gare Sud, Usteri, Viollier, Martinet. Les choix d'approvisionnement de ces quartiers dépendront en grande partie du tracé du CAD : a priori celui-ci desservira en priorité la zone située au Nord des voies (Martinet), ce qui signifie qu'un réseau local basse température pourrait être envisagé au Sud des voies.

A moyen terme (2030), près de 60% de l'ensemble des nouvelles surfaces prévues d'ici 2040 devraient se construire entre 2020 et 2030. C'est en particulier durant cette période que devraient se développer d'importantes zones d'activités, tertiaires (Colovray, Martinet, Gare Sud) mais aussi industrielles (Champ Colin en particulier). Dans ce contexte, les enjeux porteront, notamment, sur la mise en place de boucles thermiques locales (permettant de satisfaire besoins de chaleur et de rafraîchissement haute température).

A long terme (au-delà de 2030), les enjeux portent sur la mise en relation de l'ensemble des nouveaux quartiers avec le tissu bâti existant (qui à cet horizon aura lui-même évolué), ceci en

particulier grâce à l'interconnexion entre boucles locales et réseaux thermiques de plus grande ampleur.

Enjeux	Axes d'interventions de la Ville de Nyon
Minimiser les besoins énergétiques des nouveaux quartiers	Intégrer dans le cahier des charges des études énergétiques sur les nouveaux quartiers la minimisation des besoins énergétiques et l'évaluation des gains énergétiques effectués par l'application des standards les plus exigeants, ainsi que des gains de puissance. Pour les nouvelles constructions réalisées sur terrains publics, poursuivre l'application des standards de très haute performance énergétique.
Orienter les concepts énergétiques des nouveaux quartiers vers des modes d'approvisionnement basés sur les énergies renouvelables et locales, et limitant les pollutions atmosphériques.	Intégrer dans le cahier des charges des études énergétiques sur les nouveaux quartiers des orientations sur les filières énergétiques à étudier et des objectifs au sujet des performances de ces solutions. Pour les nouvelles constructions réalisées sur terrains publics, viser des objectifs de performance supérieurs aux minimums légaux (part d'eau chaude sanitaire, compensation des consommations électriques des pompes à chaleur, etc.)
Garantir les possibilités d'intégration des nouveaux quartiers dans le système énergétique plus global que constitue le territoire communal (voire intercommunal)	Intégrer dans le cahier des charges des études énergétiques sur les nouveaux quartiers la prise en compte du bâti existant situé à proximité, dans la perspective d'établir, à court ou plus long terme, des synergies avec les nouvelles constructions. Pour les nouveaux développements correspondant à des activités, prendre en considération le plus en amont possible la nature des activités et les besoins énergétiques induits, de manière à orienter la localisation de ces activités en fonction des ressources renouvelables ou réseaux à disposition. Exiger, pour les nouvelles constructions, en particulier pour les nouveaux quartiers dotés de réseaux thermiques / boucles d'échange localisés, les mesures conservatoires nécessaires à une (inter)connexion future avec d'autres réseaux.

Effets escomptés

- La construction de l'ensemble des nouvelles surfaces prévues à horizon 2030 selon le référentiel Minergie P® permettrait, en comparaison avec des constructions selon le minimum légal actuel, d'économiser 13 GWh d'énergie thermique et 10.5 GWh d'électricité, soit respectivement 6% et 17% des besoins du parc bâti 2016.

Mesure 4 : développement du solaire photovoltaïque

Le solaire photovoltaïque constitue, pour le territoire de Nyon, la principale source d'énergie renouvelable électrique locale. Son développement constitue donc pour la Ville un enjeu important, dans un contexte de forte pression sur les consommations électriques :

- d'une part les réductions de consommations sur les usages spécifiques de l'électricité restent, en dépit des mesures de politique énergétique, relativement limitées (du fait en particulier de l'effet rebond lié à l'accroissement continu du nombre d'appareils électriques) ;
- d'autre part, on assiste à un report, vers l'électricité, de certaines prestations énergétiques jusque-là satisfaites par d'autres vecteurs (mobilité électrique, report partiel des consommations énergétiques thermiques vers l'électricité via les pompes à chaleur).

