

# Conception cantonale de l'énergie

Adoptée par le Conseil d'Etat le 19 juin 2019



Département du territoire et de l'environnement (DTE)

Direction générale de l'environnement (DGE)

Direction de l'énergie (DIREN)

~~2035~~  
2030

Les objectifs énergétiques  
précédemment fixés dans la  
CoCEn à l'horizon 2035 sont  
désormais prévus pour 2030,  
suite au Plan climat  
adopté en 2020.

# Table des matières

Conception cantonale de l'énergie

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>A</b> | <b>Avant-propos</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>1</b> | <b>Introduction</b> .....  | <b>6</b>  |
| 1.1      | But et structure du document .....   | 6         |
| 1.2      | Contexte légal .....   | 7         |
| <b>2</b> | <b>Contexte et enjeux</b> .....  | <b>8</b>  |
| 2.1      | Grands enjeux en lien avec l'énergie .....   | 8         |
| 2.2      | Contexte international .....   | 8         |
| 2.3      | Contexte suisse .....  | 9         |
| 2.4      | Contexte vaudois .....   | 10        |
| 2.5      | Défis pour la transition .....   | 11        |
| 2.6      | Parties prenantes .....  | 11        |
| <b>3</b> | <b>Etat des lieux</b> .....  | <b>12</b> |
| 3.1      | Programme de législature 2012-2017 .....   | 12        |
| 3.2      | Etat des lieux énergétique vaudois .....   | 13        |
| 3.3      | Programme de législature 2017-2022 .....   | 18        |
| <b>4</b> | <b>Vision et axes stratégiques</b> .....   | <b>20</b> |
| 4.1      | Vision à long terme .....  | 20        |
| 4.2      | Objectifs stratégiques .....   | 21        |
| 4.3      | Compatibilité avec la Stratégie énergétique 2050 .....   | 24        |
| 4.4      | Axe stratégique « Consommation » : améliorer l'efficacité énergétique (technique et comportementale) ..... | 25        |
| 4.5      | Axe stratégique « Production » : développer la production d'énergies renouvelables .....                   | 27        |
| 4.6      | Axe stratégique « Infrastructures » : adapter les systèmes et infrastructures énergétiques .....           | 31        |
| <b>5</b> | <b>Bénéfices environnementaux, sociaux et économiques</b> .....  | <b>36</b> |
| 5.1      | Emissions de CO <sub>2</sub> .....   | 36        |
| 5.2      | Emploi .....   | 37        |
| 5.3      | Coût du système énergétique .....  | 38        |

## Table des matières

Conception cantonale de l'énergie

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>6</b> | <b>Leviers d'action</b> .....   | <b>40</b> |
| 6.1      | Adaptation des conditions cadres .....  | 40        |
| 6.2      | Communication, formation, conseil.....  | 41        |
| 6.3      | Mobilisation des acteurs.....   | 41        |
| 6.4      | Exemplarité .....   | 41        |
| <b>7</b> | <b>Mise en œuvre</b> .....  | <b>44</b> |
| 7.1      | Enjeux de mise en œuvre.....  | 44        |
| 7.2      | Ressources financières .....  | 44        |
| 7.3      | Plan cantonal de l'énergie .....  | 46        |
| 7.4      | Principes de monitoring .....   | 46        |
| <b>B</b> | <b>Glossaire</b> .....  | <b>48</b> |
| <b>C</b> | <b>Liste des figures</b> .....  | <b>49</b> |
| <b>D</b> | <b>Annexes</b> .....  | <b>50</b> |
|          | Annexe 1: Méthodologie utilisée pour l'élaboration de la CoCEn 2019 .....               | 51        |
|          | Annexe 2: Rôles et responsabilités des parties prenantes .....                          | 52        |
|          | Annexe 3: Mesures, objectifs et indicateurs du Programme de législature 2017-2022 ..... | 55        |
|          | Annexe 4: Indicateurs stratégiques et opérationnels .....                               | 57        |
|          | Annexe 5: Financement de la mise en œuvre de la CoCEn 2019 .....                        | 58        |
|          | Annexe 6: Fiches d'objectifs sectoriels stratégiques.....                               | 63        |



Comment réussir la transition énergétique dans le canton de Vaud, avec quels moyens et quels objectifs réalistes pour mettre en œuvre la Stratégie énergétique 2050? Au vu de la place omniprésente de l'énergie dans notre quotidien, le Canton de Vaud en fait un véritable défi de société. Tel est l'objet de la Conception cantonale de l'énergie (CoCEn) version 2019. Ce document d'intention du Conseil d'Etat constitue un texte de référence pour déterminer les choix à faire, qui seront déclinés dès 2020 dans un Plan cantonal de l'énergie, avec des mesures concrètes pour soutenir cette transition.

Cette nouvelle édition de la CoCEn n'est pas construite de zéro. Elle reprend et actualise la version de 2011 qui a servi à définir le programme d'action du gouvernement de la précédente législature. Depuis 2011, plusieurs décisions, aux plans suisse et international, ont marqué un tournant dans les politiques publiques. La CoCEn 2019 prend en compte les objectifs de la Stratégie énergétique 2050, acceptée en 2017 par 58% des Suisses qui ont dit oui aux dispositions de la loi fédérale sur l'énergie et dont le soutien, au plan cantonal, a été encore plus massif avec 73.5% de voix favorables.

Sur le plan international, les enjeux et objectifs sont bien définis. Les températures moyennes mesurées ces dernières années, en Suisse comme ailleurs sur la planète, font que bien peu doutent encore qu'un dérèglement climatique est à l'œuvre et qu'il s'agit de tout faire pour limiter l'augmentation de la température du globe. L'Accord de Paris sur le climat de 2015 a fixé des objectifs pour limiter le réchauffement climatique à moins de 2° C d'ici la fin du siècle. Il a été ratifié par la Suisse en octobre 2017.

De son côté, l'Union européenne a donné un cap à l'horizon 2030: réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40% par rapport à 1990, augmenter fortement la part des énergies renouvelables dans la consommation, améliorer l'efficacité énergétique des installations, équipements et diverses machines.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la CoCEn 2019. Elle tient compte de cette urgence climatique et prend en considération les décisions intervenues dans l'intervalle au plan national, soit l'abandon programmé de l'énergie nucléaire en Suisse après la catastrophe de Fukushima.

Les pistes pour parvenir à cette révolution copernicienne sont clairement établies: diminuer la consommation d'énergie, en particulier fossile, pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>), et limiter la consommation d'électricité en augmentant l'efficacité énergétique. Pour assurer le virage de

l'après-nucléaire et de l'après-fossile, il est nécessaire d'accroître fortement la part des énergies renouvelables dans la consommation totale. Enfin, il faut assurer la sécurité d'approvisionnement du canton et de la Suisse par la transformation et la modernisation des réseaux électriques et par le développement des systèmes de stockage d'électricité afin d'éviter les ruptures d'approvisionnement, surtout en hiver.

L'énergie dans le secteur de l'habitat correspond à 38% de la consommation électrique totale et 48% de celle des combustibles. C'est dire si le potentiel d'amélioration du point de vue énergétique est considérable. Afin d'accompagner les exigences légales de plus en plus poussées en matière d'efficacité énergétique des bâtiments, le Canton a lancé, en collaboration étroite avec la Confédération, le «Programme Bâtiments» qui vise à encourager l'isolation des bâtiments et l'utilisation de ressources renouvelables telles que le bois ou l'énergie solaire, par exemple. Fort heureusement, le succès de ce programme est grandissant. Par ailleurs, le domaine de la mobilité, qui compte pour un tiers de la consommation totale d'énergie, à base presque entièrement fossile, recèle le plus fort potentiel d'amélioration, notamment grâce à l'hybridation et l'électrification, même si ce dernier secteur dépend en premier lieu de législations nationales, voire internationales.

En ce qui concerne le développement des énergies renouvelables, le Canton dispose de plusieurs pistes d'actions. Au vu de l'important potentiel sur le territoire vaudois, le développement de l'éolien reste d'actualité, malgré la difficulté à faire accepter les parcs éoliens à la population. Tout est également fait pour promouvoir l'énergie solaire avec la volonté affirmée du Canton de simplifier les démarches administratives pour les particuliers lorsque ces derniers souhaitent intégrer l'énergie solaire dans leur bâtiment. Les autres sources renouvelables devraient être encore mieux exploitées, qu'il s'agisse des grands projets de bois-énergie, d'installations hydroélectriques ou encore de géothermie. A ce sujet, une nouvelle loi cantonale sur les ressources naturelles du sous-sol vient d'être entérinée par le Grand conseil; celle-ci inclut notamment, pour faciliter le développement des projets de géothermie, une exemption totale de redevance.

Comme la croissance démographique attendue dans le canton va générer une augmentation de la demande en énergie, il est indispensable de travailler à la fois sur l'efficacité des bâtiments, des installations, des véhicules et sur l'adaptation des comportements pour avoir une chance de réaliser les objectifs de la transition énergétique.

Fort de ces constats, la CoCEn explique que le maintien de la politique actuelle, dite de référence (PAR), ne suffira en aucun cas à atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique 2050. Il est donc nécessaire que le Canton s'engage de manière plus ambitieuse, afin d'atteindre les buts de la transition énergétique avec une nouvelle politique énergétique (NPE). Ce qui implique la mise à disposition de nouvelles ressources financières.

Actuellement, la politique énergétique cantonale est financée par une taxe sur l'électricité (0,18 centimes par kWh) qui alimente le Fonds pour l'énergie, par la participation sous forme de subventions de la Confédération au «Programme Bâtiments», par un engagement du Conseil d'Etat décidé en 2012 avec le «Programme 100 millions», mais qui arrive à son terme, ainsi que par une dotation exceptionnelle de 10 millions de francs qui devrait figurer au budget cantonal entre 2020 et 2024. De grosses incertitudes pèsent sur tous ces financements, en particulier en ce qui concerne le Fonds pour l'énergie qui pourrait être épuisé peu après 2020.

En privilégiant dans son analyse une accélération des efforts via cette nouvelle politique énergétique NPE, la question posée par la CoCEn est de savoir si le Canton est prêt à injecter des moyens supplémentaires importants pour réussir cette transition énergétique, en augmentant par exemple de manière significative la taxe sur l'électricité afin que le Fonds pour l'énergie soit suffisamment approvisionné. Cette équation financière est d'autant plus complexe que de grosses incertitudes pèsent sur la politique à moyen terme de la Confédération, actuellement en discussion aux Chambres fédérales via la loi sur le CO<sub>2</sub>. Dans ce cadre, il est possible que certaines subventions s'arrêtent après 2025, en particulier celles qui servent à financer le «Programme Bâtiments».

Il est toutefois important de relever que le calculateur énergétique Vaud-Energyscope de l'EPFL, utilisé pour effectuer les simulations dans le cadre de la CoCEn, met en évidence les effets positifs de l'objectif NPE par rapport au scénario de poursuite de la politique actuelle. Ces effets positifs concernent tant les émissions de CO<sub>2</sub> que la création nette d'emplois et le coût du système énergétique global.

Par ailleurs, grâce à ses ressources naturelles, le canton peut fortement augmenter son indépendance énergétique par l'énergie solaire et ses dérivés, le bois ainsi que le vent. Cette transition demande toutefois de gros efforts de persuasion et la mise en place de politiques très volontaristes.

La CoCEn 2019, transmise au Grand conseil pour information, permet de documenter les enjeux qui attendent les pouvoirs publics en matière d'énergie. Elle définit les contours et la surface financière nécessaires pour prendre les mesures afin d'accélérer la transition énergétique. Ces mesures doivent être les plus ambitieuses possibles, également au vu des nombreux effets positifs précités qui en découleront pour notre canton.

## 1.1 But et structure du document

La Conception cantonale de l'énergie (CoCEn) est un document stratégique par lequel le Conseil d'Etat pose les bases de la politique énergétique qu'il entend développer, en tenant compte des orientations découlant de la politique énergétique fédérale.

Elle vise à définir, pour le Canton de Vaud, la vision à long terme, les objectifs et les champs d'actions prioritaires à engager pour répondre aux défis posés par la transition énergétique et la sécurité d'approvisionnement énergétique. Son but est notamment de permettre d'atteindre les objectifs énergétiques et climatiques fixés par le programme de législation.

En raison de l'évolution rapide du contexte et des enjeux énergétiques, la Conception cantonale de l'énergie nécessite une mise à jour régulière, en principe une fois par législature. La présente version remplace la CoCEn 2011, qui elle-même faisait suite à la toute première édition élaborée en 2003.

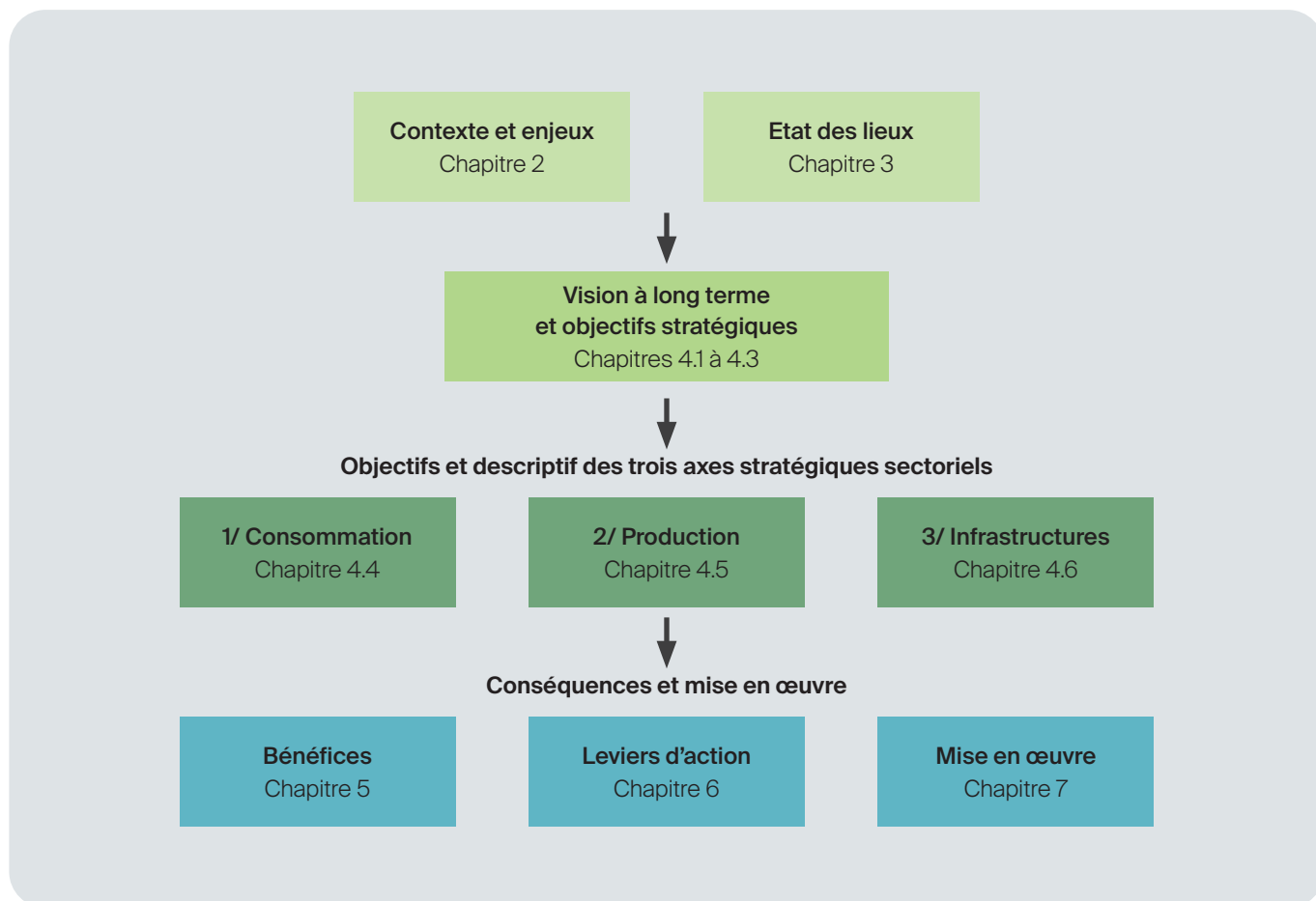
L'annexe 1 présente la méthodologie utilisée pour l'élaboration de la CoCEn 2019.

Avant de proposer des objectifs et des mesures pour le futur, cette nouvelle version de la CoCEn s'intéresse pour commencer à la situation qui prévaut aujourd'hui en Suisse et dans le monde mais aussi, et surtout, dans notre canton. Ce passage en revue de la situation actuelle fait l'objet des **chapitres 2 et 3**.

Partant de là, une vision à long terme, compatible avec les enjeux énergétiques et climatiques d'aujourd'hui est développée au **chapitre 4**. Cette vision propose des objectifs stratégiques globaux qui sont ensuite déclinés en objectifs sectoriels structurés selon trois axes stratégiques.

Enfin, les **chapitres 5 à 7** sont consacrés aux conséquences et aux aspects concrets de mise en œuvre, traitant par exemple de l'impact sur le climat ou l'emploi ou encore les coûts.

Structure du document (Fig. 0)



1.2 Contexte légal

La Constitution du Canton de Vaud du 14 avril 2003 pose les bases de la politique cantonale de l'énergie à son article 56: «L'Etat et les communes incitent la population à l'utilisation rationnelle et économe des ressources naturelles, notamment de l'énergie. Ils veillent à ce que l'approvisionnement en eau et en énergie soit suffisant, diversifié, sûr, économiquement optimal et respectueux de l'environnement. Ils favorisent l'utilisation et le développement des énergies renouvelables. Ils collaborent aux efforts tendant à se passer de l'énergie nucléaire.»

L'article 14 de la loi cantonale sur l'énergie du 16 mai 2006 demande au Conseil d'Etat de «définir la politique énergétique cantonale par le biais de l'adoption d'une Conception cantonale de l'énergie et de l'adapter périodiquement, en principe une fois par législature», ainsi que «d'analyser périodiquement l'efficacité des mesures prises en matière énergétique dans l'optique des objectifs de la présente loi et, le cas échéant, d'engager des mesures correctrices».

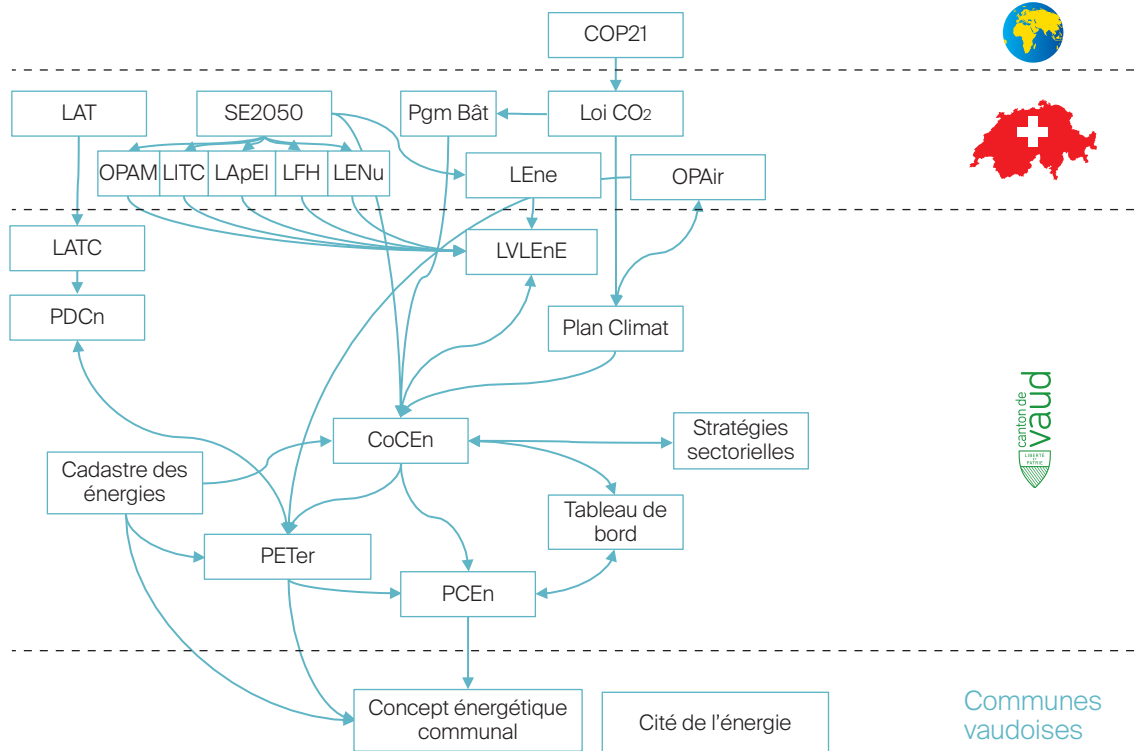
Le présent document répond à ces obligations légales du Conseil d'Etat qui exerce la haute surveillance en matière d'énergie.