La production du territoire en 2017 s'élève à environ 2.3 GWh/an, pour une puissance installée de 2166 KW et des surfaces de panneaux de l'ordre de 15'000 m². Le potentiel lié au parc bâti actuel est estimé, sur la base du cadastre solaire réalisé par les SIN et après déduction des surfaces nécessaires à la production des 30% d'eau chaude sanitaire exigés par la loi, à environ 23 GWh/an soit 150'000 m² de panneaux.

En complément aux installations à développer sur le bâti actuel, les nouvelles constructions constituent des opportunités importantes pour le développement de la filière : le principe d'une « maximisation solaire »³ peut être pris en compte dès l'amont du projet, de manière à ce que les

³ Il est important de considérer cette maximisation solaire comme un principe (ou une vision politique), qui peut être mise en œuvre à travers différentes logiques, dont par exemple : réservation des surfaces nécessaires à la couverture des 30% d'ECS par du solaire thermique puis maximisation des productions PV sur les surfaces restantes, dans le cadre par exemple d'un

installations soient pleinement intégrées à l'architecture des bâtiments (on notera que la végétalisation des toitures plates n'induit aucune incompatibilité avec l'installation de panneaux solaire PV).

Enjeux	Axes d'interventions de la Ville de Nyon
Maximisation des productions solaires photovoltaïques dans les nouvelles constructions	Intégrer dans le cahier des charges des études énergétiques sur les nouveaux quartiers le principe de maximisation solaire. Pour les nouvelles constructions publiques, viser des objectifs de supérieurs aux minimums légaux (part de couverture des besoins électriques, compensation des consommations électriques des pompes à chaleur, etc.)
Soutien au développement des grandes installations sur le bâti existant	En collaboration avec les SIN et dans le cadre de la révision du Plan Solaire, prolonger et renforcer les dispositifs de soutien aux grandes installations.
Soutien à l'émergence de projets citoyens	Mise en place d'une centrale solaire « participative » par différents niveaux d'implication citoyenne (du simple prêt au montage en coopérative).
Soutien au développement de l'autoconsommation : projets tests de stockage / déphasage au niveau de quartiers	La Ville peut intervenir à deux niveaux au moins : <ul style="list-style-type: none"> • En collaboration avec les SIN, travailler les « conditions cadres » pour développer des communautés d'autoconsommation à une échelle supérieure à celle du bâtiment, sous réserve que le cadre légal le permet. • Dans le cadre des projets d'aménagement, lancer ou soutenir la mise en place de projets pilotes permettant de préciser les modalités de fonctionnement de ces communautés.

Effets escomptés

Quantités d'électricité produite à partir de solaire PV :

- Si l'on se limite au minimum légal dans les nouvelles constructions : environ 5.4 GWh/an à 2030 (besoins électriques selon Minergie®, pris comme référence pour le scénario tendanciel).
- Si, selon les hypothèses du scénario exploratoire, l'on maximise la production dans les nouvelles constructions (30% des besoins selon Minergie P®) et que l'on développe à hauteur de 30% le potentiel lié au bâti existant, on atteint un potentiel de l'ordre d'environ 16 GWh/an à 2030

Part de production locale dans les consommations électriques : ces deux hypothèses correspondent, respectivement, à

- 9% et 26% des consommations électriques estimées pour le parc bâti 2016.
- 7% et 20% des consommations estimées à 2030 selon le scénario exploratoire (la diminution du pourcentage s'explique par la forte augmentation des surfaces bâties, et l'impossibilité de satisfaire localement l'ensemble de leurs besoins électriques).

Mesure 5 : réduction des consommations électriques

Les consommations en électricité du territoire communal s'élèvent, pour l'année 2016, à environ 100 GWh, soit 5'000 kWh/an/habitant (tous postes de consommation compris, au-delà donc des seuls bâtiments).

Les données issues du diagnostic énergétique permettent d'estimer à 60% environ les consommations qui, au sein de cet ensemble, sont liées au parc bâti (consommations réparties, selon des proportions non connues, entre les ménages, les industries et les services).