Les différents domaines traités par les politiques publiques ne sont pas cloisonnés les uns par rapport aux autres. Des interactions existent inévitablement et doivent être identifiées, de façon à éviter des effets non souhaités et à optimiser les résultats. La prise en compte des autres politiques et des collaborations est nécessaire autant entre les niveaux d'autorités qu'entre les domaines de compétence.

La CoCEn n'a pas de portée contraignante, mais constitue un instrument de référence à vocation stratégique à l'intention de tous les acteurs, en particulier des autorités cantonales et communales. Elle sera rendue publique et formellement transmise au Grand Conseil pour information.

La figure ci-dessous illustre de façon non exhaustive les principaux outils officiels des politiques publiques ainsi que leurs relations, dans les domaines de l'énergie, du climat et de l'aménagement du territoire, depuis le niveau international jusqu'au niveau communal, (signification des abréviations dans le glossaire en fin de document).

Interdépendance des politiques publiques (Fig. 1)





### 2.1 Grands enjeux en lien avec l'énergie

La consommation mondiale d'énergie n'a cessé d'augmenter durant ces dernières décennies (+40% entre 1990 et 2010) et affiche une croissance annuelle moyenne de 2,5% depuis dix ans. Selon les dernières projections, cette évolution pourrait se poursuivre avec une progression de plus de 50% entre 2010 et 2040, si rien n'est fait pour inverser cette tendance<sup>1</sup>. En ce qui concerne les émissions de CO<sub>2</sub>, le constat est sensiblement le même, avec une progression de 49% depuis 1990 à aujourd'hui, principalement à cause de la croissance économique et démographique. Plus de 85% de l'énergie primaire consommée dans le monde provient de ressources fossiles (produits pétroliers, charbon, gaz naturel).

L'arrivée sur le marché des hydrocarbures non conventionnels tels que les schistes bitumeux et le gaz de schiste provenant de diverses régions du monde, en particulier d'Amérique du Nord, ne favorise pas une réduction de la demande. Ces volumes supplémentaires ainsi que la stagnation économique mondiale a provoqué une chute des prix du pétrole, du gaz et du charbon. En Europe, le développement des nouvelles productions renouvelables injectées aux heures de pointe, associé à l'écrasante compétitivité du prix du charbon, elle-même renforcée par des certificats d'émissions de CO<sub>2</sub> trop bon marché, ont entraîné un prix de l'électricité beaucoup trop bas pour permettre la transition énergétique.

Cette situation d'accès facilité et à bon marché de l'énergie non renouvelable rend difficile la mise en place de politiques énergétique et climatique visant à réduire la consommation d'énergie fossile et, de facto, à limiter le réchauffement climatique. Selon le 5<sup>e</sup> rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, la hausse de température pourrait atteindre 4,8°C en 2100 par rapport à l'ère pré-industrielle (1850), si des changements conséquents ne sont pas mis en œuvre. Une telle modification du climat entraînerait des conséquences majeures et des coûts non maîtrisables liés aux dommages et à l'adaptation.

Cette consommation d'agent fossile n'a cependant pas que des effets à long terme sur le climat, mais aussi directement sur la qualité de l'environnement et sur la santé des populations. La combustion des produits pétroliers et du charbon est notamment la cause directe de problèmes croissants de pollution de l'air dans la plupart des villes du monde, atteignant dans certains cas un niveau de gravité catastrophique. La maîtrise de ces ressources limitées ne cesse d'être la cause de tensions géopolitiques, voire de conflits. En outre, l'énergie nucléaire, bien qu'elle ne représente pas plus de 5% de l'énergie primaire

consommée mondialement, fait peser sur l'humanité et l'environnement un risque d'accidents certes peu fréquents, mais dont les conséquences sont graves et à très long terme. De plus, le sort des déchets radioactifs n'est pas encore réglé.

De nouveaux accords et actions sont donc nécessaires afin de limiter l'augmentation de la température et diminuer les risques sanitaires dans les agglomérations. Ces actions doivent être menées de manière concertée et tenir compte du contexte international pour conserver, entre autres, la compétitivité de notre économie. De fait, les énergies fossiles restent de loin les plus subventionnées au monde (directement et indirectement en incluant les externalités sur la santé et l'environnement). Le FMI évalue ces subventions à plus de 6% du PIB mondial, en augmentation, malgré la chute des prix internationaux de l'énergie.<sup>2</sup>

L'énergie est bien plus qu'une branche d'activité ou qu'un enjeu écologique. Elle est au cœur de l'évolution de notre civilisation. Le développement de notre société occidentale et matérialiste a toujours suivi la disponibilité de ressources énergétiques de plus en plus abondantes et bon marché (force humaine et animale, bois, eau et vent, puis ressources fossiles et fissiles). La corrélation entre consommation d'énergie et PIB est flagrante, presque linéaire. Or c'est la courbe de consommation d'énergie qui précède celle du PIB et non l'inverse.<sup>3</sup> La situation en Suisse semble être apparemment plus favorable, mais il faut tenir compte que son économie se transforme en économie de services et que sa production industrielle se délocalise de plus en plus. C'est ce qui a été démontré dans une récente étude de l'EPFL<sup>4</sup>, prenant en considération l'énergie grise et les émissions indirectes dues aux produits et services importés. Celle-ci démontre que, même en Suisse, le découplage tant espéré entre consommation d'énergie et PIB n'est pas accessible. Ce constat dérangeant pose la question de la croissance économique. Et c'est là que l'enjeu de société lié à l'énergie, ainsi que l'ampleur des défis associés, prennent toute leur dimension.

### 2.2 Contexte international

La Conférence de Paris de 2015 sur le climat (COP21) avait comme objectif « d'aboutir, pour la première fois, à un accord universel et contraignant permettant de lutter efficacement contre le dérèglement climatique et d'impulser/d'accélérer la transition vers des sociétés et des économies résilientes et sobres en carbone ».

1/ « World Energy Outlook » [https://www.iea.org/media/weo/website/2017/Chap1\\_WEO2017.pdf](https://www.iea.org/media/weo/website/2017/Chap1_WEO2017.pdf)

2/ « Subventions énergétiques dans le monde: environ 5'000 milliards de dollars! », article du FMI, mai 2015, relayant une étude complète du FMI sur le sujet (2014) (<https://www.imf.org/external/french/np/blog/2015/051815fa.htm>)

3/ « Relation PIB et consommation d'énergie », article de Construction-carbone.fr, mars 2013 (<http://www.construction-carbone.fr/la-relation-entre-pib-et-consommation-denergie-en-quelques-graphes/>)

4/ Paper EPFL Applied energy, April 2018: Decoupling energy use and economic growth: Counter evidence from structural effects and embodied energy in trade (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030626191830045X?via%3Dihub>)



Le protocole final, adopté à l'unanimité par les participants, fixe pour objectif de limiter le réchauffement climatique à moins de 2 °C pour la fin du siècle, en visant la barre de 1,5 °C (par rapport aux niveaux pré-industriels). L'un des objectifs du texte est la réorientation de l'économie mondiale vers un modèle à bas carbone. Moins d'un an après, le 4 novembre 2016, le protocole est entré officiellement en vigueur, le seuil des ratifications ayant été atteint (55 Etats représentant 55 % des émissions de gaz à effet de serre l'ayant ratifié). L'accord final ne contient cependant pas d'éléments contraignants pour les nations participantes.

Publié en octobre 2018, un rapport du GIEC (Groupe d'experts sur l'évolution du climat)<sup>5</sup> expose les conséquences d'un réchauffement des températures au-delà de 1,5 °C: vagues de chaleur, extinctions d'espèces, déstabilisation des calottes polaires, montée des océans sur le long terme, etc. Pour les experts, limiter la hausse à 1,5 °C passe par une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 45 % d'ici 2030 et la réalisation d'une «neutralité carbone» en 2050 – autrement dit, il faudra cesser de mettre dans l'atmosphère plus de CO<sub>2</sub> qu'on ne peut en retirer. Selon l'Agence internationale de l'énergie, les différentes techniques de capture et de séquestration du carbone – en plein développement – devraient contribuer à l'atteinte de l'objectif, mais il est encore bien trop tôt pour estimer quel pourrait être leur contribution exacte.

Au sein de l'Union européenne (UE), la politique énergétique poursuit trois grandes options que sont la sécurité d'approvisionnement, la compétitivité et la durabilité.

Les objectifs chiffrés de l'UE pour 2030 et par rapport à 1990 sont:

- de réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40 % (-80 % à -95 % d'ici à 2050);
- de faire augmenter la part de l'énergie issue de sources renouvelables à 27 %;
- d'améliorer l'efficacité énergétique de 27 %, voire 30 %.

La «Feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050» de la Commission européenne décrit les mesures à prendre pour atteindre ces objectifs. Les domaines d'action sont d'une part la promotion de l'efficacité énergétique et les économies d'énergie, et d'autre part le développement des énergies renouvelables (énergies éolienne, solaire, hydroélectrique, marine, géothermique et issue de la biomasse, ainsi que les biocombustibles). Dans le domaine de l'efficacité et des économies d'énergie, l'accent est notamment mis sur la rénovation énergétique des bâtiments, la cogénération à haut rendement et les réseaux efficaces de chaleur et de froid, la réalisation d'audits énergétiques des grandes entreprises, le développement de la mobilité électrique, le déploiement de réseaux et de compteurs intelligents ainsi que l'indication d'informations précises sur les facteurs d'énergie.

### 2.3 Contexte suisse

Consécutivement à la catastrophe nucléaire de Fukushima en 2011, le Conseil fédéral et le Parlement ont pris la décision de principe d'un abandon progressif de l'énergie nucléaire. Cette décision, et d'autres changements en profondeur du contexte énergétique national et international, impliquent une transformation du système énergétique suisse désignée par l'appellation «Stratégie énergétique 2050». Afin d'adapter de manière optimale le cadre juridique à ces développements, une loi sur l'énergie entièrement révisée ainsi que plusieurs autres révisions de lois ont été votées par le Parlement en 2016, acceptées par le peuple suisse le 21 mai 2017 à 58,2 % des voix et entrées en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2018.

Il s'agit ainsi:

- **de réduire** la consommation d'énergie et d'électricité;
- **d'augmenter** l'efficacité énergétique et la part des énergies renouvelables;
- **de garantir** l'accès aux marchés internationaux de l'énergie;
- **de transformer** et développer les réseaux électriques;
- **de renforcer** la recherche énergétique;
- **d'encourager** la fonction d'exemplarité des pouvoirs publics;
- **d'intensifier** la coopération internationale.

Quant au domaine de l'énergie nucléaire, il ne sera plus octroyé d'autorisations générales pour la construction de centrales nucléaires et la modification des centrales nucléaires existantes. Ces dernières n'auront le droit de rester en service que tant que leur sécurité d'exploitation pourra être assurée.

Les mesures doivent permettre d'intégrer systématiquement les potentiels d'efficacité énergétique disponibles et d'exploiter les potentiels de la force hydraulique et des nouvelles énergies renouvelables (solaire, éolien, géothermie, biomasse). La Suisse pourra ainsi diminuer sa dépendance à l'égard des importations d'agents fossiles et nucléaires. Ceci permettra de maintenir d'importants investissements dans l'économie suisse et favorisera la création d'emplois à forte valeur ajoutée.

D'autres révisions importantes sont en préparation ou planifiées à court et moyen terme, notamment, la révision de la loi sur le CO<sub>2</sub> qui redéfinit la mise à jour des objectifs de réduction de gaz à effet de serre. Ceux-ci doivent être pris en compte étant donné leur très forte corrélation avec la consommation des énergies fossiles. Or il apparaît que les objectifs climatiques découlant de l'Accord de Paris sont plus ambitieux que ceux de la Stratégie énergétique 2050 sur l'aspect des énergies fossiles. Même si on peut regretter qu'une politique conjointe portant à la fois sur le climat et sur l'énergie ne soit pas encore portée au niveau national, les Cantons doivent autant que possible s'atteler à prendre en compte les deux orientations législatives.

5/ [http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15\\_spm\\_final.pdf](http://report.ipcc.ch/sr15/pdf/sr15_spm_final.pdf)

Il convient donc de citer le rôle important des Cantons dans la politique énergétique suisse, notamment dans le domaine du bâtiment comme le prévoit l'art. 89 de la Constitution fédérale.

Les cantons sont rassemblés sous la bannière de la *Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie* (CDCE/EnDK) depuis 1979. Cet organisme et son pendant technique, la *Conférence des services cantonaux de l'énergie* (CSCE/EnFK), élaborent et coordonnent les activités conjointes des Cantons en matière de politique énergétique. Des principes directeurs fixent une ligne générale aux activités des Cantons et constituent le tableau de bord de leurs actions. La CDCE et la CSCE sont les interlocutrices privilégiées de la Confédération pour tout ce qui touche à la politique énergétique.

En particulier, la CDCE élabore et met à jour à intervalles réguliers le *Modèle de prescriptions énergétiques des cantons* (MoPEC), modèle que les Cantons sont invités à reprendre afin d'élaborer des législations cantonales qui soient aussi semblables et harmonisées que possible. La dernière édition, le MoPEC 2014, a été adoptée en 2015.

D'autre part et de concert avec la Confédération, les Cantons ont lancé en 2010 le « Programme Bâtiments » pour faire chuter la consommation d'énergie dans les bâtiments et baisser leurs émissions de CO<sub>2</sub>. Le programme incite les propriétaires à assainir leurs biens sur le plan énergétique, à utiliser les énergies renouvelables et les rejets de chaleur, et à améliorer leurs installations techniques. Durant les sept premières années d'exploitation, le « Programme Bâtiments » a versé un total de quelque 1,3 milliards de francs de subventions aux propriétaires d'immeubles qui ont investi pour assainir leurs biens sur le plan énergétique. La part principale du financement repose sur la taxe CO<sub>2</sub> sur les combustibles fossiles, dont un tiers des recettes est affecté aux mesures de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> des bâtiments. Ce programme démontre qu'il est possible d'unir les politiques énergétique et climatique dans des actions communes et efficaces. Sa poursuite à long terme n'est pas garantie au-delà de 2025; cela dépendra, entre autres, de la révision de la loi sur le CO<sub>2</sub>. Le cas échéant, il serait remplacé par des mesures incitatives et coercitives (taxes et législation renforcée) en fonction de l'atteinte ou non des objectifs.

### 2.4 Contexte vaudois

Les changements rapides et continus du contexte international et suisse, ainsi que ceux de la politique fédérale, remettent constamment en question la politique énergétique vaudoise qui s'inscrit donc dans un contexte complexe de conditions cadres multiples et évolutives.

A titre illustratif, on peut relever le grand nombre d'interventions parlementaires de ces dernières années concernant l'énergie et contribuant ainsi à accroître la pression pour stimuler la mise en œuvre de nouvelles mesures sur cette thématique.

La dernière décennie a donc vu s'accroître la politique énergétique cantonale, notamment dans les domaines suivants :

- Les **subventions** : Un levier important de politique énergétique est la possibilité d'accorder des aides financières et des subventions grâce au *Fonds pour l'énergie* (créé en 2006 et alimenté par la taxe cantonale sur l'électricité) et aux contributions globales de la Confédération issues de la taxe sur le CO<sub>2</sub>. Le *Programme 100 millions pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique*, lancé en 2012 à la suite d'une réaffectation d'une réserve liée à la péréquation financière fédérale, a permis de donner une forte impulsion à la politique énergétique cantonale. Ce programme touche cependant à sa fin.
- L'**organisation** : La création en 2013 de la Direction générale de l'environnement (DGE) a permis de placer sous le même toit la mise en œuvre de la politique énergétique, la politique climatique, la politique générale de protection du milieu dans lequel nous vivons, ainsi que la politique de gestion et de préservation de nos ressources et du patrimoine naturel du canton. Les visions sont partagées et d'importantes synergies peuvent ainsi être exploitées.
- La **législation** : La loi cantonale sur l'énergie, ainsi que son règlement d'application, bénéficient d'une mise à jour relativement récente (2014) et moderne qui place le Canton de Vaud à l'avant-garde des législations cantonales et est assez proche des exigences figurant dans la dernière version du MoPEC. Cependant, en fonction de la toute dernière révision des bases légales fédérales et des réflexions de la présente conception, les bases légales cantonales devront être adaptées.
- La **planification énergétique territoriale** (PETer) : Les objectifs de la politique énergétique sont de mieux en mieux pris en compte dans l'élaboration des plans d'aménagement du territoire. Cela permet de favoriser, le plus en amont possible, le développement des réseaux thermiques ou l'utilisation des énergies renouvelables locales, par exemple.
- La **sensibilisation** : Ce domaine transversal prend toujours plus d'importance. Il inclut non seulement la formation et l'information, mais aussi la prise en compte des changements sociétaux et la nécessité d'impliquer les parties prenantes et la population en général.

Lors du scrutin populaire concernant la Stratégie énergétique 2050, la population du canton de Vaud s'est exprimée avec le plus haut taux d'acceptation de Suisse: 73,5% (moyenne fédérale: 58,2%).

La vision est donc largement partagée: il s'agit maintenant d'agir concrètement pour aller de l'avant à un rythme plus soutenu, afin de réduire davantage la consommation d'énergie, d'améliorer l'efficacité énergétique et de promouvoir les énergies renouvelables.

### 2.5 Défis pour la transition

Impactant tous les aspects de la société, la transition énergétique est soumise au nécessaire équilibre entre les intérêts environnementaux, économiques, énergétiques et sociaux. Le dispositif doit à la fois :

- assurer la sécurité d'approvisionnement ;
- épargner l'environnement et la santé, en minimisant les effets négatifs ;
- préserver la prospérité de l'économie et le budget des ménages.

L'équilibre entre ces divers éléments demande un processus de dialogue et de décision long et sensible. Les mesures ne peuvent pas être trop incisives ou discontinues, sous peine de provoquer un blocage de l'une ou l'autre des parties prenantes.

L'acceptation sociale, voire l'appropriation sociale, des mesures préconisées est par conséquent un enjeu fondamental. Les objectifs de la transition énergétique sont certes largement soutenus par la population (cf. votation populaire en faveur de la SE 2050 de mai 2017), mais leur concrétisation se heurte toutefois aux intérêts individuels. Par exemple, alors que l'opinion publique est majoritairement favorable à la production d'énergie éolienne, il est très difficile de concrétiser un site pour son exploitation.

Ainsi, malheureusement, la sensibilité aux enjeux environnementaux n'est pas encore assez développée pour que seules les mesures d'information et d'encouragement mènent à des résultats suffisants. Souvent, l'avènement de changements importants nécessite des mesures contraignantes. Le Canton doit donc continuer à sensibiliser l'opinion publique par la formation et l'information, l'exemplarité et le soutien aux projets phares. Il doit aussi favoriser la participation des citoyens à la transition énergétique. Les différents types de mesures doivent tous jouer leur rôle de façon complémentaire, avec la meilleure harmonie possible (subventions, prescriptions, taxes, sensibilisation, participation, etc.).

La diminution de la consommation énergétique dans le canton se heurte à :

- des investissements importants nécessaires à la mise en œuvre de mesures d'efficacité énergétique: rénovation des bâtiments, véhicules électriques, modernisation des processus industriels. Les taux de rénovation des bâtiments sont insuffisants. Le renouvellement du parc de véhicules dépend à la fois de l'évolution technologique et de la stratégie des fabricants, mais également d'une législation internationale et nationale que le Canton de Vaud ne maîtrise pas ;
- de faibles prix de l'énergie ;
- la croissance démographique et économique du canton, ce qui accroît la demande en énergie ;

- une multiplication des appareils électriques et électroniques en tous genres, certains plus utiles que d'autres ;
- un accroissement de la demande en mobilité.

Un autre défi concerne la sécurité d'approvisionnement qui est liée notamment aux possibilités de stockage de l'énergie. C'est le cas surtout pour l'électricité, dont la production ne coïncide pas toujours avec les besoins. S'agissant des produits pétroliers dont les stocks sont aujourd'hui importants et participent ainsi à la sécurité d'approvisionnement, ils vont aller en se réduisant au fur et à mesure de la diminution du recours aux combustibles fossiles. Pour ce qui est du gaz naturel, à moyen terme, son réseau constitue un intéressant potentiel de stockage des énergies renouvelables, notamment par l'intermédiaire de la technologie dite du « power-to-gaz », laquelle devrait arriver prochainement à maturité. L'un des défis de la politique à mener à cet égard sera de faire en sorte que son développement se fasse au bénéfice exclusif des renouvelables et ne constitue pas un prétexte pour faire la promotion du gaz naturel et donc en augmenter, in fine, en valeur absolue, la part fossile consommée.