En comparaison avec les consommations thermiques, les consommations en électricité spécifique du parc bâti sont plus difficilement réductibles : les gains envisageables lors de rénovations sont nettement moindres que sur le thermique et la différence de performance entre bâti neuf et existant est également peu importante en comparaison, par exemple, avec les besoins de chauffage (de l'ordre de 30% à 40% de moins pour l'électricité, contre une division par 4 ou 5 pour les besoins thermiques). S'ajoutent à cela d'autres sources de pression sur la demande en électricité : les besoins électriques induits par les pompes à chaleur nécessaires à la valorisation de certaines ressources renouvelables thermiques, mais également ceux liés à la mobilité électrique, qui pourraient croître de manière très importante dans les décennies à venir.

Pour, dans ce contexte, et en tenant compte des importants développements prévus sur le territoire communal à 2030, parvenir à réduire (ou tout au moins à ne pas voir augmenter) les consommations

concept d'autoconsommation locale ; mise en place de panneaux solaires hybrides (thermique et photovoltaïque) dans le cadre de concepts énergétiques structurés autour du solaire, etc.

électriques et maintenir le taux de renouvelable dans l'électricité fournie par les SIN, il apparaît donc indispensable d'intégrer les enjeux de réduction et d'efficacité des usages de l'électricité dans tous les champs d'intervention de la politique énergétique communale. Les enjeux, relativement constants à court, moyen et long termes, portent donc sur :

- Les consommations liées aux techniques du bâtiment (y compris bâtiments tertiaires et d'activités) : diminution des besoins en électricité spécifique du parc bâti existant et limitation des besoins du parc bâti neuf ;
- Les consommations liées aux activités tertiaires et industrielles : rafraîchissement direct à partir d'énergie renouvelable en substitution aux climatisations électriques, amélioration de l'efficacité des process ;
- Les consommations des appareils électriques : changements de comportement au sein de la population, en matière d'achat d'appareils électriques mais aussi de modes d'usage de ces appareils.

Enjeux	Axes d'interventions de la Ville de Nyon
Limitation des consommations électriques dans les nouvelles constructions	Intégrer au cahier des charges des études énergétiques liées aux nouveaux plans de quartiers une analyse détaillée des besoins en électricité et des options disponibles pour minimiser ces besoins. A l'issue de la réalisation des nouveaux plans de quartiers : encourager l'accompagnement à la prise en main des bâtiments par les nouveaux utilisateurs (habitants / usager des bâtiments d'activités) et la mise en place de systèmes de suivi des consommations.
Diminution des besoins en électricité lors de rénovations	Dans le cadre des actions de soutien à la rénovation [M1] : Intégration d'exigences spécifiques aux consommations électriques dans le cahier des charges des études. A l'issue des travaux de rénovation et dans le cadre de l'accompagnement à la prise en main du bâtiment par les utilisateurs : mise en œuvre d'opérations de sensibilisation au sujet des consommations électriques.
Changements de comportements au sein de la population	En collaboration avec les SIN, mise en place d'actions de sensibilisation et incitation aux réductions de consommations électriques dans les ménages.
Efficacité électrique dans les activités	Développer, en collaboration avec les SI, une approche intégrée à destination des grands consommateurs, prenant appui sur les mesures existantes au niveau cantonal et fédéral.

Effets escomptés

- Gains liés aux rénovations (taux de rénovation 1% et réduction de 20% des besoins lors de chaque rénovation) : 1.5 GWh économisés à 2030, soit l'équivalent de près de 10'000 m2 de panneaux photovoltaïques
- Application des standards les plus exigeants pour les nouvelles constructions (Minergie P®) : gain de 10.7 GWh/an à horizon 2030, soit l'équivalent d'environ 70'000 m2 de panneaux photovoltaïques

Mesure 6 : valorisation des ressources renouvelables basse température décentralisées (solaire thermique, géothermie faible profondeur, aérothermie)

Les ressources renouvelables disponibles sur le territoire communal peuvent être classées en deux grandes familles, « centralisées » et « décentralisées », selon qu'elles nécessitent ou non une infrastructure d'ampleur territoriale pour leur valorisation. Les principales ressources « décentralisées » accessibles sur le territoire communal sont le solaire (thermique), la géothermie faible profondeur et l'aérothermie.

D'un point de vue territorial, les logiques de développement des filières liées à ces deux grandes catégories de ressources (centralisées / décentralisées) sont différentes, en particulier du point de vue du rôle que peut jouer la Ville (au travers des SIN). Alors que les infrastructures de valorisation des ressources « centralisées » (géothermie moyenne profondeur, eau du lac, chaleur des eaux usées, etc) peuvent être directement planifiées et réalisées par les autorités publiques, le développement des filières « décentralisées », tel que le solaire thermique ou la géothermie faible profondeur, dépend, dans un premier temps au moins, des choix effectués à échelle du bâtiment par de multiples acteurs privés.