### 2.6 Parties prenantes

Les Communes, le Canton et la Confédération décident des objectifs à atteindre, adoptent les bases légales, financent des mesures de promotion, d'information et de formation et s'assurent du respect des normes et de la législation. Ils doivent aussi donner l'exemple et être une référence en matière énergétique. Ils peuvent également jouer un rôle important dans le développement de nouveaux outils et modèles, notamment en servant de plateforme pour des projets pilotes.

Cependant, l'élaboration d'une nouvelle vision énergétique pour le Canton et sa mise en œuvre représentent un projet de société qui implique bien plus que les collectivités publiques. Les associations, milieux économiques, institutions de recherche et d'enseignement sont des acteurs et partenaires sans lesquels les objectifs ne peuvent être ni fixés judicieusement, ni atteints. Le grand public se voit prendre des responsabilités – également au niveau individuel – et s'impliquer dans des processus participatifs. Seule la mobilisation de l'ensemble des parties prenantes permettra d'atteindre les objectifs.

L'annexe 2 présente plus en détail les parties prenantes ainsi que leurs rôles et responsabilités. Vu l'importance des bâtiments anciens dans la consommation d'énergie globale, le cercle des « propriétaires de bâtiments à rénover » doit être mis en évidence de manière toute particulière.

## 3.1 Programme de législature 2012-2017

La précédente conception cantonale de l'énergie a été élaborée en 2011 (et faisait suite à la toute première version de 2003). Elle comprenait principalement 55 fiches d'action, dans 7 domaines différents, représentant autant de gisements tant en matière de production que d'économie d'énergie. Ces fiches avaient pour but d'évaluer l'impact énergétique, le pouvoir d'intervention du Canton et la priorité à donner à ces actions. Elles évaluaient également la part d'énergie déjà exploitée ainsi que la part restant à exploiter, en GWh.

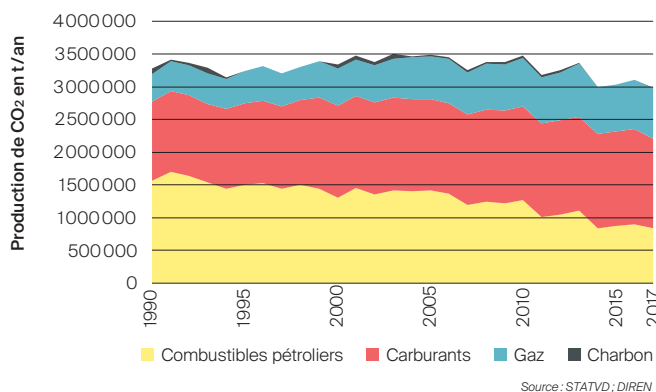
Ces fiches n'ont pas été conçues dans l'optique d'être contraignantes, mais afin de constituer un réservoir de mesures, bien documentées, facilitant la mise en œuvre de la politique énergétique et permettant la prise de décision quant aux actions à entreprendre.

Elles ont permis d'exprimer les objectifs chiffrés du Programme de législature 2012-2017 (engagement de l'Etat de Vaud pour le développement durable, objectif n° 2, mis en avant par le Conseil d'Etat dans le cadre de son «Engagement pour le développement durable») qui sont rappelés et actualisés ci-dessous :

1) Emissions de CO<sub>2</sub> des carburants et combustibles fossiles : de 3,5 millions de tonnes en 2004 et 3,2 en 2012. L'ambition était d'atteindre 2,7 en 2017 et 2,3 en 2025 (Figure 2). Malgré une tendance baissière depuis 10 ans, la cible 2017 n'a pas été atteinte.

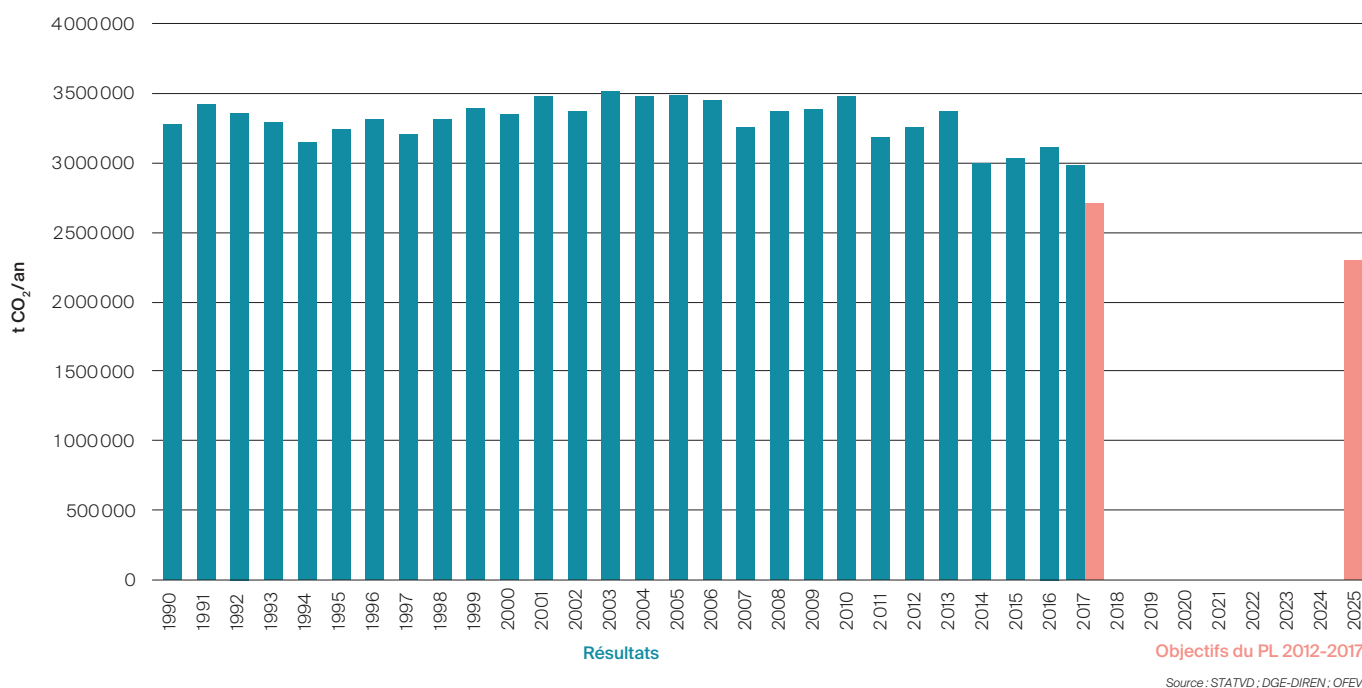
La plus faible valeur a été atteinte en 2014 avec une diminution de 8,8% par rapport à 1990 et de 11,3% par rapport à 2000. La baisse est à imputer exclusivement au mazout de chauffage dont l'usage est en forte diminution (voir Figure 3 sous combustibles pétroliers). Les fluctuations annuelles sont fortement dépendantes de la rigueur de l'hiver.

Emissions de CO<sub>2</sub> selon les ressources fossiles utilisées (Fig. 3)



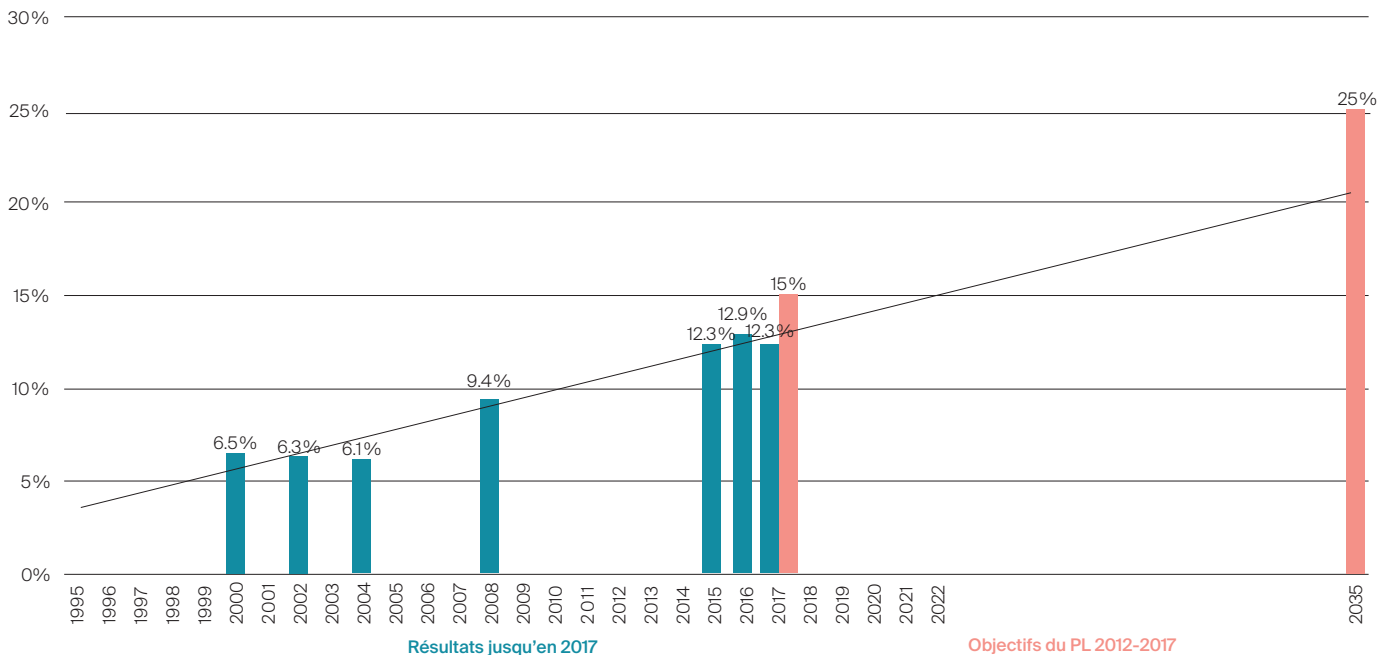
2) Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale<sup>6</sup>: partant d'une proportion d'énergies renouvelables de 6,1% en 2004 et de 9,6% en 2008, l'ambition était d'atteindre 15% en 2017 et 25% en 2035 (Figure 4, voir p. 13).

Evolution des émissions de CO<sub>2</sub> (Fig. 2)



6/ Energie finale: énergie livrée et facturée aux consommateurs finaux juste avant son utilisation dans des systèmes énergétiques (chaudières, moteurs, ampoules, etc.)

3) Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale (Fig. 4)



Sources : EnFK ; OFEN ; StatVD, DIREN

La baisse de la part des énergies renouvelables constatée entre 2000 et 2004 est le fait, en réalité, d'une augmentation relativement marquée de la consommation qui n'est pas compensée par une progression dans les mêmes proportions de la production renouvelable.

La baisse constatée en 2017 s'explique essentiellement par une diminution de 25% de la production hydroélectrique, due en premier lieu à une année hydrologique nettement moins favorable que 2016, ainsi qu'à des travaux sur un ouvrage important. Cet aléa soulève l'importance de diversifier les agents énergétiques renouvelables afin de lisser les impacts des variations météorologiques. L'hydraulique compte aujourd'hui pour près de 40% de la production vaudoise totale, suivie par le bois-énergie et la chaleur ambiante. Un autre facteur péjorant légèrement l'évolution 2017 est d'ordre méthodologique et concerne la prise en compte de la chaleur ambiante fournie par les pompes à chaleur<sup>7</sup>.

Globalement, les objectifs visés n'ont pas été atteints. On verra plus loin que pour atteindre les objectifs de la nouvelle législature, et surtout ceux de la Stratégie 2050, les efforts devront être considérablement renforcés.

3.2 Etat des lieux énergétique vaudois

Pour dresser un état des lieux de la situation du Canton, d'autres chiffres doivent pouvoir être analysés. Pour ce faire, l'Etat a mis sur pied une première étape de son « Tableau de bord vaudois

de l'énergie» qui est un ensemble de données statistiques organisées sous la forme d'une vingtaine d'indicateurs.

Ces indicateurs sont groupés dans deux catégories :

- indicateurs stratégiques (globaux, pérennes, existant généralement dans d'autres cantons et sur le plan suisse/international).
- indicateurs sectoriels (concernent plus spécifiquement la politique vaudoise, comparaison directe avec d'autres cantons pas toujours possible).

Les deux indicateurs présentés ci-dessus (émissions de CO<sub>2</sub>, part des énergies renouvelables) font partie des indicateurs stratégiques ; quelques autres sont présentés et commentés dans les quatre paragraphes suivants.

3.2.1 Production d'énergie

Les ressources énergétiques renouvelables vaudoises sont de plus en plus utilisées et leur potentiel est mieux connu. Il n'y a cependant pas encore d'objectif de valorisation fixé dans tous les domaines et il reste beaucoup à faire pour tirer parti de ces ressources indigènes renouvelables.

La part des énergies renouvelables locales dans la consommation vaudoise de 2015 s'élève à :

- 26% pour l'électricité ;
- 14% pour la chaleur ;
- < 1% pour la mobilité.

7 / Jusqu'en 2016 la totalité de la chaleur fournie par les pompes à chaleur était comptabilisée dans le bilan, sans retirer la consommation électrique nécessaire à leur fonctionnement. Depuis 2017, cette consommation est retirée du bilan afin de ne considérer que la chaleur effectivement retirée de l'environnement, ce qui est méthodologiquement plus juste. Sans cette correction méthodologique, le ratio serait de 12.9% en 2017. Et combiné à une production hydraulique inchangée en 2017, le ratio aurait été de 14.4%, approchant ainsi l'objectif du PL 2012-17.



La production d'électricité renouvelable sur le territoire vaudois est majoritairement fournie par l'hydraulique, qui a encore augmenté d'environ 50 GWh durant la dernière législature, mais le solaire arrive désormais en deuxième position (Figure 5, voir page 15).

La production de chaleur renouvelable est répartie principalement entre le bois, la chaleur ambiante (pompes à chaleur) et les déchets urbains<sup>8</sup> (Figure 5, voir page 15).

Les principales *mesures d'accompagnement récentes* suivantes ont été mise en œuvre pour augmenter le recours aux énergies renouvelables :

- Instauration de la « Commission consultative pour la promotion et l'intégration de l'énergie solaire et de l'efficacité énergétique » et édition d'une directive visant à simplifier les démarches administratives.
- Aides financières pour les installations utilisant des énergies renouvelables dans les bâtiments, ainsi que pour les grands projets de bois-énergie, d'installations hydroélectriques, d'installations de méthanisation des déchets urbains, de biomasse agricole et d'adaptation de STEP.
- Etablissement d'une stratégie cantonale pour la valorisation optimale du bois-énergie.
- Planification éolienne, comprenant une procédure de sélection de sites et des inscriptions au plan directeur cantonal.
- Mise en place de démarches participatives, en particulier la « Plateforme éolienne vaudoise », comprenant un espace de dialogue et d'échange (Les 5 à 7 de l'éolien), un guide et des formations pour les communes et les promoteurs, ainsi qu'un soutien financier aux démarches participatives locales.
- Subvention et suivi d'études de faisabilité géothermique. Création d'un comité de planification de la géothermie (COPGEO) en 2016. Etablissement d'une carte d'admissibilité concernant la pose de sondes géothermiques verticales jusqu'à 300 m de profondeur. Pilotage du projet géothermique AGEPP à Lavey-les-Bains.
- Préparation d'une nouvelle loi cantonale sur le sous-sol exemptant de redevance les projets de géothermie et clarifiant la prospection des hydrocarbures.

### 3.2.2 Consommation d'énergie finale<sup>9</sup>

Des efforts d'efficacité énergétique se déploient dans tous les secteurs de consommation, mais sont encore loin d'avoir atteint leur plein potentiel (bâtiments, concepts communaux, planification territoriale, industrie et services, appareils, mobilité). Après une longue période haussière, la consommation énergétique du canton s'est stabilisée. Elle a amorcé une décroissance, si on la reporte au nombre d'habitants (Figure 6, voir page 15) et surtout au PIB (Figure 7, voir page 15). A noter toutefois que cela ne signifie pas que le découplage soit atteint ; ce n'est malheureusement pas le cas si l'on prend en compte l'augmentation de l'énergie grise au cours de la même période (cf. chapitre 2.1).

Les bâtiments accaparent toujours la plus grande part de l'énergie consommée, bien que les constructions neuves soient soumises à des prescriptions réduisant fortement leurs besoins énergétiques et visant progressivement l'auto-nomie énergétique.

Grâce aux mesures d'efficacité et à la promotion des énergies renouvelables, la baisse de la consommation d'énergie fossile pour le chauffage est significative depuis 2010 (Figure 8, voir page 15). L'évolution du climat renforce cette tendance : 2014 et 2011 ont été les années les plus chaudes depuis le début des relevés en 1864 (degrés-jours de chauffage les plus bas<sup>10</sup>).

La consommation des combustibles pétroliers pour le chauffage (mazout) est en forte diminution depuis le début des années 2000, ce qui n'est pas le cas du gaz naturel, utilisé également dans d'autres secteurs tels que les processus industriels (Figure 9, voir page 15).

8 / Même si le standard usuel au niveau national est de compter les déchets comme renouvelables à hauteur de 50 %, ils sont ici considérés comme des rejets de chaleur et valorisés comme étant renouvelables à 100 %. Quoi qu'il en soit, la part est très faible et il n'y a aucune intention de développer cet agent énergétique, contrairement aux autres agents énergétiques purement renouvelables.

9 / La consommation d'énergie finale est l'indicateur de référence principal de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération. Cette donnée compte l'énergie consommée directement sur le territoire. Par conséquent, la consommation indirecte d'énergie (notions d'énergie grise et d'énergie primaire) utilisée en amont de la chaîne économique, dont l'enjeu est évoqué notamment dans le chapitre 2.1, n'est pas prise en compte.

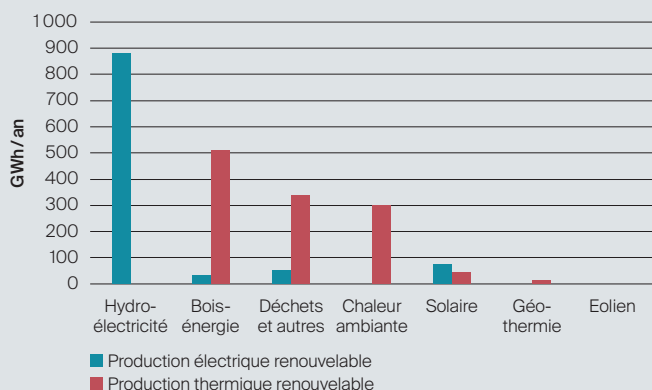
10 / Les « degrés-jours » reflètent les besoins de chauffage en un lieu donné pendant une certaine période. Ils quantifient les écarts de température qui existent entre l'intérieur du bâtiment et l'extérieur. Les degrés-jours annuels suisses – utilisés ici – sont la somme des relevés de tous les jours durant lesquels le chauffage a été en fonction pendant l'année considérée en moyenne en Suisse.



## Etat des lieux

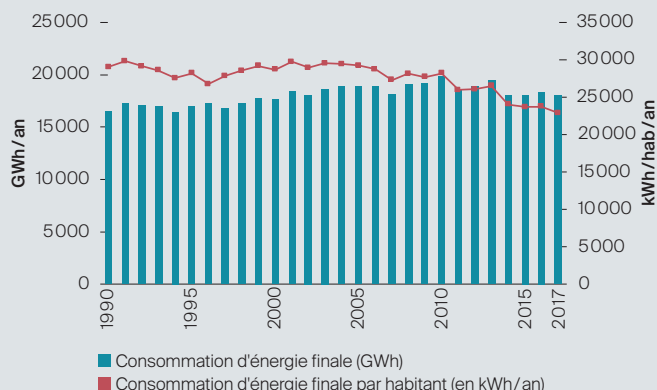
Conception cantonale de l'énergie

### Production estimée d'énergies renouvelables locales en 2015 (Fig. 5)



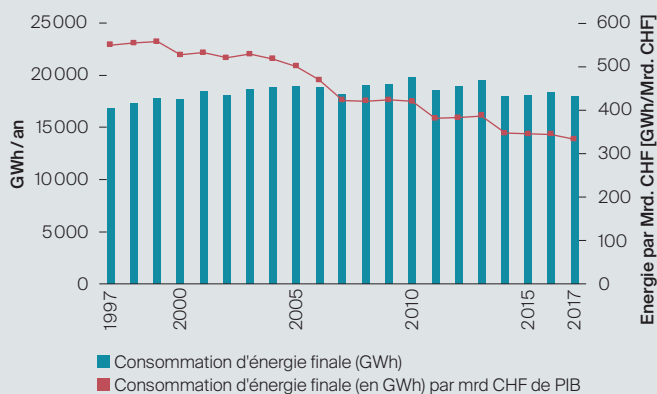
Source: DIREN, Swissgrid

### Consommation d'énergie finale et par habitant (Fig. 6)



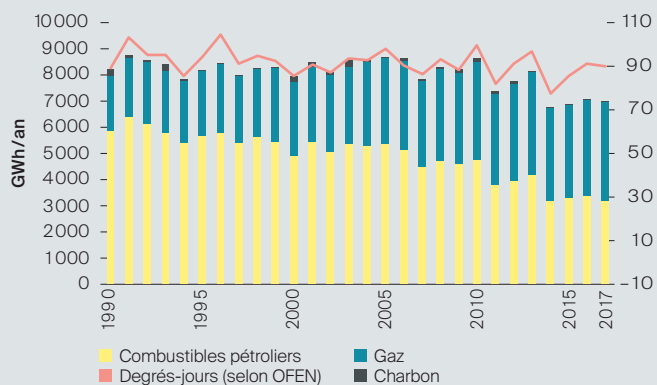
Source: STATVD; DIREN

### Consommation d'énergie finale et par unité de PIB (Fig. 7)



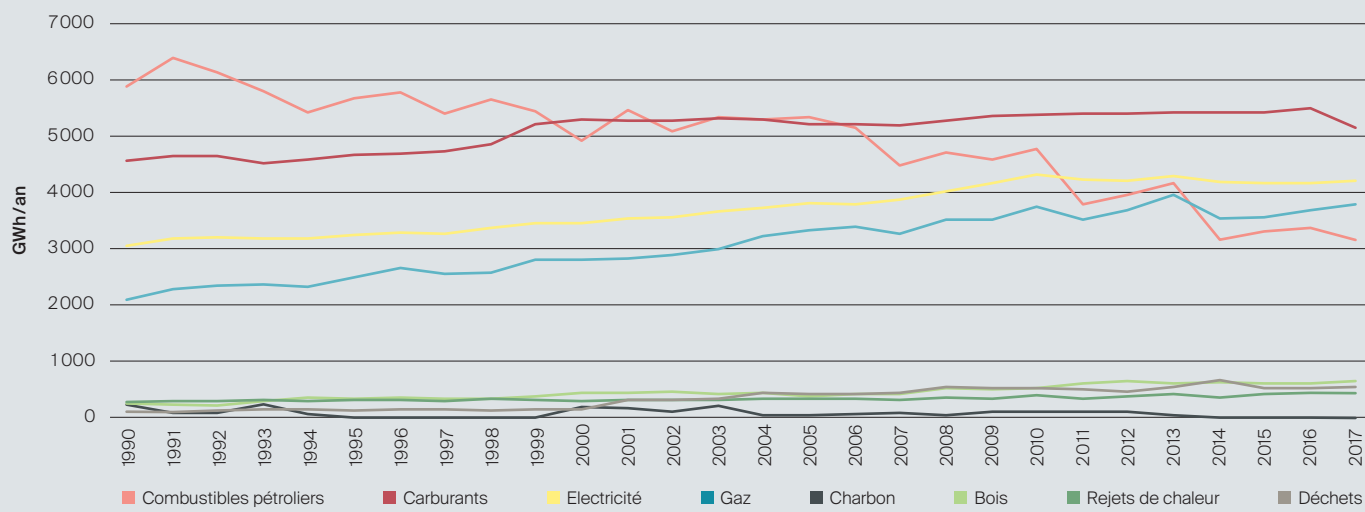
Source: STATVD; DIREN

### Consommation en combustibles fossiles, pour le chauffage et autres processus thermiques (Fig. 8)



Source: STATVD; DIREN, OFEN

### Evolution des agents énergétiques consommés dans le canton de Vaud en énergie finale (Fig. 9)



Source: STATVD; DIREN

La mobilité, par contre, poursuit sa progression et ne voit pas sa consommation d'énergie fossile se réduire, malgré une légère amélioration continue de l'efficacité énergétique des véhicules (Figure 9, voir page 15). Les grandes variations observées dans ce dernier graphique illustrent l'environnement très évolutif de la scène énergétique actuelle.

Les principales mesures d'accompagnement qui ont été mises en œuvre récemment dans le domaine de la consommation d'énergie finale (thermique et électrique) sont les suivantes :

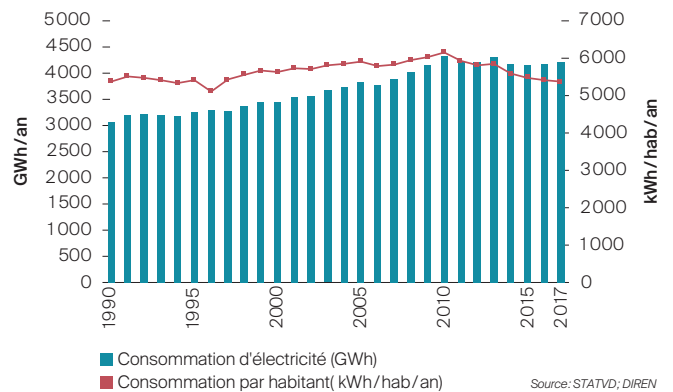
- Dans le cadre du « Programme Bâtiments », organisé au niveau national, encouragement à la rénovation énergétique des bâtiments existants, avec octroi de suppléments cantonaux de subvention.
- Promotion et subvention du standard Minergie et du Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB) rendu obligatoire dans certains cas.
- Subvention pour le remplacement des chauffages électriques.
- Prescriptions pour les nouvelles constructions qui doivent limiter leurs besoins de chaleur et couvrir une part de leurs besoins d'électricité par une source renouvelable.
- Mise en place de démarches de planification énergétique territoriale (PETer) avec l'édition d'un guide et la réalisation de cadastres énergétiques.
- Soutien aux communes pour la réalisation de leur concept énergétique (CECV), leur engagement en tant que « Cités de l'énergie », ainsi que les études de faisabilité pour les chauffages à distance et d'autres installations.
- Incitation des grands et moyens consommateurs de l'industrie et des services à optimiser leurs consommations. Conclusions de conventions d'objectifs avec les grands consommateurs.
- Campagne de sensibilisation et d'information dans les écoles : des animations info-énergie adaptées aux différents niveaux de la scolarité obligatoire (7-16 ans) sensibilisent chaque année entre 13'000 et 15'000 élèves.
- Formation et certification de professionnels qualifiés pour l'établissement et le contrôle des dossiers Energie du permis de construire. Edition de guides.
- Campagne de communication avec un stand d'information sur l'énergie dans diverses manifestations régionales, où des experts dispensent des conseils d'assainissement énergétique des bâtiments.
- Mise sur pied et animation de cours organisés conjointement avec d'autres cantons et des associations professionnelles ; subventionnement de diverses formations professionnelles, telles que des CAS et d'autres formations continues.

- Soutien à des projets de recherche, pilotes ou de démonstration dans des hautes écoles ou auprès de promoteurs privés.
- Organisation de cours et édition de guides à l'intention de responsables communaux.

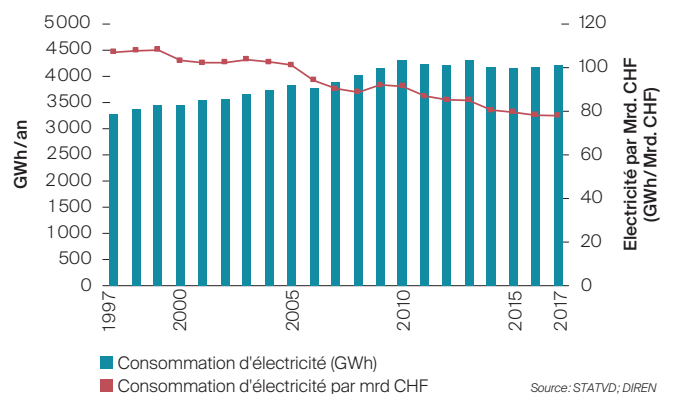
3.2.3 Consommation d'électricité

La consommation d'électricité s'est stabilisée depuis 2010 et a même diminué si on la rapporte au nombre d'habitants ainsi qu'au PIB (Figures 10 et 11). C'est donc une évolution très réjouissante, même s'il reste démontré que la consommation d'énergie reste couplée à la croissance économique (voir chapitre 2.1).

Consommation d'électricité totale et par habitant (Fig. 10)



Consommation d'électricité totale et par unité de PIB (Fig. 11)

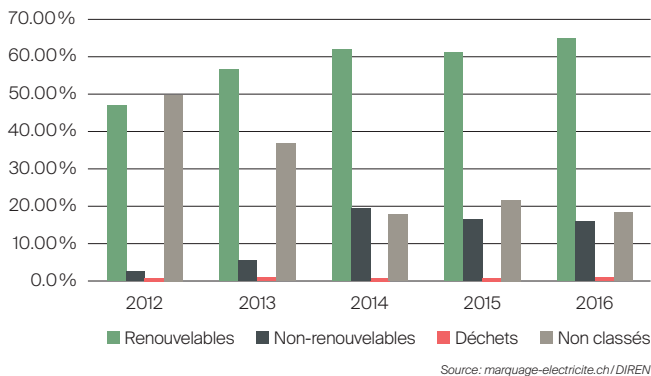


## Etat des lieux

Conception cantonale de l'énergie

Grâce au marquage obligatoire, il est possible de connaître l'approvisionnement en électricité de chaque fournisseur d'électricité. Comparée à la Suisse entière, l'électricité distribuée par les fournisseurs actifs sur territoire vaudois en 2014 comporte une part plus élevée de renouvelable (62% contre 54%), dont plus d'origine hydraulique (58% contre 49%) et un peu moins d'autres origines (4% contre 5%). L'électricité importée (depuis l'étranger) est comptabilisée dans cette statistique (Figure 12).

Evolution de l'origine de l'électricité distribuée dans le canton de Vaud (Fig. 12)



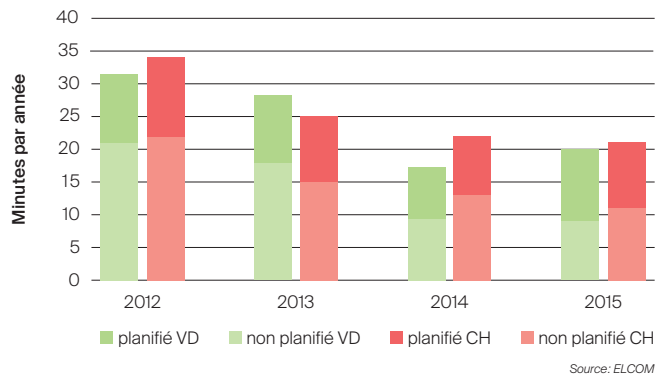
### 3.2.4 Sécurité d'approvisionnement

Aujourd'hui, l'approvisionnement énergétique du canton est satisfaisant, mais n'est pas encore suffisamment basé sur les énergies renouvelables. Le stockage des produits pétroliers en citerne et du gaz naturel dans les réseaux assure un niveau de sécurité d'approvisionnement qui ne devra pas être péjoré lorsque ces agents seront devenus moins prépondérants. Dans le domaine de la chaleur, la planification des énergies de réseau manque d'instruments d'aide à la décision systémiques et multi-énergies.

L'approvisionnement en électricité sera davantage sous pression avec la sortie du nucléaire, la substitution de l'énergie fossile par l'électrification et la décentralisation des productions. L'intermittence des sources renouvelables, et par conséquent les besoins de stockage de l'énergie, représentent un autre défi important.

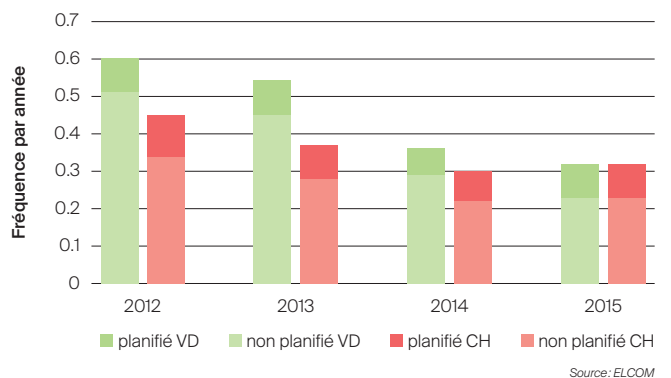
La disponibilité de l'énergie électrique est actuellement satisfaisante et les réseaux présentent un niveau de fiabilité très élevé. Le nombre de pannes et leur durée reste particulièrement faible, en comparaison suisse et internationale (Figure 13).

Durée moyenne des coupures de courant affectant un consommateur final (Fig. 13-A)



D'une manière générale, ce graphique et le suivant montrent que les coupures planifiées et non planifiées sont à un niveau plus faible en 2014 et 2015 que les années précédentes (2012 et 2013).

Fréquence moyenne des coupures de courant affectant un consommateur final (Fig. 13-B)



## Etat des lieux

Conception cantonale de l'énergie

Les principales mesures d'accompagnement récentes ou en préparation dans ce domaine sont :

- l'attribution des zones de desserte aux gestionnaires de réseaux de distribution d'électricité.
- la préparation d'un plan général de coordination en cas de panne du réseau électrique jusqu'à trois jours, ainsi que d'un plan général de coordination en cas de pénurie d'électricité conforme aux règles de la Confédération et de l'organisation OSTRAL.
- la promotion des réseaux de chauffage à distance.
- l'appel à projets pour l'encouragement au stockage délocalisé d'électricité, avec possibilité de fonctionner de manière autonome en cas de coupure d'électricité.
- la redéfinition du rôle du gaz (gaz naturel et gaz d'origine renouvelable tel que le biogaz ou le gaz de synthèse d'origine solaire) dans l'approvisionnement énergétique du canton. L'élaboration d'une « Stratégie gaz », menée en collaboration notamment avec les milieux gaziers, est en cours et devrait être publiée en 2019/2020.

### 3.3 Programme de législature 2017-2022

Un nouveau programme de législature 2017-2022 (PL) a été adopté en novembre 2017 par le Conseil d'Etat. Dans le domaine de l'énergie, ses lignes directrices s'inscrivent dans la continuité par rapport à celles de la législature précédente.

Elles s'alignent sur l'article 56 de la Constitution vaudoise mettant en exergue l'efficacité énergétique, l'approvisionnement et les énergies renouvelables.

Les indicateurs « Emissions de CO<sub>2</sub> » et « Couverture en énergies renouvelables », ont été repris du programme de législature précédent. Cela étant, les cibles ont été revues de manière plus ambitieuse :

#### INDICATEUR : EMISSIONS DE CO<sub>2</sub>

Production estimée en millions de tonnes par an pour les produits pétroliers (combustibles pétroliers et carburants), l'électricité, le gaz, le charbon.

| Cibles du PL | 2015 | 2016 | 2022 | 2035 | 2050 |
|--------------|------|------|------|------|------|
|              | 3,0  | 3,1  | 2,6  | 2,3  | 1,5  |

#### INDICATEUR : ENERGIES RENOUVELABLES

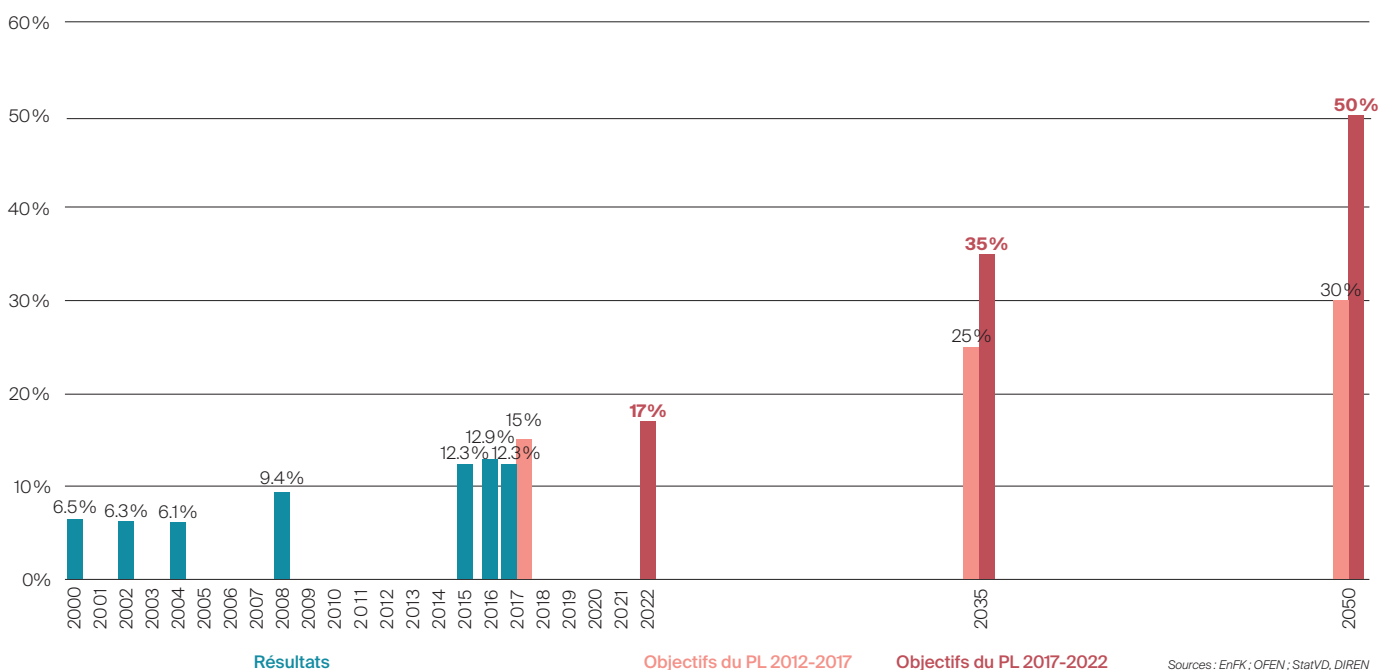
Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie.

| Cibles du PL | 2015  | 2016  | 2022 | 2035 | 2050 |
|--------------|-------|-------|------|------|------|
|              | 12,8% | 13,3% | 17%  | 35%  | 50%  |

Les objectifs du PL 2017-2022 ont été définis en cohérence avec la CoCEn 2018, dont les travaux se sont déroulés tant en amont qu'en aval.

L'annexe 3 reproduit en détail les mesures, objectifs et indicateurs du PL 2017-2022 en lien avec la politique énergétique.

### Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale – Evolution des objectifs de législature (Fig. 14)





# 4 Vision et axes stratégiques

Conception cantonale de l'énergie

## 4.1 Vision à long terme

Grâce à la mobilisation de tous les acteurs, à la mise en œuvre de conditions cadres propices, et à l'exemplarité, le Canton de Vaud garantit sur tout son territoire un approvisionnement sûr en énergie entièrement locale et renouvelable, respectant l'environnement et les objectifs climatiques.

Cette transition visant à s'affranchir des énergies nucléaire et fossiles est rendue possible par :

- l'amélioration de l'efficacité énergétique, technique et comportementale ;
- le développement des ressources énergétiques locales et renouvelables, toute l'année ;
- la sécurité d'approvisionnement par l'adaptation des systèmes et infrastructures énergétiques.

Ces trois points sont les axes stratégiques de la CoCEn développés dans les chapitres 4.4 à 4.6.

### Vision synthétique

De l'énergie locale et renouvelable pour tous grâce à l'implication de chacun.

### Objectif principal à long terme

En 2050, 50 % de l'énergie consommée dans le canton de Vaud devra être couverte par une production locale et renouvelable.

La vision se concrétise à travers les objectifs du programme de législature 2017-2022 :

**17 % en 2022, 35 % en 2035 et 50 % en 2050** (Figure 15).

L'illustration ci-dessous explicite que la vision n'est pas relative seulement à la production d'énergie – contrairement à ce que son expression pourrait laisser croire au premier abord – mais à la combinaison d'une forte diminution de la consommation d'énergie et d'une augmentation conjointe de la production renouvelable. Ce n'est qu'en poursuivant simultanément ces deux objectifs « macro » que l'objectif principal de 50 % d'énergie renouvelable en 2050 pourra être atteint.