Dans le cadre d'une réflexion territoriale et dans la perspective d'un développement progressif et coordonné des réseaux thermiques, il est néanmoins important d'anticiper la manière dont ces

productions décentralisées pourront être intégrées dans le système énergétique plus large que constitue le territoire communal, en particulier grâce aux choix effectués à l'échelle intermédiaire qu'est celle du quartier. Les systèmes de stockage (associés par exemple à des champs de sondes géothermique) ou les boucles d'échange thermique qui pourront être développés à cette échelle joueront en effet un rôle déterminant dans les possibilités d'interconnexion et de mutualisation énergétique future entre les différents secteurs du territoire. C'est la raison pour laquelle la planification et le soutien à ces filières décentralisées implique, de la part de la Ville, des interventions coordonnées aux différentes échelles que sont le bâtiment, le quartier et le territoire communal. Les potentiels estimés, dans le cadre de cette étude, au sujet du solaire thermique et de la géothermie faible profondeur doivent être considérés comme des ordres de grandeur : la quantification des productions énergétiques liées à ces filières est en effet fortement dépendante des possibilités locales de valorisation de la chaleur produite, et évoluera donc dans le temps, en fonction, notamment, du développement de réseaux thermiques et boucles d'échange localisées.

Solaire thermique

On peut aisément imaginer un doublement du potentiel lié aux nouvelles constructions, avec l'idée d'une valorisation du solaire thermique pour le chauffage de certains bâtiments (avec stockage saisonnier par exemple), voire d'une injection à terme dans des réseaux thermiques adaptés. Il faudra néanmoins déduire les surfaces mobilisées pour ces productions solaires thermiques de celles disponibles pour du solaire photovoltaïque.

Géothermie faible profondeur

Plus que d'éventuels objectifs quantifiés, ce sont surtout les principes directeurs pour le développement de la filière qui doivent guider la stratégie communale :

- Adéquation entre les services énergétiques rendus par la géothermie et les besoins à satisfaire, de manière à limiter les consommations électriques induites par les pompes à chaleur ;
- Compensation locale des consommations électriques induites par les pompes à chaleur, grâce à l'implantation de panneaux solaires photovoltaïques ;
- Maintien de l'équilibre thermique du sol à long terme, en prévoyant une recharge estivale par du solaire thermique (ou autre source de chaleur renouvelable) si les besoins de rafraîchissement directs ne sont pas suffisants pour assurer cette recharge.

Aérothermie

Du fait des performances limitées des pompes à chaleur air-eau (moindres que celles des pompes à chaleur sol-eau ou eau-eau) la filière aérothermie ne fait pas l'objet d'une stratégie de développement en soi, elle est plutôt à considérer comme une option d'approvisionnement à envisager lorsque d'autres ressources renouvelables plus performantes ne peuvent être mises en place, dans le cas de récupération sur l'air extrait ou pour des constructions à faibles besoins.

Dans tous les cas et comme pour la géothermie, l'adéquation entre besoins énergétiques et service rendu, ainsi que la compensation des consommations électriques induites par les pompes à chaleur doivent être considérés comme des principes directeurs lors du développement de ces installations.

Synthèse des enjeux

En résumé, les enjeux relatifs à ces différentes ressources renouvelables décentralisées doivent plutôt être distingués en fonction des types de bâti et des échelles territoriales qu'en fonction des horizons temporels :

Sur le parc bâti existant, l'enjeu principal est le développement des installations solaires thermiques. Les installations basées sur des pompes à chaleur (sol-eau pour la géothermie, air-eau pour l'aérothermie) peuvent ponctuellement être envisagées dans le cas de bâtiments rénovés et donc relativement performants (notamment en l'absence de réseaux thermiques).

Pour les nouvelles constructions les enjeux portent sur :

- L'intégration de ces ressources renouvelables basse température dans des concepts énergétiques de quartier jouant sur la complémentarité entre ressources thermiques (par exemple solaire thermique et sondes géothermiques, ces dernières pouvant servir de stockage saisonnier), ainsi qu'entre ressources thermiques et électriques (productions solaire PV pour, notamment, compenser les consommations des pompes à chaleur).