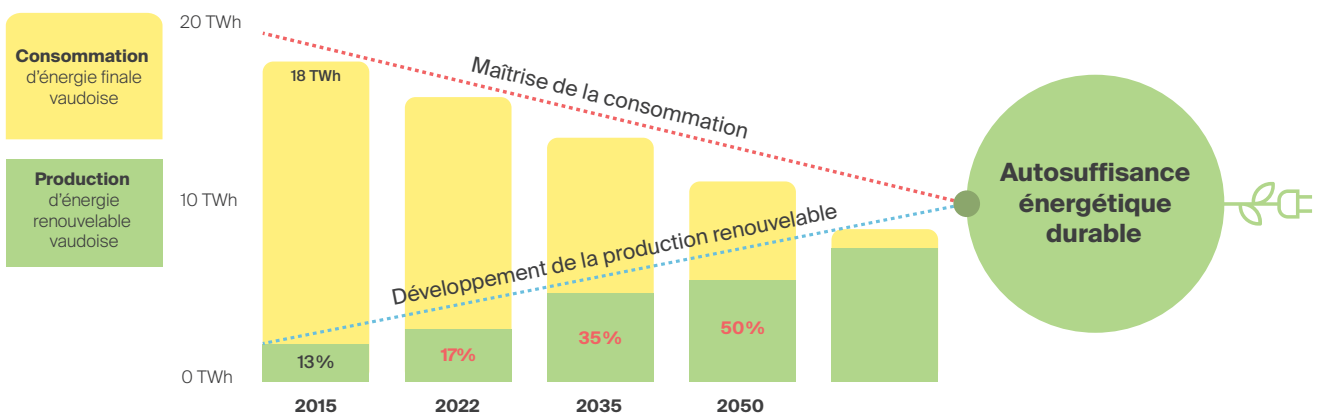
Le choix de ce ratio comme indicateur principal de la Stratégie énergétique du Canton de Vaud exprime la responsabilité que le Canton veut assumer envers les générations futures, considérant que dans la perspective d'un développement soutenable à long terme, il devrait finir par approcher 100%. Il ne s'agit pas d'une autonomie à interpréter au sens strict du terme, mais bien du taux de couverture de la consommation par la production locale, en valeur moyenne annuelle. Du fait des échanges énergétiques nécessaires et souhaités, avec notamment le reste de la Suisse, il se produira des fluctuations tout au long de l'année.

En 2015, l'année de référence, le taux de couverture des besoins énergétiques par des ressources vaudoises et renouvelables était proche de 13%, ce qui est inférieur à la moyenne suisse. Il s'agit donc de rattraper ce retard d'ici 2050 et cela dans un contexte de forte croissance démographique.

La vision se base sur une philosophie globale mettant notamment en avant les valeurs suivantes :

- Une unité supplémentaire d'énergie évitée est à privilégier à une unité à produire en plus, même si elle est renouvelable. Les émissions de gaz à effet de serre globales pourront ainsi être minimisées. La gestion des ressources et de l'environnement sera réellement durable.

Vision énergétique à long terme du Canton de Vaud (Fig. 15)





## Vision et axes stratégiques

Conception cantonale de l'énergie

- Les économies d'énergie doivent provenir de deux axes complémentaires:
  - d'une part, de l'efficacité énergétique, via les investissements dans la transition énergétique, y compris les progrès technologiques et industriels;
  - d'autre part, de la sobriété énergétique, qui vise à réduire le gaspillage et à diminuer les besoins de consommation, sans nuire à la qualité de vie.
- Le Canton de Vaud veille à ce que sa sécurité d'approvisionnement soit assurée.
- Les ressources locales et renouvelables doivent jouer un rôle primordial comme source d'énergie primaire, favorisant l'économie cantonale, évitant les longs transports de matières premières et réduisant la dépendance aux importations.
- La transition vers une économie circulaire est favorisée sous toutes ses formes (écoconception, écologie industrielle, économie de la fonctionnalité, économie collaborative, économie bleue, etc.).

Seules les énergies consommées et produites dans le canton de Vaud sont prises en compte dans ce document. Toutefois, les questions énergétiques ne doivent pas être externalisées par l'importation d'une quantité importante d'énergie de provenance incertaine en générant des externalités négatives ailleurs au détriment des autres populations. La délocalisation et la désindustrialisation de l'économie vaudoise sont à éviter, même si elles permettent artificiellement d'abaisser la facture énergétique et les émissions locales. Lors de la prochaine révision de la Conception cantonale de l'énergie, il faudra idéalement davantage prendre en compte

ces questions globales, qui recouvrent à la fois les enjeux d'énergie grise, d'impact climatique, d'externalités, de dé- et relocalisation et de découplage.

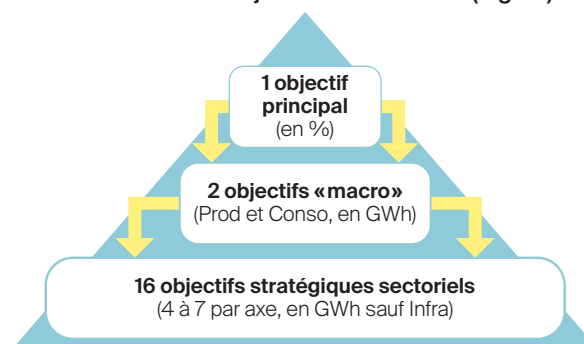
### 4.2 Objectifs stratégiques

La vision énergétique à long terme du Canton de Vaud s'exprime par:

- un objectif principal: part des énergies renouvelables vaudoises dans la consommation finale d'énergie;
- deux objectifs «macro»: augmentation de la production d'énergie renouvelable vaudoise; diminution de la consommation d'énergie finale.

Cette vision est soutenue par des objectifs stratégiques sectoriels. Ceux-ci dépendent des caractéristiques et potentiels énergétiques cantonaux et sont organisés selon les trois axes stratégiques présentés en détail dans les chapitres 4.4 à 4.6.

Hiérarchie des objectifs de la CoCEn (Fig. 16)



Axes stratégiques sectoriels de la CoCEn (Fig. 17)

| Consommation   | Production   | Infrastructure   |
|--|--|--|
| 1. Réduire la consommation des énergies <b>dans l'habitat</b>                      | 1. Développer la production de <b>chaleur</b> et d' <b>électricité solaire</b>   | 1. Améliorer la <b>résilience</b> du Canton en cas de panne d'électricité  |
| 2. Réduire la consommation des énergies <b>dans l'industrie &amp; les services</b> | 2. Développer la production d' <b>électricité éolienne</b>   | 2. Adapter les <b>réseaux électriques</b> , y compris pour la mobilité électrique                                |
| 3. Réduire la consommation des énergies <b>dans la mobilité</b>                    | 3. Maintenir et développer la production d' <b>électricité hydraulique</b>   | 3. Développer les infrastructures de <b>stockage des énergies</b> et favoriser la <b>convergence des réseaux</b> |
| 4. Réduire la consommation des énergies <b>dans les collectivités publiques</b>    | 4. Développer la production de <b>chaleur</b> et d' <b>électricité</b> par le <b>bois-énergie</b>                                    | 4. Développer les <b>réseaux thermiques</b>  |
|  | 5. Développer la production de <b>chaleur</b> et d' <b>électricité</b> par la <b>géothermie</b> de moyenne et grande profondeurs     | 5. Redéfinir le <b>rôle du gaz</b> dans la distribution et le stockage d'énergie                                 |
|  | 6. Développer la production de <b>chaleur</b> et de <b>froid</b> par la <b>chaleur ambiante</b> de l'environnement                   |  |
|  | 7. Développer la valorisation des <b>rejets de chaleur</b> et la production d' <b>énergies</b> par la <b>biomasse et les déchets</b> |  |

En parallèle à ces objectifs purement énergétiques, et en accord avec le programme de législature, l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> fait l'objet d'un autre objectif. La mise en œuvre des objectifs et les coûts associés sont abordés au chapitre 7.

Chaque objectif stratégique sectoriel fait l'objet d'une *Fiche d'objectif sectoriel stratégique*, dont l'ensemble des 16 fiches figure en annexe 5. Quatre fiches traitent de la consommation, sept fiches de la production et cinq fiches des infrastructures, ces trois domaines constituant les axes stratégiques sectoriels de la CoCEn.

Chaque fiche présente un titre – sous forme d'objectif – et contient des pistes opérationnelles. Il est important de préciser d'emblée que ces actions n'ont pas été exprimées comme étant uniquement dans le périmètre d'activité de la Direction de l'énergie, du Conseil d'Etat ou de l'Administration cantonale, mais comme étant dépendantes de l'engagement de l'ensemble des acteurs concernés.

Pour chacun des domaines qui s'y prêtent, deux évolutions chiffrées ont été simulées et calculées :

- **Evolution de la politique actuelle de référence (PAR):** Le Canton poursuit sa politique actuelle basée sur la CoCEn 2011, en respectant les prescriptions du MoPEC notamment, avec un budget cantonal inchangé (budget de fonctionnement et taxe sur l'électricité maintenue à 0,18 ct/kWh). Il s'agit de l'évolution naturelle de la politique 2017, qui inclut une impulsion se situant entre une « nouvelle » politique et le « business as usual ». Cette évolution de référence tient compte également des sources de financement du programme cantonal « 100 millions pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique » et du « Programme Bâtiments » de la Confédération. Comme ces deux sources de financement sont limitées dans le temps, cette évolution PAR, telle quelle et sans compléments, ne peut pas être considérée comme une alternative durable. D'autre part, les résultats chiffrés issus des fiches d'objectifs sectoriels stratégiques montrent que cette évolution ne suffit pas à atteindre les objectifs de la Stratégie énergétique fédérale 2050, ni à adhérer à la vision cantonale à long terme.

- **Evolution selon les objectifs NPE (Nouvelle politique énergétique):** Le Canton s'engage dans sa vision à long terme conformément au programme de législature 2017-2022 et met en place les mesures nécessaires à l'atteinte des objectifs de la Stratégie énergétique 2050 en prenant en compte ses propres particularités. Les résultats énergétiques chiffrés correspondent aux potentiels réalisables tels que définis au chap. 7.1. Les ressources nécessaires, tant financières qu'humaines, sont supérieures à ce qui a été engagé dans le cadre de la précédente législature, notamment dans le cadre du « Programme 100 millions pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique ». Les fiches d'objectifs sectoriels stra-

tégiques en annexe 5 montrent que cette évolution correspond aux objectifs de la Stratégie énergétique fédérale 2050 et de la vision cantonale à long terme.

Les résultats obtenus dans chacune des deux évolutions chiffrées permettent de conclure que la CoCEn 2018 doit viser l'évolution NPE pour que la politique énergétique vaudoise soit compatible avec la Stratégie énergétique fédérale 2050 et avec la vision cantonale à long terme. Les chapitres suivants en apporteront la démonstration détaillée. L'évolution PAR (Politique actuelle de référence) se révèle donc insuffisante.

Les figures 18, 19 et 20 ci-après, ainsi que le tableau 1, présentent, pour l'objectif principal et les deux objectifs « macro », les résultats chiffrés et consolidés venant des évaluations des fiches d'objectifs sectoriels stratégiques. Seule l'évolution NPE (Nouvelle politique énergétique) est représentée ici, puisque seule celle-ci permet d'atteindre les résultats visés. A titre comparatif, les fiches en annexe 5 présentent toutefois également l'évolution PAR.

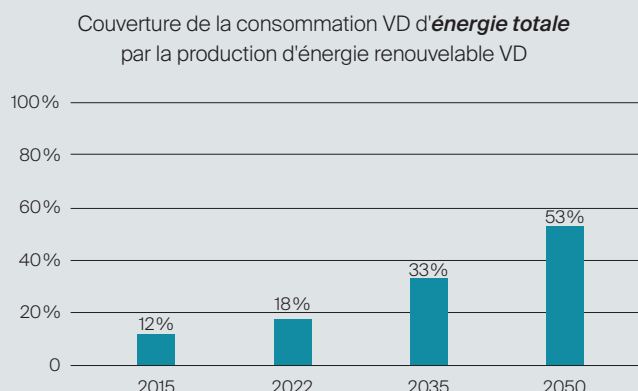
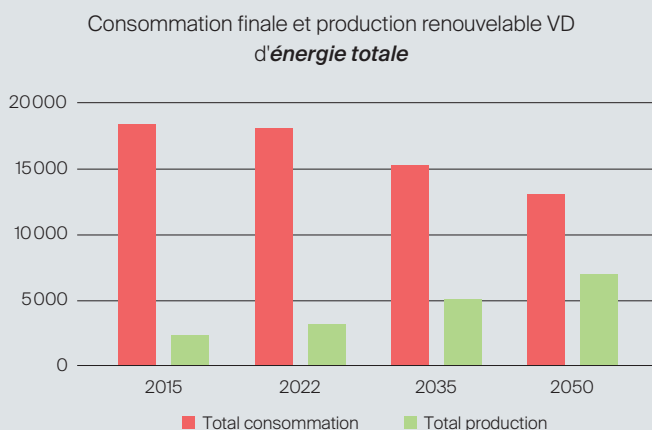
Pour rappel, le cœur de l'analyse scientifique ayant permis d'élaborer ces projections réside dans les fiches d'objectifs sectoriels stratégiques qui présentent les sources utilisées et les hypothèses de calcul. Ce travail a été réalisé par les spécialistes de la DIREN avec l'appui de l'Energy Center de l'EPFL. Sur la base du calculateur Swiss-Energyscope, un modèle Vaud-Energyscope a été mis au point. Il permet d'estimer les impacts énergétiques, climatiques et socio-économiques de scénarios énergétiques. Le chapitre 5 présente les résultats des bénéfices socio-économiques exprimés par ce calculateur. L'annexe 1 donne un aperçu de la méthodologie générale utilisée pour l'élaboration de la CoCEn 2018.

Les taux de couverture obtenus (2022: 18%, 2035: 33%, 2050: 53%) sont à comparer avec ceux de la vision (2022: 17%, 2035: 35%, 2050: 50%). Avec les hypothèses et méthodes de calcul utilisées dans les fiches de l'annexe 5, les résultats coïncident assez bien.

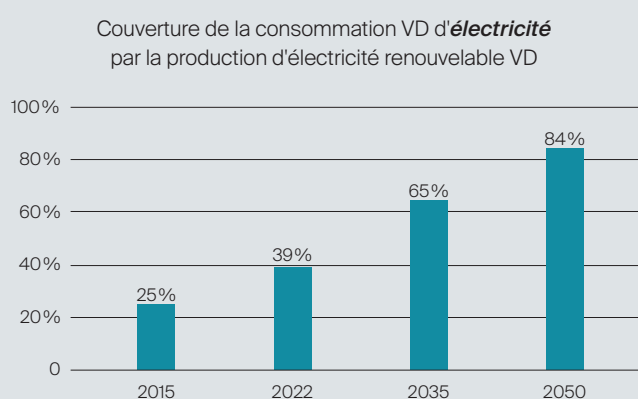
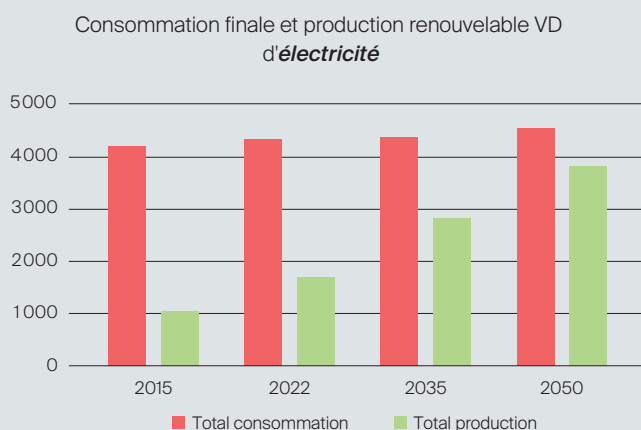
L'évolution NPE présente en 2050 un taux de couverture des besoins électriques par de la production renouvelable vaudoise élevé (84%). Le reste devrait provenir (en moyenne annuelle) d'autres productions renouvelables externes au canton. Le taux actuel (2015) de couverture de 25% de la consommation par de la production vaudoise ne doit pas être confondu avec l'approvisionnement actuel provenant à 62% de sources renouvelables, issues essentiellement de Suisse, avec une faible part importée de l'étranger (voir chap. 3.2.3).

Dans le domaine de l'énergie thermique et des carburants, les taux de couverture par de la production renouvelable vaudoise restent faibles, car même en 2050, les carburants continueront de représenter une part importante et leur provenance restera essentiellement fossile, la seule part renouvelable comptabilisée étant du biogaz et des biocarburants importés.

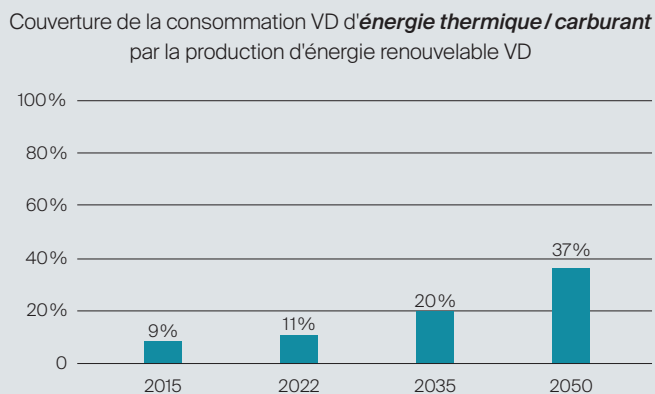
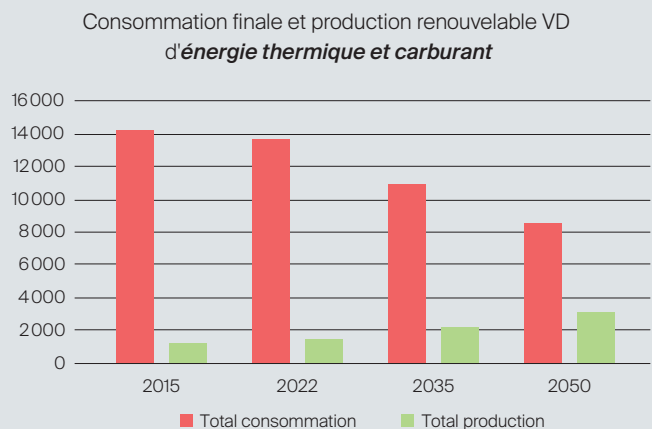
### Evolution NPE de la consommation finale d'énergie totale<sup>11</sup> et de la production d'énergie renouvelable vaudoise (en GWh/an) et rapport entre les deux (en %) (Fig. 18)



### Evolution NPE de la consommation finale d'électricité et de la production d'électricité renouvelable vaudoise (en GWh/an) et rapport entre les deux (en %) (Fig. 19)



### Evolution NPE de la consommation finale d'énergie thermique et carburant et de la production renouvelable vaudoise (en GWh/an) et rapport entre les deux (en %) (Fig. 20)



11/ Consommation d'énergie finale de tous les agents énergétiques utilisés dans le canton, pour tous les secteurs de consommation.

Le tableau 1 ci-dessous présente l'évolution détaillée selon les objectifs NPE pour les trois secteurs représentant la consommation, les sept moyens de production d'énergie renouvelable vaudoise, et les taux de couverture résultants.

Articulation détaillée des objectifs NPE (Tab. 1)

|                     |                                    | 2015          | 2022          | 2035          | 2050         |
|---------------------|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| <b>Consommation</b> | [GWh/an]                           |               |               |               |              |
|                     | Habitat                            | 5 787         | 5 762         | 5 411         | 4 976        |
|                     | Industrie                          | 7 143         | 6 745         | 5 389         | 4 511        |
|                     | Mobilité (hors CFF)                | 5 425         | 5 528         | 4 456         | 3 629        |
| <b>Total</b>        | <b>18 355</b>                      | <b>18 035</b> | <b>15 256</b> | <b>13 116</b> |              |
| <b>Production</b>   | [GWh/an]                           |               |               |               |              |
|                     | Solaire PV/Th.                     | 121           | 350           | 1 100         | 1 900        |
|                     | Eolien                             | 0             | 250           | 600           | 750          |
|                     | Hydraulique                        | 880           | 1 080         | 1 180         | 1 230        |
|                     | Bois                               | 541           | 590           | 770           | 1 100        |
|                     | Géothermie                         | 15            | 45            | 140           | 340          |
|                     | Chaleur ambiante                   | 300           | 480           | 810           | 1 170        |
|                     | Déchets & autres                   | 390           | 404           | 445           | 476          |
|                     | <b>Total</b>                       | <b>2 247</b>  | <b>3 199</b>  | <b>5 045</b>  | <b>6 966</b> |
|                     | <b>Couverture renouvelable [%]</b> | <b>12,2</b>   | <b>17,7</b>   | <b>33,1</b>   | <b>53,1</b>  |

### 4.3 Compatibilité avec la Stratégie énergétique 2050

La vision proposée par le Canton de Vaud poursuit les mêmes objectifs et suit les mêmes axes que la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération, elle-même très largement en adéquation avec les politiques internationales.

Cette compatibilité est indispensable dans la mesure où les moyens nécessaires à l'accomplissement de cette vision sont très conséquents, ce qui requiert que toutes les ressources (financières, humaines, organisationnelles, etc.) doivent être investies de manière harmonisée et complémentaire. Elle permet au Canton de disposer d'un levier financier complémentaire, puisque les mesures préconisées sont également soutenues au niveau national.