- La mise en place des mesures conservatoires permettant une connexion, à terme, des systèmes énergétiques développés à échelle des plans de quartiers, avec des infrastructures de plus grande ampleur.

Effets escomptés

Part de renouvelable décentralisé dans l’approvisionnement thermique :

- Selon une option « minimum légal » limitée à 30% de solaire thermique sur les bâtiments neufs : 5.2 GWh/an en 2030 soit 9% des besoins d’ECS et 2% des besoins thermiques (chauffage + ECS) prévus à 2030 selon le scénario exploratoire
- Selon le contexte territorial : 32 GWh/an en 2030, soit environ 13% des besoins utiles en énergie thermique (chauffage et ECS) à 2030.

Solaire thermique : installations équivalentes à 30% des besoins d’ECS du parc neuf et rénové, et valorisation de 40% du potentiel de l’existant non rénové, soit 9.7 GWh/an au total en 2030

Géothermie : couverture des 8 GWh de rafraîchissement direct inclus dans les besoins 2030 selon le scénario exploratoire auxquels s’ajoutent 14 GWh/an de chaleur qui correspondent, au regard de ces besoins de rafraîchissement, à une valorisation durable de la ressource (recharge thermique du sol).

Mesure 7 : valorisation des ressources renouvelables centralisées

Les principales ressources « centralisées » potentiellement accessibles sur le territoire communal sont : le bois, la géothermie moyenne profondeur, la chaleur des eaux usées, l’eau du lac, ainsi que d’éventuels rejets thermiques.

La structuration de ces filières est, en comparaison avec celles dites « décentralisées » [M6], soumise à davantage d’incertitudes : incertitudes sur l’existence / l’ampleur de la ressource elle-même (géothermie moyenne profondeur, rejets thermiques industriels par exemple), ou incertitudes sur les possibilités de réaliser les infrastructures nécessaires à leur valorisation (réseau à partir d’eau du lac par exemple).

En revanche, l’impact de chacun de ces projets (en particulier bois, géothermie moyenne profondeur et eau du lac), s’ils se réalisent, est nettement plus important que pour les filières décentralisées : ce sont, potentiellement, des portions entières de territoire qui peuvent, grâce à eux, faire un pas vers la transition énergétique.

Dans ce contexte, le rôle de la Ville de Nyon est déterminant dans le développement de ces filières pour mener à bien les études et projets tests préalables à toute réalisation, et pour apporter les investissements nécessaires à la réalisation de ces infrastructures (ou pour apporter une garantie vis-à-vis d’investisseurs privés).

Les actions nécessaires au développement de ces filières sont, en premier lieu, du ressort des SIN. La Ville a néanmoins un rôle important à jouer pour, d’une part, s’assurer de l’intégration de ces différents projets dans une stratégie énergétique territoriale cohérente sur le long terme et, d’autre part, apporter le soutien politique nécessaire au démarrage et au développement de certains de ces projets.

Horizons	Enjeux	Axes d’interventions de la Ville de Nyon/ des Services industriels de Nyon
A court et moyen terme (d’ici 2030)	Réalisation d’un forage de géothermie profonde et intégration à un réseau thermique, si possible, existant.	Etudes et projet test préalables à un éventuel forage à Nyon : suivi des études / projets et, si nécessaire, prise de position politique de la Ville Réalisation du forage : réservation des terrains et définition de conditions cadres d’exploitation de ces terrains. Valorisation de l’énergie à travers un réseau thermique : la possibilité d’une injection de l’énergie issue du forage dans le projet de chauffage à distance à l’étude devra être prise en compte dans toutes les études énergétiques réalisées sur la zone (étude de faisabilité du CAD, études liées aux plans de quartiers situés à proximité dont en particulier Petite Prairie), ainsi que dans le projet RDU (évaluer la pertinence de profiter du projet pour installer des conduites à titre conservatoire).