Par rapport à la stratégie énergétique fédérale, la stratégie cantonale fixe ses priorités en tenant compte des caractéristiques et potentiels énergétiques du canton de Vaud. Autant les acquis initiaux que les potentiels de production ou d'efficacité énergétique sont différents par rapport à la Suisse prise dans sa globalité.

Grâce aux simulations présentées au chapitre précédent, il est possible de comparer les objectifs vaudois NPE et ceux de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération (Tableau 2). Pour rappel, ceux-ci sont exprimés en termes de réduction de consommation moyenne par habitant et par année, en se référant à l'an 2000. L'année 2020 constitue un jalon pour la Confédération, alors que le Programme de légis-

lature fixe 2022 pour le Canton. Les chiffres de 2015 proviennent des données mesurées.

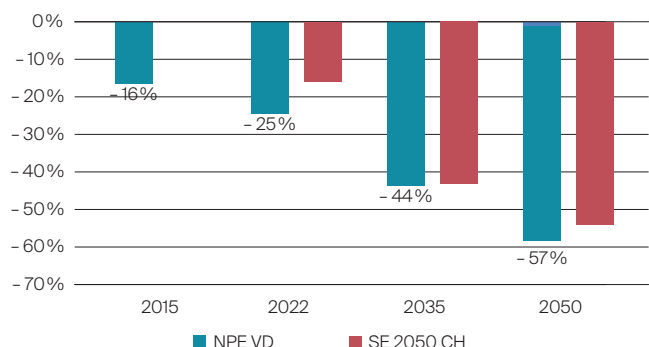
Les valeurs SE 2050 CH relatives à 2020 et 2035 figurent d'ailleurs explicitement à l'art. 3 de la loi fédérale sur l'énergie.

Comparaison des objectifs vaudois NPE et de ceux de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération (Tab. 2)

| Variation de consommation par habitant (depuis 2000) |                   | 2015 | 2020/<br>2022 <sup>12</sup> | 2035 | 2050 |
|--|-------------------|------|-----------------------------|------|------|
| <b>Consommation d'énergie finale</b>                 | <b>SE 2050 CH</b> |      | -16%                        | -43% | -54% |
|  | <b>NPE VD</b>     | -16% | -25%                        | -44% | -57% |
| <b>Consommation d'électricité</b>                    | <b>SE 2050 CH</b> |      | -3%                         | -13% | -18% |
|  | <b>NPE VD</b>     | -3%  | -8%                         | -17% | -25% |

La Figure 21 ci-dessous met en comparaison les pourcentages de réduction de la consommation d'énergie finale du canton de Vaud pour l'évolution NPE, avec ceux de la Stratégie énergétique 2050.

Comparaison entre les objectifs de réduction de consommation de la Confédération (SE 2050-CH) et du Canton (NPE-VD) (Fig. 21)



Dans tous les cas de figure, les taux de réduction vaudois sont compatibles avec ceux de la Confédération. Les diminutions en général plus importantes pour le canton de Vaud sont à mettre en relation avec l'accroissement démographique plus marqué au niveau cantonal que pour l'ensemble du pays. La différence d'année de référence (2020 pour la Confédération et 2022 pour le Canton) peut expliquer l'écart encore plus grand pour ce jalon.

On peut donc en conclure que, même au niveau des indicateurs chiffrés utilisés par la Confédération, les objectifs cantonaux fixés sont en adéquation avec ceux de la stratégie fédérale.

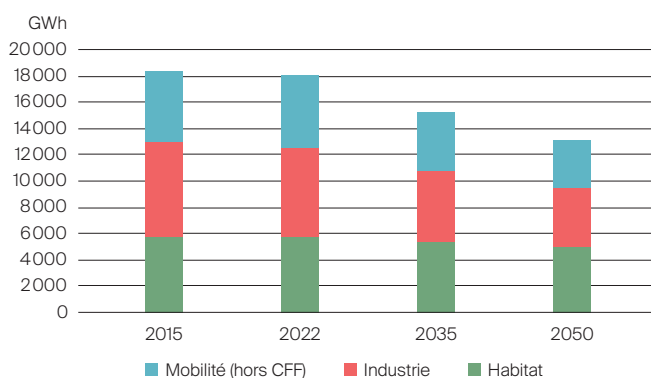
Les trois chapitres suivants présentent les trois axes stratégiques et leurs objectifs stratégiques sectoriels qui sont chiffrés ici selon l'évolution NPE uniquement puisque seule celle-ci permet d'atteindre les résultats visés. Les fiches d'objectifs en annexe 5 contiennent les détails et hypothèses utilisées, également pour l'évolution de la politique actuelle de référence PAR.

12 / 2020 est un jalon fixé pour la Confédération dans la loi sur l'énergie. 2022 est un jalon fixé pour le Canton de Vaud par le Programme de législation. Vu la proximité de ces deux jalons, il a été décidé de les confondre dans la présente analyse. La différence de deux ans explique cependant pourquoi les résultats vaudois semblent meilleurs que ceux de la Confédération.

#### 4.4 Axe stratégique « Consommation » : améliorer l'efficacité énergétique (technique et comportementale)

Grâce à l'évolution technologique et au cadre normatif, les diverses applications consommatrices d'énergie deviennent de plus en plus efficaces. Ainsi, malgré une forte croissance démographique attendue dans le canton (+ 40 % entre 2015 et 2050), la stratégie énergétique cantonale vise une diminution de la consommation d'énergie finale par rapport à 2015 de 2 % d'ici à 2022, de 17 % d'ici à 2035 et de 28 % d'ici 2050, pour se situer aux environs de 13 TWh contre 18 TWh aujourd'hui.

**Objectif macro de la consommation globale d'énergie finale du canton de Vaud selon l'évolution NPE (chiffres en GWh) (Fig. 22)**



Il est postulé que les appareils et installations consommateurs d'énergie sont progressivement remplacés par des versions bénéficiant d'améliorations technologiques. On peut en attendre un effet très important dans le domaine de la mobilité avec le remplacement à terme du parc de véhicules thermiques par des véhicules à propulsion électrique. Les gains d'efficacité sont plus difficiles à atteindre dans la rénovation des infrastructures liées aux habitations et entreprises, le dimensionnement des systèmes énergétiques dépendant souvent de l'enveloppe du bâtiment ou de processus industriels.

Au-delà de l'efficacité des bâtiments, des installations et des appareils, l'adaptation des comportements est un élément crucial pour lequel une mobilisation est aussi nécessaire. Tout dirigeant d'entreprise peut agir directement sur la consommation lors des décisions d'investissement et lors de l'exploitation. La réduction du gaspillage, l'optimisation des besoins, ainsi que l'aspiration à davantage de sobriété s'appliquent tout autant à la consommation d'énergie. Tout citoyen peut adopter un comportement d'acheteur et de consommateur responsable; il peut diminuer sa consommation avec un ensemble de gestes écoresponsables dans les domaines de l'habitat et de la mobilité. Pour encourager ces changements de comportement vertueux, un rôle important de sensibilisation, d'information et d'accompagnement incombe aux autorités publiques.

Les efforts d'économie d'énergie touchent tous les segments de consommation, à savoir l'habitat, l'industrie et services, ainsi que la mobilité. Dans ce rapport, la consommation des collectivités publiques est incluse dans les données chiffrées relatives aux trois segments précités.

##### 4.4.1 Habitat

La consommation d'énergie du secteur de l'habitat représente d'une part 38 % de la consommation totale d'électricité et d'autre part 48 % de la consommation totale des combustibles.

Selon la Constitution fédérale, les mesures concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments sont au premier chef du ressort des Cantons, ce qui donne à ces derniers une responsabilité particulière dans le secteur de l'habitat, ainsi que de réels leviers d'action.

Le potentiel d'économie d'énergie associé à ce secteur est considérable, concernant essentiellement la consommation liée au chauffage. Ce gisement d'économie d'énergie est malheureusement difficile à mobiliser en raison des longs cycles de vie des bâtiments. Le taux de rénovation est aujourd'hui estimé à environ 0,8 % dans le canton de Vaud<sup>13</sup> (0,9 % au niveau fédéral). Un taux d'au moins 1,5 % sur plusieurs décennies serait nécessaire afin d'atteindre les objectifs d'économies d'énergie fixé par la Stratégie énergétique de la Confédération. Le « Programme Bâtiments » lancé entre la Confédération et les Cantons en 2010 vise cet objectif, mais sa pérennité n'est pas assurée après 2025.

Du point de vue de la consommation électrique, les prévisions de réduction de la consommation sont complexifiées du fait des incertitudes liées à la constante augmentation des dispositifs électriques dans les ménages. Il est aussi difficile d'avoir un impact sur les changements de comportement, notamment face à la menace des effets rebonds, c'est-à-dire lorsque les gains obtenus grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique sont annulés par une augmentation des usages. L'autoconsommation d'électricité produite localement devrait jouer un rôle positif sur les besoins en apports externes.

Bien que marginaux en ce qui concerne la consommation d'énergie, les bâtiments neufs jouent un rôle d'entraînement et d'établissement de standards qui se répercutent sur le domaine de la construction en général.

L'augmentation de la population<sup>14</sup>, et la croissance économique qui lui est liée, est un facteur d'importance majeure à considérer dans les prévisions de consommation.

| Objectifs NPE   | 2015 | 2035 | 2050  |
|---|------|------|-------|
| Réduire la consommation des énergies dans l'habitat (total thermique et électrique en GWh/an) | 5787 | 5411 | 4976  |
| Variation par rapport à 2015  |      | -7 % | -14 % |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique C1 en annexe.

13 / En se basant sur le nombre de subventions octroyées pour une isolation thermique, le taux de rénovation était d'environ 0.5 % de 2013 à 2016, puis est monté à 0,7 % en 2017 et est estimé à 0.8 % pour 2018.

14 / L'hypothèse d'augmentation de population prise en compte est le scénario de projection « moyen » de STAT VD.



#### 4.4.2 Industrie et services

L'amélioration de l'efficacité énergétique au sein des entreprises fait l'objet de davantage d'attention des pouvoirs publics que par le passé. Cela s'explique par le fait que le potentiel d'économie d'énergie associé aux secteurs secondaire et tertiaire est considérable: la consommation d'énergie dans l'industrie et les services correspond à environ 57% de la consommation électrique totale et à environ 52% de la consommation totale des combustibles.

La loi sur l'énergie révisée comporte plusieurs dispositions concernant les grands consommateurs d'énergie.

Ceux-ci doivent s'engager dans le cadre de conventions d'objectifs d'amélioration de leur efficacité énergétique. Le Canton exerce un rôle de soutien et de contrôle, et, dans certain cas, il peut imposer des mesures pour autant qu'elles soient raisonnables (au sens de la loi). Les nouveaux projets entrant dans la catégorie des grands consommateurs sont tenus d'analyser plusieurs variantes favorisant l'efficacité énergétique et l'approvisionnement en énergie renouvelable, et sont soumis à une autorisation spéciale délivrée par le Canton. Dans le cadre de la législation en vigueur, les entreprises qui ne sont pas concernées par les dispositions sur les grands consommateurs ne sont pas soumises au respect d'objectifs d'amélioration de leur efficacité énergétique. Toutefois, le Canton apporte – notamment aux consommateurs moyens – un soutien afin de les aider à promouvoir les économies d'énergie.

Il est bien souvent constaté que le niveau de rentabilité et le retour sur investissement des projets d'efficacité énergétique ne sont pas suffisamment incitatifs; ces projets ont de la peine à bénéficier de levée de fonds au sein des entreprises à cause de la concurrence avec d'autres investissements plus directement liés au développement des affaires.

Afin d'atteindre les objectifs ambitieux de la Stratégie énergétique 2050, la mise en place de nouvelles politiques de régulation visant toutes les entreprises sera probablement nécessaire, avant tout au niveau fédéral. Cependant, certaines activités entrant dans un processus industriel sont intrinsèquement liées à une forte consommation d'énergie. Dès lors, il importe de s'assurer que le canton de Vaud reste attractif pour de telles entreprises et de ne pas accélérer des processus de désindustrialisation et de délocalisation. Une attention toute particulière devra être portée à l'accompagnement de ces entreprises, ainsi qu'à l'accueil des nouvelles entreprises de ce secteur.

Les prévisions d'évolution à moyen/long termes de la consommation d'énergie dans les entreprises dépendent fortement de la croissance et de la mutation du tissu économique vaudois. De fait, les chiffres articulés sont caractérisés par une incertitude élevée.

| Objectifs NPE   | 2015  | 2035  | 2050  |
|---|-------|-------|-------|
| Réduire la consommation des énergies dans l'industrie et les services (total thermique et électrique en GWh/an) | 7'143 | 5'389 | 4'511 |
| Variation par rapport à 2015  |       | -25%  | -37%  |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique C2 en annexe.

#### 4.4.3 Mobilité

Depuis 1999, la consommation de carburants dans le canton de Vaud dépasse les 5 TWh, et ne diminue pas à ce jour. La mobilité représente ainsi le tiers de l'énergie finale consommée, ce tiers étant presque exclusivement d'origine fossile<sup>15</sup>. Les progrès d'efficacité des moteurs thermiques (grâce à l'hybridation) et le transfert modal vers les transports publics et la mobilité douce ont peine à compenser l'augmentation des déplacements, le poids croissant des véhicules et les effets de la poussée démographique.

Cela étant, le potentiel d'amélioration est important grâce à plusieurs facteurs, en particulier les atouts de la mobilité électrique. D'autre part, la mobilité au gaz naturel/biogaz a un potentiel de développement et de nouvelles technologies apparaissent dans le domaine du gaz liquéfié pour le trafic poids lourds. Les véhicules à hydrogène et les piles à combustible sont des technologies en phase de démarrage commercial, en particulier pour les flottes captives.

L'évolution dépend beaucoup du contexte international<sup>16</sup> et peut être nettement plus rapide que pour le bâtiment, au vu de la durée de vie bien plus courte des véhicules. De profonds changements sont prévisibles dans les années à venir<sup>17</sup>, rendant les pronostics et scénarios entachés de grandes incertitudes.

Le périmètre d'action de la politique énergétique concerne avant tout la problématique du mode de propulsion des véhicules, dans un double objectif d'efficacité énergétique et d'utilisation d'énergie renouvelable. Dans l'immédiat, les domaines d'intervention prioritaires sont donc l'assainissement du parc automobile vaudois par l'hybridation et le développement de la mobilité électrique, tout en restant attentif aux développements dans le domaine des biocarburants et des carburants synthétiques liquides ou gazeux.

15 / Des biocarburants sont de plus en plus mélangés aux carburants traditionnels, mais les proportions sont faibles (env. 3%) et le resteront pour des raisons techniques notamment.

16 / A l'instar de l'UE, la Suisse introduira dès 2020 une valeur moyenne limite de 95 g de CO<sub>2</sub> par km pour les émissions des voitures de tourisme nouvellement immatriculées (actuellement: 130 g). On s'attend à ce que l'UE fixe des objectifs encore plus ambitieux par la suite (85g probablement à moyen terme).

17 / Par exemple, l'influence des véhicules autonomes qui ne seront bientôt plus une utopie.



En dehors des activités de la DGE-DIREN, d'autres politiques et acteurs s'occupent des questions de mobilité sous l'angle du mode de déplacement, en cherchant notamment à favoriser le transfert modal de la voiture individuelle vers les transports collectifs et la mobilité douce, ainsi qu'à réduire les déplacements. Il faut aussi mentionner le covoiturage, l'auto-partage, l'organisation du travail (à distance, horaire, etc.), l'organisation d'espaces accessibles des domaines publics et privés pour la recharge de véhicules électriques, les plans de mobilité, les nouveaux outils numériques de gestion des services de mobilité, ainsi que toutes les mesures de planification territoriale visant à limiter les déplacements, telles que la coordination urbanisation-transport et le développement prioritaire des centres bien desservis par les transports publics. Toutes ces actions ont une incidence sur la consommation d'énergie finale. Au niveau du Canton, la Direction générale de la mobilité et des routes (DGMR) en est l'un des acteurs importants. Les mesures destinées à modifier les comportements de mobilité devront jouer un rôle plus important que les solutions purement techniques.

| Objectifs NPE   | 2015 | 2035  | 2050  |
|---|------|-------|-------|
| Réduire la consommation des énergies dans la mobilité (total thermique et électrique en GWh/an) | 5425 | 4456  | 3629  |
| Variation par rapport à 2015  |      | -18 % | -33 % |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique C3 en annexe.

#### 4.4.4 Collectivités publiques

Les collectivités publiques sont appelées à jouer un rôle essentiel dans la politique énergétique, car elles remplissent une fonction importante d'exemplarité pour la population et l'économie. De par l'importance de leur activité (bâtiment, mobilité, achats, etc.), elles peuvent donner une impulsion significative à l'échelle cantonale pour influencer les offres présentes sur le marché dans ces domaines. La loi sur l'énergie prescrit que dans leurs activités, l'Etat et les communes exploitent l'énergie de façon rationnelle, économe et respectueuse de l'environnement. Et qu'ils y veillent notamment dans leurs opérations immobilières, de subventionnement, de participation et d'appels d'offres. Une politique d'achat responsable est également visée; comme tout acte d'achat génère directement et indirectement de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, les collectivités publiques disposent ainsi d'un levier important dans la demande de produits et services ayant un impact faible en énergie, y compris dans l'alimentation.

Du fait des contraintes budgétaires, des aléas politiques et de la très grande diversité des configurations, les collectivités publiques n'arrivent malheureusement pas toujours à assumer pleinement leur fonction d'exemplarité.

Les communes sont au premier plan au niveau de l'intégration de la réflexion énergétique dans l'aménagement et le développement du territoire. Pour les plus grandes, par le biais de leurs services industriels, elles disposent d'importants leviers d'action.

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique C4 en annexe.

Celle-ci ne contient pas d'objectifs énergétiques chiffrés, les consommations des collectivités publiques étant incluses dans les chiffres des autres fiches C1 à C3.

#### 4.5 Axe stratégique « Production » : développer la production d'énergies renouvelables

Du point de vue du potentiel théorique et grâce aux ressources naturelles, le canton de Vaud pourrait être autosuffisant en énergie<sup>18</sup>, grâce à l'énergie solaire et à ses dérivés. Il s'agit notamment de l'eau, du bois et du vent qui permettent de produire de l'électricité et de la chaleur.

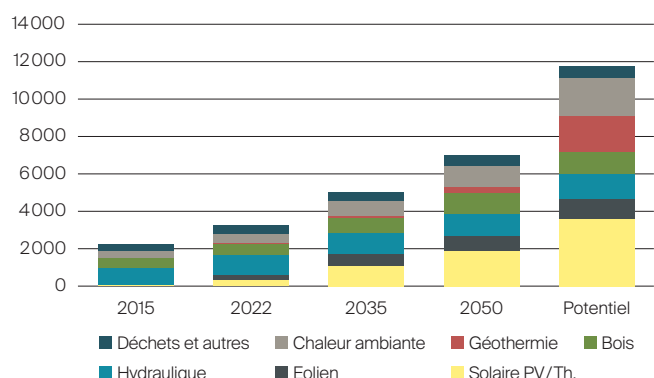
Toutefois, ces dernières années ont montré la difficulté de développer certaines filières indigènes. En particulier, les projets éoliens et hydrauliques qui nécessitent une pesée complète des intérêts permettant d'arbitrer les éventuels conflits avec d'autres types d'usage du territoire. Cela engendre des procédures longues et coûteuses. Les incertitudes quant à la rentabilité future de ces productions, dans un contexte très dynamique concernant l'évolution des prix de l'électricité, la libéralisation du marché de l'électricité, les évolutions législatives et les programmes de soutien fédéraux, ont freiné les investisseurs.

Comme le démontrent les expériences récentes, le développement de nouvelles unités de production ne se fera pas spontanément. Le Canton doit faciliter les démarches par une forte sensibilisation de la population aux enjeux de la transition énergétique afin d'augmenter l'acceptation sociale de ces projets de production. Ceux-ci doivent être pensés dès le départ de manière à ce que la population concernée puisse s'y impliquer et se les approprier. Les conditions cadres (notamment économiques) et les réglementations doivent également être adaptées si l'on entend motiver les promoteurs et les investisseurs pour de tels projets.

Moyennant ces efforts, la production indigène d'électricité et de chaleur pourrait de manière réaliste passer de 2,2 TWh en 2015 à 3,2 TWh en 2022, 5 TWh en 2035 et 7 TWh en 2050.

18 / Autosuffisant ne signifie pas autarcique, il s'agit ici uniquement d'un bilan d'énergie finale annuel.