A court et moyen terme (d'ici 2030)	Elaboration, à l'issue du projet de régionalisation de la STEP, d'un concept global de valorisation des eaux usées prenant en compte les options centralisées comme décentralisées	Dans le cadre du projet de régionalisation de la STEP, élaboration – en coordination avec les SIN et les partenaires régionaux – d'un concept global de valorisation des eaux usées : inventaire et localisation des différents modes de valorisation envisageables, recommandations sur les modes de valorisation à privilégier, en relation aux développements prévus des réseaux thermiques. Sur la base des résultats du concept global : études de faisabilité et appui à la réalisation d'installation(s) de récupération.
A court et moyen terme (d'ici 2030)	Anticipation de la valorisation thermique des eaux du lac lorsque la structure des besoins du territoire le justifiera (besoins de froid et basse température)	Intégration de cette filière dans les visions à long terme relatives au développement des réseaux thermiques sur le territoire. A moyen terme (sur la base des besoins énergétiques 2030), coordination avec les SIN pour la réalisation d'une étude de faisabilité pour un réseau d'échange basé sur l'eau du lac.
A court et moyen terme (d'ici 2030)	Repérage et valorisation des rejets thermiques industriels	Appui (financier, politique) au travail d'inventaire et caractérisation des rejets qui devra être mené par les SIN (en lien avec les projets de réseaux). Intégration de l'analyse des modes de valorisation possibles de ces rejets dans les études énergétiques des plans de quartiers situés à proximité de potentiels pourvoyeurs ou comprenant d'importantes surfaces d'activités.

Mesure 8 : boucles d'échange thermique (basse température)

Dans le cadre de la transition vers des systèmes énergétiques territoriaux durables, le rôle des infrastructures est de mutualiser et rapprocher - spatialement (transport, distribution), temporellement (stockage) et qualitativement (conversion) - les besoins liés aux postes de consommation énergétique du territoire avec les ressources renouvelables disponibles localement. Le projet de thermo-réseau actuellement à l'étude constituerait, dans cette perspective, un premier pas important en faveur de la transition du parc bâti existant et du développement de filières renouvelables thermiques haute température (bois, éventuellement géothermie moyenne profondeur ensuite).

Complémentaires aux infrastructures haute température tel que le projet de thermo-réseau à l'étude, les boucles d'échange thermiques permettent de valoriser des ressources renouvelables basse température (par exemple géothermie faible profondeur) ou récupérer les rejets thermiques d'acteurs ayant des demandes de froid, afin de permettre à d'autres acteurs, ayant des besoins de chaleur, de les valoriser pour satisfaire leurs propres besoins (en principe par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur). Une boucle d'anergie comprend en général deux conduites, une conduite plus chaude, et une conduite plus froide. La température dans chacune des deux conduites dépend directement des quantités de chaleur injectées et puisées dans la boucle, ainsi que des températures auxquelles ces énergies sont injectées ou puisées. Typiquement, les conduites d'une boucle d'anergie peuvent se situer autour de 8-12°C pour la conduite froide, et 15- 20°C pour la conduite chaude.

Les bâtiments sont connectés à la boucle par des échangeurs de chaleur. Ces échangeurs peuvent être de simples échangeurs, si les températures en jeu permettent de faire du refroidissement direct par exemple. Ou alors, ces échangeurs peuvent être un élément d'une installation plus complexe, comme par exemple l'évaporateur d'une pompe à chaleur dans le cas où un bâtiment cherche à valoriser l'énergie comprise dans la boucle pour chauffer ses locaux, ou encore le condenseur d'un groupe froid dans le cas d'un bâtiment qui rejeterait de la chaleur dans la boucle.

La structure actuelle des besoins thermiques (haute température et besoins de chaleur) du parc bâti du territoire ne permet pas d'envisager, à court terme, la mise en place de boucles d'échange thermique (basse température) d'une ampleur comparable au projet de chauffage à distance haute température actuellement à l'étude. Il est néanmoins indispensable, pour garantir les possibilités d'une transition énergétique effective du territoire à long terme, d'anticiper le développement de telles infrastructures. Cela signifie intégrer cette perspective dans la vision relative au futur maillage du territoire par des infrastructures thermiques renouvelables mais, plus concrètement, saisir l'opportunité

que représentent les grands projets d'aménagement à venir pour développer des boucles d'échanges locales.

Intéressantes, en particulier, dans les projets comprenant d'importantes surfaces d'activités et combinant besoins de chaleur et besoins de froid (permettant une valorisation efficace de la géothermie faible profondeur), de telles boucles constitueraient un maillage de « premier niveau » qui, à terme, pourrait s'étendre par interconnexion entre les réseaux locaux.