**Objectif macro de la production d'énergie renouvelable vaudoise selon l'évolution NPE (chiffres en GWh) (Fig. 23)**



4.5.1 Electricité et chaleur solaire

Grâce aux progrès techniques, à la diminution des prix des installations, aux programmes de subvention et à l'allégement des procédures administratives, le développement de l'énergie photovoltaïque dans le canton, et en Suisse, a enfin pris son envol. Elle est la seconde source de production électrique du canton derrière l'hydraulique. Son potentiel de développement est grand et elle pourrait devenir le principal contributeur pour la production d'électricité renouvelable locale dès 2035. Toutefois des spécificités liées à l'énergie solaire sont à prendre en compte lors de la mise en place de son développement. En effet, l'implication d'un grand nombre d'acteurs est nécessaire pour cette filière, contrairement à d'autres types d'énergies. Les toitures, mais aussi d'autres surfaces de type façades ou infrastructures doivent être favorisées et utilisées autant que possible. Le développement du potentiel photovoltaïque est aussi lié à la part du courant solaire que le réseau électrique peut absorber ainsi qu'aux possibilités de stockage et d'engagement de moyens de production dynamique (retenue d'eau, couplage chaleur-force CCF, etc.). En effet, la question complexe de la gestion des flux d'électricité dans les réseaux de distribution basse tension, le stockage de l'électricité excédentaire à certaines heures (et durant certaines périodes de l'année), la gestion des besoins en puissance, l'encouragement à équiper la surface maximale en panneaux plutôt que ce qui est optimal au niveau économique (en lien notamment avec l'autoconsommation) ainsi que la gestion du réseau, sont tous des points sensibles et importants, qui devront être traités dans le cadre d'un développement à large échelle de ce type d'équipement. De nouvelles approches, privilégiant l'installation du photovoltaïque en micro-réseaux, sont cependant prometteuses et devraient permettre de simplifier ces problématiques et de mieux absorber les fluctuations liées à l'intermittence de ce type de production énergétique.

Le solaire thermique est une technologie aujourd'hui faiblement développée et fortement concurrencée par le solaire photovoltaïque. Une installation thermique est plus compliquée à mettre en place qu'une installation photovoltaïque et les propriétaires de bâtiments se tournent plus naturellement vers le choix le plus économique et le plus facile qu'est le photovoltaïque. Malgré un programme de subventions mis en place par le Canton, les demandes sont en baisse depuis 2010 et la production n'arrive toujours pas à décoller. Il existe pourtant un créneau optimal pour ces installations sur les grands immeubles d'habitation qui ne sont pas équipés de pompe à chaleur.

| Objectifs NPE  | 2015 | 2035 | 2050 |
|--|------|------|------|
| Développer la production de chaleur et d'électricité solaire (total thermique et électrique en GWh/an) | 121  | 1100 | 1900 |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique P1 en annexe.

4.5.2 Energie éolienne

Le canton de Vaud présente le potentiel éolien le plus important au niveau suisse; une production vaudoise de 570 à 1170 GWh<sub>el</sub>/an est estimée par la Confédération. Avec un objectif national fixé à 4'300 GWh<sub>el</sub>/an, cela représente 13% à 27% de la production éolienne suisse. 19 parcs sont inscrits dans le plan directeur cantonal (PDCn) totalisant 151 machines et une production énergétique potentielle d'environ 1'100 GWh<sub>el</sub>/an, correspondant à environ 25% de la consommation actuelle d'électricité du canton. En complément au photovoltaïque, l'éolien est produit majoritairement pendant les mois d'hiver, apportant ainsi une précieuse contribution à la sécurité d'approvisionnement. Par rapport au photovoltaïque, l'éolien est principalement injecté au niveau du réseau à moyenne tension, ce qui pose moins de défis en terme de stabilité du réseau. En 2017, bien qu'aucune machine n'ait été construite, environ la moitié des parcs étaient en phase finale de leur développement ou en procédure d'oppositions/recours. Le développement de ces projets territoriaux nécessite de longues et complexes études d'impacts sur l'environnement et la prise en compte des voies d'opposition et de recours dans le cadre la procédure de planification. La coordination rapprochée avec les instances fédérales (DDPS, OFAC, OFEV, OFEN, etc.) est importante et doit être poursuivie. Dans ce domaine tout particulièrement, la participation de la population est fondamentale.

| Objectifs NPE   | 2015 | 2035 | 2050 |
|---|------|------|------|
| Développer la production d'électricité éolienne (en GWh/an) | 0    | 600  | 750  |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique P2 en annexe.

**4.5.3** Energie hydraulique

La force hydraulique apporte actuellement la principale contribution à la production d'électricité renouvelable sur le territoire vaudois (85% en 2015), mais le potentiel encore à développer est limité. A noter que la production issue de la force hydraulique peut varier selon l'hydrologie d'une année à l'autre sans changement des installations.

Les projets hydroélectriques importants actuellement en cours dans le canton portent essentiellement sur l'agrandissement et l'optimisation d'aménagements existants. Un seul nouvel aménagement d'une puissance proche de 10 MW<sub>él</sub> est en cours d'étude (palier de Massongex-Bex sur le Rhône, MBR). Quant aux projets de petite hydraulique, ils font face à de nombreuses difficultés et oppositions. La modification de la limite à partir de laquelle les projets peuvent bénéficier de la rétribution fédérale de l'injection d'électricité condamne pratiquement tous les projets sur des cours d'eau qui n'ont pas encore obtenu de décision positive. D'autre part, l'évolution des prix de l'électricité sur le marché européen pose des problèmes de rentabilité aux centrales de pompage-turbinage qui devraient pourtant se développer. Cela fragilise de même la pérennité de toute la grande hydraulique. La nouvelle législation fédérale prévoit que les Cantons inscrivent dans le plan directeur cantonal les zones et tronçons de cours d'eau favorables à une exploitation hydroélectrique, ce qui est prévu lors du prochain remaniement du PDCn. Concernant les microcentrales sur des réseaux d'eau (potable, usée, irrigation), celles-ci auront aussi leur carte à jouer. Globalement, bien que le potentiel de développement de l'hydroélectricité vaudoise soit limité, il n'est pas négligeable et les chiffres cités dans le tableau ci-dessous peuvent être atteints si de nouvelles conditions cadres – éventuellement cantonales – sont mises en place.

| Objectifs NPE   | 2015 | 2035 | 2050 |
|---|------|------|------|
| Maintenir et développer la production d'électricité hydraulique (en GWh/an) | 880  | 1180 | 1230 |
| Variation par rapport à 2015  |      | +34% | +40% |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique P3 en annexe.

**4.5.4** Bois-énergie

Le canton de Vaud dispose de ressources importantes en bois-énergie sous forme d'assortiments variés (bois de forêts, bois usagés, bois de prairie, etc.). La qualité et le volume de ces différents assortiments conditionnent leur type de valorisation énergétique (chaudières conventionnelles, chaudières à pellets, cogénération - CCF, production d'électricité, systèmes de transformation par torréfaction, gazéification/méthanisation, gazéification, pyrolyse, etc.). Les quantités d'énergie finale produite seront d'autant plus importantes si la simple combustion en chaudière peut être minimisée.

Le potentiel bois-énergie s'élève à environ 285'000 t/an, soit 1'200 GWh (en énergie finale thermique et électrique). Il s'agit d'une projection prudente qui tient compte des besoins de la biodiversité dans les forêts. Actuellement, le canton valorise durablement 180'000 t/an de la ressource disponible. Le solde restant à exploiter se monte à environ 100'000 t/an, dont près de la moitié peut provenir directement de la forêt. Le principal obstacle à l'augmentation de la part du bois est le coût élevé d'exploitation des forêts où se trouve le potentiel restant et leur difficulté de gestion (forêts privées morcelées).

Le bois usagé présente également un potentiel important. L'utilisation de l'ensemble de la ressource représente environ 6-7% des besoins actuels totaux (mobilité, chaleur et électricité) et env. 12% des besoins visés par la stratégie fédérale à l'horizon 2050.

| Objectifs NPE  | 2015 | 2035 | 2050  |
|--|------|------|-------|
| Développer la production de chaleur et d'électricité par le bois-énergie (total thermique et électrique en GWh/an) | 541  | 770  | 1100  |
| Variation par rapport à 2015   |      | +42% | +103% |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique P4 en annexe.

**4.5.5** Géothermie de moyenne et de grande profondeur

L'extraction de la chaleur de la terre (ou géothermie) permet de produire de la chaleur pour des usages variés ainsi que (dans certains cas) de l'électricité. Deux principaux procédés peuvent être utilisés: la géothermie hydrothermale (généralement de moyenne profondeur c'est-à-dire 400 à 3'000 mètres) qui nécessite la présence d'aquifères présentant une perméabilité et des débits suffisamment importants, et la géothermie pétrothermale (généralement de grande profondeur, c'est-à-dire plus de 3'000 mètres), appelée aussi Système Géothermique Stimulé (SGS). Le système pétrothermal exploite les roches chaudes du socle cristallin. Etant donné que cette roche est compacte, l'eau n'y coule pas ou à peine. Afin de permettre un écoulement de l'eau, la roche doit être fracturée artificiellement. La valorisation de l'énergie thermique doit se faire par l'intermédiaire d'un réseau de chaleur, ce qui implique que les zones concernées doivent être densément bâties.

Les études menées jusqu'à présent ont confirmé que la géothermie de moyenne profondeur pouvait jouer un rôle prépondérant dans l'approvisionnement en chaleur du canton. Le potentiel technique, défini selon la prise en compte des productions des trois aquifères principaux (Urgonien + Malm + Dogger), est très élevé pour cette ressource (4'400 GWh<sub>th</sub>/an). Au niveau du potentiel géothermique exploitable (potentiel réaliste), environ 20% des besoins actuels de chaleur du canton (2015) peuvent potentiellement être couverts par la valorisation thermique du Malm, avec une production de 1'400 GWh<sub>th</sub>/an. Le potentiel SGS est lui défini en relation

avec l'accessibilité du socle cristallin, quasi garantie sur le territoire vaudois. Avec quatre sites identifiés, le potentiel est chiffré à 360 GWh<sub>th</sub> et 120 GWh<sub>el</sub> de production électrique.

En 2015, deux sites étaient exploités dans le canton pour alimenter des bains thermaux en énergie thermique (Lavey-les-Bains et Yverdon-les-Bains, 15 GWh<sub>th</sub>/an). Aucune production électrique n'était comptabilisée et environ cinq projets étaient en cours de développement ou en phase exploratoire (voir fiche P5 en annexe).

Le canton n'a pas encore une pratique confirmée pour le développement des projets de géothermie comme c'est par exemple le cas dans le bassin parisien ou dans la région de Munich. De ce fait, le développement de cette ressource sera vraisemblablement limité jusqu'à 2050 et les objectifs affichés présentent un certain degré d'incertitude. Quant à la question sécuritaire, notamment en lien avec la micro-sismicité induite, le Canton assure déjà la haute surveillance des projets et met en place les outils nécessaires à la détection et la maîtrise des impacts possibles, aussi faibles soient-ils, sur l'environnement et la population.

| Objectifs NPE   | 2015 | 2035 | 2050 |
|---|------|------|------|
| Développer la production de chaleur et d'électricité par la géothermie de moyenne et grande profondeurs (total thermique et électrique en GWh/an) | 15   | 140  | 340  |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique P5 en annexe.

#### 4.5.6 Chaleur ambiante de l'environnement

La chaleur et le froid de l'environnement peuvent être valorisés à partir de l'air, des lacs, des rivières, des nappes superficielles, ou des sols (50 à 300 m, voire plus profond). La chaleur est extraite à l'aide de pompes à chaleur (PAC). Plusieurs types de PAC sont utilisés suivant les ressources disponibles et présentent des coefficients de performance (COP: rapport entre l'énergie thermique délivrée et l'électricité consommée) très différents (entre 3 et 5).

L'air et l'eau peuvent aussi être utilisés sans pompe à chaleur, ni machine frigorifique, pour refroidir des processus ou des bâtiments (par exemple pour l'eau à partir d'un lac ou de nappes phréatiques et pour l'air, par refroidissement adiabatique ou rafraîchissement nocturne).

Grâce aux progrès techniques, aux programmes de subvention et à la diminution des prix des équipements, le marché des pompes à chaleur est aujourd'hui bien développé: on compte au total environ 28'000 installations dans le canton totalisant une production d'environ 400 GWh de chaleur, pour une consommation d'électricité de 100 GWh. Le développement actuel est estimé à environ 500 nouvelles installations par an.

Au vu de sa définition, le potentiel technique de la chaleur ambiante est très grand. Le potentiel réalisable est avant tout fixé par rapport aux contraintes liées aux consommateurs (en principe, on considère les bâtiments bien isolés et pouvant être chauffés avec des distributions de chaleur basse température) et liées à la présence de la ressource, ainsi qu'aux contraintes d'implémentations.

| Objectifs NPE   | 2015 | 2035  | 2050  |
|---|------|-------|-------|
| Développer la production de chaleur et de froid par la chaleur ambiante de l'environnement (énergie thermique extraite de l'environnement, en GWh/an) | 300  | 810   | 1170  |
| Variation par rapport à 2015  |      | +170% | +290% |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique P6 en annexe.

L'augmentation de consommation d'électricité nécessaire au fonctionnement des nouvelles pompes à chaleur est prise en compte et chiffrée. Elle est du même ordre de grandeur que la consommation d'électricité qui sera évitée en supprimant les chauffages électriques directs et les chauffe-eau électriques. Elle permettra cependant d'économiser beaucoup plus d'énergie fossile.

#### 4.5.7 Biomasse (hors bois), déchets, rejets de chaleur

La biomasse et les déchets sont intéressants énergétiquement car ils peuvent produire de l'électricité, de la chaleur, du biogaz injectable dans les réseaux de gaz, des biocarburants et biocombustibles.

La biomasse comprend l'ensemble des ressources végétales (résidus agricoles, déchets végétaux des parcs, boues d'épuration, parts renouvelables des déchets ménagers, etc.) excepté la biomasse ligneuse. La production d'électricité à partir de la biomasse agricole est aujourd'hui d'environ 8 GWh, et la production d'énergie thermique est estimée à environ 11 GWh. Les potentiels sont eux estimés à 44 GWh<sub>el</sub> et 57 GWh<sub>th</sub>.

La valorisation d'énergie à partir des déchets et des stations d'épuration des eaux usées (STEP) ne fait pas ici l'objet d'objectifs car ces domaines ne relèvent pas d'actions en matière de politique énergétique, mais d'autres politiques publiques. L'énergie produite imputable à ces domaines vient ainsi en complément des finalités de processus propres à chacun d'entre eux, qui ne sont pas reliés à l'énergie. Toutefois, étant donné qu'ils représentent un gros apport énergétique, ils font l'objet d'un suivi et d'un accompagnement.

Comme pour le bois-énergie, les techniques de valorisation énergétique sont diverses et en pleine évolution (incinération, cogénération - CCF, production d'électricité, méthanisation, méthanation, pyrolyse, etc.).



Les rejets thermiques de l'industrie, des arts et métiers et des STEP sont souvent perdus, disparaissant dans les cheminées ou refroidis avant d'être rejetés à l'égout. Ils représentent une source d'énergie importante, actuellement peu valorisée. La législation (RLVLEne) prévoit que «les rejets de chaleur, en particulier ceux provenant de la production de froid et de processus artisanaux ou industriels, doivent être utilisés dans les limites de la proportionnalité (...)». L'évaluation du potentiel est en cours de réalisation via l'établissement d'un cadastre des rejets de chaleur et des possibilités de valorisation.

| Objectifs NPE  | 2015 | 2035 | 2050 |
|--|------|------|------|
| Développer la valorisation des rejets de chaleur et la production d'énergie par la biomasse et les déchets (total thermique, électrique et biogaz injecté en GWh/an) | 390  | 445  | 476  |
| Variation par rapport à 2015   |      | +14% | +22% |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique P7 en annexe.

#### 4.6 Axe stratégique « Infrastructures » : adapter les systèmes et infrastructures énergétiques

Au cours des prochaines décennies, le système énergétique va passer par une profonde mutation structurelle. Le concept actuel de la production centralisée distribuée à travers les réseaux aux consommateurs industriels et privés cèdera sa place à un concept décentralisé favorisant l'autoconsommation et les micro-réseaux. Tant pour l'électricité que pour la chaleur, la production sera issue principalement de sources renouvelables.

Autant la décentralisation que la pénétration plus forte d'une production renouvelable intermittente demandera aux réseaux de distribution d'électricité de jouer un nouveau rôle de gestionnaire de flexibilités capables d'équilibrer des flux énergétiques plus complexes. Cette nouvelle exigence pourra être assumée grâce aux nouvelles technologies de communication et à la digitalisation des systèmes (smart grids).

Certains secteurs de consommation devront être incités à changer de technologies pour maximiser le recours aux énergies renouvelables indigènes. A titre d'exemple, la mobilité électrique permettra de consommer un « carburant » local sous forme d'électricité renouvelable alors que les voitures thermiques dépendent de carburants importés.

Ces changements structurels demandent à être accompagnés par un ensemble d'axes stratégiques visant à assurer la stabilité du système, à garantir la sécurité d'approvisionnement à coût raisonnable et à optimiser l'utilisation des ressources. Ces axes n'ont pas d'impact direct sur les volumes produits ou consommés, mais sur les infrastructures du système.

#### 4.6.1 Améliorer la résilience du canton en cas de panne électrique

La panne d'approvisionnement en électricité est considérée par la Confédération comme l'un des plus grands risques d'approvisionnement actuels. Sous le terme « panne », il faut comprendre une rupture ou une limitation de la disponibilité. L'utilisation accrue des lignes de transport pour le transit d'énergie, les difficultés de réalisation de nouvelles lignes, les contraintes sur les coûts, l'augmentation des productions intermittentes et décentralisées (solaire, éolien), une utilisation accrue de l'électricité (déploiement des voitures électriques, substitution du gaz/mazout par des pompes à chaleur, etc.), des systèmes de plus en plus dépendants de réseaux informatiques accroissent nettement les risques de pannes majeures sur le réseau électrique. En raison de l'électrification de la société, les pannes auront des conséquences de plus en plus importantes.

Une coupure électrique d'envergure et de longue durée mettra à mal le fonctionnement des entreprises, des institutions et impactera de manière significative la population. Elle aurait notamment une incidence majeure sur le système de santé, l'approvisionnement en eau et en nourriture, ainsi que sur la mobilité. La Suisse et le canton de Vaud ne sont pas préparés si un tel événement devait survenir. Les infrastructures (gestion de crise et conduite, hôpitaux, EMS, eau potable, réseau de télécommunications, STEP, etc.) ne sont pas capables de fonctionner durant une absence d'électricité de quelques jours. Pour le secours, les groupes électrogènes au mazout restent actuellement fiables, mais ont une durée d'utilisation limitée du fait de la difficulté de disposer de stocks de combustible suffisants. Du point de vue financier, il est estimé qu'un blackout au niveau suisse coûterait entre 2 et 4 milliards de francs par jour. Rapporté au PIB vaudois, l'impact serait de 160 à 320 millions de francs par jour.

Au niveau de la gestion de crise, la pénurie d'électricité (sans coupure de grande ampleur) est du domaine de la Confédération avec le plan OSTRAL qui gèrera le contingentement de l'électricité et la réquisition des moyens de production au niveau national. Par contre, le Canton de Vaud doit gérer la problématique de la panne d'électricité. Ce dernier possède un plan de coordination lui permettant de mettre en œuvre rapidement les premières mesures. Cependant, il est indispensable que des mesures de prévention soient mises en œuvre – en amont – afin que ces infrastructures puissent continuer de fonctionner. A noter qu'il ne revient pas au gouvernement cantonal d'assurer l'ensemble des prestations de secours, mais qu'il a un devoir de sensibilisation et d'incitation pour que les acteurs concernés se préparent à un tel événement.

## Vision et axes stratégiques

Conception cantonale de l'énergie

| Objectifs NPE  | 2035  | 2050  |
|--|---|---|
| Assurer le fonctionnement autonome des infrastructures critiques pendant trois jours | Toutes les structures critiques prioritaires identifiées (p. ex. santé pour les soins vitaux) sont en mesure de fonctionner durant trois jours sans électricité | Les autres structures indispensables (traitement de l'eau usée, mobilité, communication, approvisionnement en biens de première nécessité) assurent leur fonctionnement de base durant trois jours sans électricité |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique I1 en annexe.

### 4.6.2 Adapter les réseaux électriques, y compris pour la mobilité électrique

L'électricité est le second agent énergétique consommé dans le canton et est essentielle pour le bon fonctionnement de la société et de l'économie. Le réseau électrique est donc un élément névralgique pour l'ensemble des acteurs du canton de Vaud. Le développement des productions décentralisées et intermittentes, l'arrêt à terme des centrales nucléaires, l'émergence de solutions de stockage, la substitution d'agents fossiles par de l'électricité pour les pompes à chaleur, la convergence des réseaux (électricité, gaz, CAD) et l'avènement de la mobilité électrique vont nécessiter une refonte complète du fonctionnement et de l'infrastructure du réseau en y intégrant, notamment, de l'intelligence (smart grids) et des micro-réseaux (micro grids). Les réseaux de communication deviennent de plus en plus importants dans la gestion de l'énergie. L'augmentation de l'autoconsommation entraîne également le défi du financement du développement et de la maintenance des infrastructures. La libéralisation complète du marché de l'électricité, en discussion actuellement, aura aussi une influence sur l'avenir des réseaux.