Sur le territoire de la Ville de Nyon, les enjeux relatifs au développement de ce type d'infrastructure se situent donc :

- D'ici à 2030, dans le repérage des zones d'opportunité et la mise en place de boucles au niveau de quartiers.
- A plus long terme, dans l'interconnexion de ces infrastructures localisées entre elles et avec des réseaux de plus grande taille, pour constituer un véritable « maillage thermique renouvelable » du territoire (allant de pair avec la stratégie de valorisation des ressources renouvelables thermiques centralisées, dont en particulier l'eau du lac). Cette interconnexion étant dépendante du rythme de planification et de réalisation des différentes portions de réseaux, il n'est à l'heure actuelle pas possible de prévoir précisément le moment où elle pourra se concrétiser.

Les actions nécessaires au développement de ces infrastructures sont, en grande partie, du ressort des SIN, surtout si les projets se situent sur terrains publics. La Ville a néanmoins un rôle important à jouer pour, d'une part, s'assurer de l'intégration de ces différents projets dans une planification globale des réseaux énergétiques du territoire à long terme et, d'autre part, apporter le soutien politique nécessaire au démarrage et au développement de certains de ces projets.

Mesure 9 : outils de pilotage et de suivi de la politique énergétique territoriale

Les analyses réalisées dans le cadre de la présente stratégie énergétique 2030 ont permis de dresser un bilan des données territoriales disponibles au niveau communal et au niveau cantonal. L'enjeu consiste maintenant à consolider ces données, et construire ou enrichir les dispositifs à travers lesquels elles seront mises au service du pilotage, du suivi et de l'ajustement, sur le long terme, de la politique énergétique communale.

Du fait du caractère transversal de cette politique – qui implique une interaction avec les autres domaines d'action publique et une mobilisation de tous les acteurs du territoire – les besoins relatifs à l'usage de ces données énergétiques territoriales sont variés :

- Pilotage opérationnel de la stratégie et suivi de chaque mesure par les responsables de la politique énergétique.
- Coordination entre politiques publiques, intégration des enjeux énergétiques dans la définition et la mise en œuvre des actions territoriales portées par les autres domaines d'intervention territoriaux.
- Communication auprès des acteurs du territoire, mobilisation et sensibilisation aux enjeux énergétiques, de manière à ce qu'ils les intègrent dans leurs projets.

La richesse des données aujourd'hui disponibles, en particulier dans le domaine de l'aménagement du territoire (plans de quartiers, secteurs morphologiques, etc.) et les ressources dont dispose la Ville de Nyon pour le traitement et la diffusion de ces données (SIT) sont autant d'atouts pour la mise en place de dispositifs pérennes de spatialisation de la politique énergétique territoriale. Les défis, pour la mise en place de tels dispositifs, concernent principalement l'hétérogénéité des sources et des types de données (en particulier niveau de détail, degré d'incertitude et fréquence de mise à jour variables) ainsi que la fragilité relative des données énergétiques liées aux bâtiments (consommations mais aussi installations renouvelables décentralisées). Pour l'heure, ces dernières reposent majoritairement, en effet, sur des extrapolations statistiques (par ex. estimation des consommations à partir de l'âge, de la surface chauffée et de l'affectation du bâtiment). Si, à échelle d'une commune – ou au moins d'un territoire élargi – ces extrapolations fournissent des ordres de grandeur adaptés à un premier diagnostic, elles apparaissent beaucoup trop fragiles dès lors que l'on travaille à échelle du quartier, et plus encore du bâtiment.

Sur la base de ce premier bilan, les enjeux, pour la mise en place d'outils de pilotage et de suivi de la politique énergétique territoriale sont les suivants :

- A court terme, il s'agit d'intégrer dans le SIT communal les données énergétiques produites dans le cadre de l'élaboration de la stratégie et de l'étude du projet de chauffage à distance.

- A moyen terme, il s'agit de mettre en place les dispositifs de collecte des données territoriales qui, au fil du temps, permettront de faire évoluer les bases de données (bâtiments en particulier) pour rendre visibles les évolutions induites sur le territoire par (entre autres) les mesures de politique énergétique.