Par ailleurs, afin d'assurer le développement de la mobilité électrique, il est indispensable de pouvoir disposer de bornes de recharge en nombre suffisant, et réparties sur le territoire de manière adéquate.

La Suisse, malgré ses réserves dans les barrages hydroélectriques, n'est pas en mesure de satisfaire la demande hivernale d'électricité sans avoir recours à des importations. Ce déficit tend à s'accroître au fil des années. Afin de garantir une sécurité d'approvisionnement à long terme, un des défis majeurs sera de développer les capacités de production en hiver et de limiter la consommation durant cette période. Des adaptations des outils de production, notamment décentralisés (panneaux solaires de différentes orientations et inclinaisons, parcs éoliens, utilisation de couplage chaleur-force pour le chauffage, etc.) ainsi qu'une limitation de la consommation électrique durant l'hiver (chauffage électrique direct, éclairage, etc.) devront être entreprises.

| Objectifs NPE   | 2015  | 2035      | 2050  |
|---|-------|-----------|-------|
| Développer la part de renouvelable dans l'électricité distribuée (production vaudoise et importation) | 62%   | 90%       | 100%  |
| Augmenter le nombre de bornes de recharges publiques <sup>19</sup>                                    | 100   | à définir |       |
| Remplacer les chauffages électriques directs (vs. 2015)   |       | -50%      | -100% |
| Assurer la disponibilité du réseau électrique   | Bonne | Idem      | Idem  |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique I2 en annexe.

### 4.6.3 Développer les infrastructures de stockage des énergies et favoriser la convergence des réseaux

Le stockage d'énergie dans les ouvrages d'accumulation alpins est une longue tradition de la Suisse qui est à ce titre souvent désignée comme la batterie de l'Europe. Ces ouvrages permettent d'effectuer du stockage saisonnier dans le but de faire face au déficit de production d'électricité durant la période hivernale. Le stockage d'électricité journalier est, quant à lui, un défi important pour le développement des énergies renouvelables décentralisées et intermittentes (solaire et éolien). Entre ces extrêmes, les installations de pompage-turbinage offrent de plus grandes souplesses dans les intervalles de stockage, notamment l'aménagement de FMHL (Forces Motrices Hongrin-Léman) qui représente un grand atout pour le canton.

Les batteries électriques permettent un stockage journalier, en particulier pour la production photovoltaïque. Celles du futur parc de véhicules électriques seront aussi à prendre en considération suite aux rapides progrès observés dans l'accroissement de leur capacité. D'autres technologies de stockage sont en développement et il est hasardeux de prévoir lesquelles (volants d'inertie, air comprimé, hydrogène, méthanol, gaz synthétique, etc.) émergeront. La localisation du stockage a une importance sur l'influence que celui-ci peut avoir sur la stabilité du réseau électrique.

Des synergies entre l'électricité et le gaz sont certainement appelées à jouer un rôle: le canton de Vaud est raccordé, par La Cure, à un stockage de gaz saisonnier en France. En outre, le réseau de gaz offre un stockage en conduite qui est utilisé pour couper les pointes hivernales. Le futur «power-to-gas»<sup>20</sup> et la cogénération sont intéressants pour utiliser la convergence des réseaux et optimiser la gestion pendant les périodes hivernales. De manière plus générale, le «power-to-X» (PtX) décrit la conversion de l'électricité en combustibles facilement stockables, liquide ou gazeux. Ces combustibles synthétiques renferment également le potentiel pour développer des solutions de stockage saisonnier permettant de faire passer la production excédentaire estivale vers la saison hivernale.

Des possibilités de stockage thermique se développent également, par exemple à partir d'énergie solaire thermique et via des cuves d'eau chaude ou des matériaux à changement de phase.

19 / Le chiffrage de cet objectif sera effectué suite à une étude et planification ad hoc en la matière.

20 / Le power-to-gas est une technique permettant de stocker sous forme de méthane (gaz naturel synthétique) ou d'hydrogène, le courant excédentaire produit par des centrales solaires, éoliennes ou hydrauliques.



La convergence des réseaux (électriques, gaziers et thermiques) consiste à planifier et exploiter ces différents réseaux comme un système énergétique global; cette coordination permet de mieux intégrer les productions renouvelables décentralisées et intermittentes, notamment en les stockant lorsqu'elles sont excédentaires. Une planification coordonnée des réseaux offre également des perspectives en termes d'efficacité énergétique globale.

Les domaines du stockage et de la convergence des réseaux étant encore en plein développement, notamment technologique, aucun objectif chiffré n'a été formulé.

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique I3 en annexe.

#### 4.6.4 Développer les réseaux thermiques

Les réseaux thermiques permettent de fournir à distance de la chaleur et/ou du froid aux bâtiments. Cela permet une grande adaptabilité vis-à-vis des sources thermiques, pouvant passer d'un agent énergétique à un autre selon les évolutions technologiques ou politiques. Cela permet également d'intégrer les rejets de chaleur provenant des industries ou des infrastructures si les niveaux de températures sont suffisants.

L'Etat de Vaud et les communes encouragent déjà les installations de chauffage à distance (CAD). Les bâtiments neufs et ceux dont l'installation subit des transformations importantes ont l'obligation de s'y raccorder sauf si leurs besoins sont déjà couverts par des énergies renouvelables. Les bâtiments existants sont incités à se raccorder à un réseau CAD existant. Les CAD constituent aussi une condition initiale très favorable pour la cogénération, c'est-à-dire la production simultanée de chaleur et d'électricité (CCF), que ce soit à partir d'agents énergétiques renouvelables ou de gaz naturel.

D'autre part, les réseaux basse-énergie (par exemple, à partir de l'eau d'un lac) permettent de faire du rafraîchissement direct, évitant ainsi l'utilisation de machines frigorifiques. Une attention particulière doit être portée au développement en parallèle des sources de productions renouvelables lors de l'extension des réseaux CAD. Les réseaux thermiques permettent également de développer des solutions de stockage thermique saisonnier, par exemple avec des cuves d'eau chaude ou d'autres solutions.

| Objectifs NPE  | 2035  | 2050 |
|--|---|------|
| Augmenter le nombre de raccordements à des réseaux thermiques                            | Les objectifs seront notamment chiffrés sur la base des résultats de l'enquête en cours |      |
| Développer la quantité de chaleur distribuée   | auprès des réseaux thermiques existants   |      |
| Accroître la part de rejets de chaleur et d'énergie renouvelable dans l'ensemble des CAD |   |      |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique I4 en annexe.

#### 4.6.5 Redéfinir le rôle du gaz dans la distribution et le stockage d'énergie

Le gaz naturel est devenu le premier agent énergétique du canton pour les applications thermiques, devançant le mazout depuis 2013. Cependant, le gaz naturel reste une ressource fossile, dont nous devons nous passer à terme. A court terme néanmoins, il peut permettre une décarbonisation du système énergétique en se substituant aux autres carburants et combustibles fossiles (essence, diesel, mazout) grâce à ses émissions de CO<sub>2</sub> proportionnellement plus faibles. Néanmoins, le recours au gaz naturel péjorerait l'atteinte des objectifs de réduction des émissions CO<sub>2</sub> du canton s'il venait à se substituer aux options renouvelables. Notamment la combustion du gaz naturel pour chauffer de l'eau à basse température (chauffage de locaux, préparation de l'eau sanitaire) ne se justifie théoriquement plus d'un point de vue climatique. Cet agent énergétique doit plutôt être privilégié:

- pour les processus industriels nécessitant des hautes températures;
- pour la production d'électricité avec valorisation des rejets de chaleur par la cogénération;
- comme secours ou complément pour les pointes dans l'alimentation de réseaux de chauffage à distance alimentés principalement par des énergies renouvelables;
- en tant que carburant pour la mobilité tant que la mobilité électrique pure n'aura pas remplacé l'intégralité du parc de véhicules à essence/diesel.

La production d'électricité centralisée à partir de gaz naturel consommé dans des centrales à cycle combiné n'est pas exclue en Suisse, mais reste une solution moins favorable d'un point de vue énergétique et climatique que la cogénération. Cela étant dit, il n'y aura vraisemblablement pas de projet de grande centrale dans le canton de Vaud, en tout cas d'ici à 2035.

A moyen terme, la consommation actuelle de gaz naturel ne pourra être que partiellement substituée avec du biogaz et du biométhane, dont le potentiel de production indigène est limité par les ressources disponibles (biomasse agricole, déchets méthanisables, STEP, méthanation du bois).

Les gaz synthétiques, quant à eux, devraient avoir un rôle à jouer dans le stockage des énergies renouvelables aléatoires notamment par leur injection dans le réseau de gaz naturel existant (power-to-gas, injection d'hydrogène). Les développements en cours de ce type de solution sont à encourager, dans une optique à moyen terme. Il conviendra cependant, pour le législateur, de rester très attentif aux conditions de leur développement. Il est en effet important qu'un bilan soit effectué afin d'éviter que ce soutien et la mise en évidence d'une fraction renouvelable dans les réseaux ne se traduise, en réalité, par une augmentation globale de la quantité de gaz naturel fossile consommé. Les entreprises énergétiques actives

## Vision et axes stratégiques

Conception cantonale de l'énergie

dans les réseaux (gaz, électricité, réseaux thermiques) prévoient que la convergence des réseaux (p.ex. power-to-gas) s'intensifiera ces prochaines années.

Bien que l'extension des réseaux de gaz ne soit plus d'actualité, la densification des réseaux existants pourra prélude à un accroissement momentané, sur les zones concernées, de la consommation de gaz naturel. Quant aux réseaux de gaz existants, largement financés grâce aux investissements publics, ils représentent une infrastructure qui reste pertinente. Ceci indépendamment du gaz naturel, mais dans une perspective plus large incluant le transport et la distribution de toutes sortes de gaz de synthèse, d'hydrogène et de biocombustibles et biocarburants, ainsi que pour favoriser le stockage d'énergie et la convergence des réseaux. A titre historique, on rappellera que les premiers réseaux de gaz étaient alimentés à partir de distillation de houille ou de craquage d'essence légère.

| Objectifs NPE  | 2015 | 2035  | 2050  |
|--|------|-------|-------|
| Réduire la consommation globale de gaz (thermique en GWh/an) | 4209 | 3400  | 2500  |
| Variation par rapport à 2015                                 |      | -20 % | -40 % |

Pour les détails et les pistes opérationnelles, voir la fiche d'objectif sectoriel stratégique I5 en annexe.



La mise en œuvre de la vision énergétique à long terme du Canton de Vaud aura des conséquences sur des domaines non-énergétiques. Les impacts climatiques et socio-économiques sont évalués dans le présent chapitre concernant :

- les émissions de CO<sub>2</sub>;
- les emplois;
- les coûts globaux du système énergétique.

Cette évaluation a été réalisée en étroite collaboration avec l'EPFL, sur la base du calculateur énergétique Swiss-Energyscope. Ce dernier, développé en 2015, permet de modéliser et de visualiser de manière conviviale la situation énergétique actuelle de la Suisse et de déterminer les impacts de scénarios futurs ([www.energyscope.ch](http://www.energyscope.ch)).

Pour le Canton de Vaud, cet outil a été adapté par l'Energy Center de l'EPFL, en se basant notamment sur les données de production, de consommation et de potentiel des énergies renouvelables spécifiques au canton, afin de créer le calculateur Vaud-Energyscope.<sup>21</sup> Celui-ci permet d'évaluer l'impact de scénarios énergétiques au travers de six indicateurs (consommation d'énergie finale par application, approvisionnement en électricité par technologie, mix énergétique, émissions de CO<sub>2</sub>, impact sur l'emploi, coût du système énergétique). 50 paramètres d'entrée sont donnés et permettent de définir :

- la demande finale, déterminée par les paramètres socio-économiques (croissance économique, population) et le niveau d'implémentation des mesures d'efficacité énergétique dans les différents secteurs (industrie, bâtiment, éclairage, électro-ménager, transports, etc.).
- l'approvisionnement, qui décrit la manière dont la demande est couverte, c'est-à-dire avec quel mix de technologies et d'agents énergétiques.
- les niveaux de prix de marché des différents vecteurs énergétiques.

A partir de la situation actuelle (année de référence 2015), les indicateurs ont été calculés pour les balises annuelles 2022, 2035 et 2050, autant pour l'évolution de la politique actuelle de référence PAR que pour l'objectif Nouvelle politique énergétique (NPE).

Les valeurs de consommation par secteur et de production propres qui définissent le scénario pour 2022 découlent d'une approche «top-down», basée sur une interpolation

entre les données de l'année de référence 2015 et le scénario 2050. Le scénario 2022 a été déduit par le biais d'une progression géométrique entre l'année de référence 2015 et le scénario 2050, faisant ressortir la progressivité typiquement observée dans des systèmes soumis à des courbes d'apprentissage<sup>22</sup>.

Les résultats en sortie du calculateur ont été calibrés pour tenir compte de l'évolution différente pour le canton de Vaud considérée aujourd'hui, par rapport à la moyenne suisse escomptée avant 2012 dans les perspectives énergétiques<sup>23</sup>. Lorsque des données pour le canton de Vaud n'étaient pas disponibles, elles ont été remplacées par des données suisses, rapportées au Canton sur la base de son PIB ou de sa population suivant les cas. Cette approche a donc une tendance à faire ressortir un certain comportement moyen suisse dans les résultats vaudois.

Les résultats sont surtout pertinents pour comparer les tendances entre PAR et NPE, car ils sont issus de la même méthodologie de calcul, comportant des données cohérentes entre elles. Par contre, il convient de ne pas surinterpréter les valeurs absolues fournies par le calculateur, en particulier en ce qui concerne la comparaison entre les scénarios futurs et l'année de référence.

## 5.1 Emissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions équivalentes en CO<sub>2</sub> sont calculées selon l'approche de l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) et selon la méthode d'évaluation de l'impact de l'«IPCC 2007 – Global Warming Potential (GWP) 100 years» (Potentiel de réchauffement climatique sur 100 ans, IPCC 2007). Cette méthode prend en compte les émissions de tous les gaz qui contribuent à l'effet de serre et les quantifie en termes de CO<sub>2</sub> qui auraient le même effet sur le réchauffement climatique. Les émissions liées aux importations d'électricité sont incluses dans le calcul des émissions, en tenant compte du mix européen, tandis que celles liées aux exportations d'électricité ne sont pas soustraites. Il s'agit des «Emissions d'eq-CO<sub>2</sub> totales annuelles», telles que représentées à la figure 24 (voir page 35). Ces émissions, dites «totales», ne comptabilisent pas celles provenant de l'énergie grise des produits importés<sup>24</sup>.

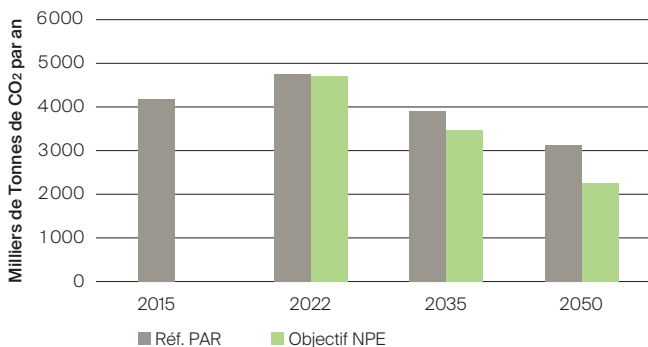
21 / Le rapport complet de mars 2018 «Vaud-Energyscope, Manuel d'utilisation du calculateur de scénarios énergétiques» est disponible sur demande à la DGE-DIREN.

22 / La progressivité n'est pas linéaire, elle augmente plus vite une fois la période d'apprentissage passée.

23 / Prognos AG, Basel, «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050», BFE, sept. 2012.

24 / Au niveau mondial, la Suisse fait figure d'assez bon élève en terme d'émissions directes, mais de mauvais élève en terme d'émissions indirectes; l'ordre de grandeur est du simple au triple, si l'on compte ou non les émissions importées, du simple au double si l'on tient compte aussi des émissions exportées. Environ la moitié des émissions de GES liées à la consommation suisse sont émises à l'étranger. Voir rapport de l'OFEV «Indicateurs de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre en Suisse 1990-2015», p. 62

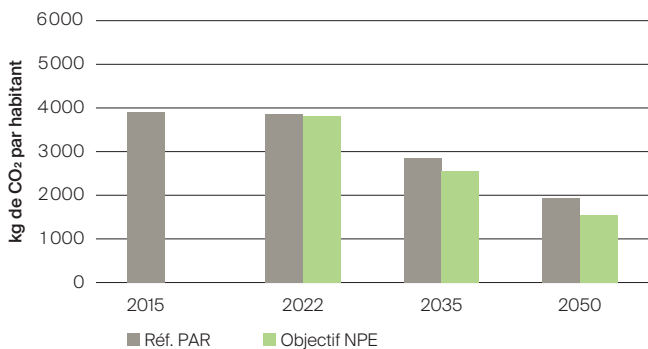
Evolution des émissions d'eq-CO<sub>2</sub> totales du canton de Vaud (Fig. 24)



les émissions directes, quant à elles, ne tiennent compte que de la combustion sur le territoire du canton de Vaud. Elles sont calculées en multipliant la quantité d'agent énergétique consommé par l'index d'émission à la combustion de chaque agent (gaz naturel, mazout, diesel, charbon, essence, déchets, kérosène). Ces résultats correspondent aux valeurs utilisées dans les objectifs des plans de législatures (voir chapitre 3). En les reportant au nombre d'habitants, on obtient un indicateur comparable aux objectifs de la Confédération.

Ces simulations ne tiennent pas compte d'un encore hypothétique processus de captage puis de stockage à long terme du CO<sub>2</sub>, ni de mécanismes de compensation de CO<sub>2</sub> à l'étranger.

Evolution des émissions d'eq-CO<sub>2</sub> directes par habitant (Fig. 25)



L'objectif NPE montre une plus forte diminution des émissions totales pour deux raisons. D'une part, cette variante arbore une meilleure efficacité énergétique (de manière notable dans

les bâtiments) et est donc moins énergivore que l'évolution de référence PAR. D'autre part, la variante NPE valorise plus les énergies renouvelables, notamment pour la production électrique et prévoit un rôle plus important de l'électricité dans le mix d'énergie finale; le secteur du transport comporte plus de véhicules électriques privés et les pompes à chaleur sont davantage utilisées pour le chauffage.

Le calcul des émissions directes par habitant montre qu'avec la variante NPE, le canton de Vaud peut atteindre l'objectif de 1,5 tonnes de CO<sub>2</sub> direct par habitant et par an prévu par la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération. La poursuite de la politique actuelle (référence PAR) ne le permet pas; seule la nouvelle politique énergétique (NPE) s'aligne sur les objectifs de la politique climatique.

Comme indiqué au chap. 2.2, c'est pourtant la «neutralité carbone», donc zéro tonne de CO<sub>2</sub> par habitant, qui devrait être atteinte en 2050, selon le rapport des experts du GIEC d'octobre 2018.

## 5.2 Emploi

L'indicateur calculé estime les emplois en lien avec la transition énergétique mesurés en termes d'équivalent temps plein (ETP) par secteur. Le calcul différencie les emplois directs (reliés aux changements qui affectent une activité économique donnée), des emplois indirects (induits par les changements structurels de l'économie).

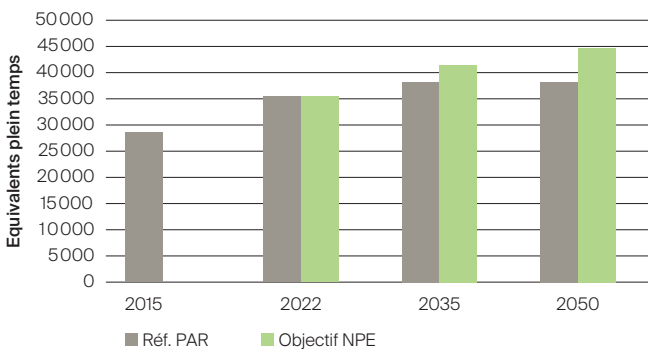
Pour estimer l'impact sur l'emploi, une approche méthodologique «top-down»<sup>25</sup>, qui utilise des tableaux d'entrées/sorties avec des statistiques d'emplois par activité, est combinée à une validation «bottom-up»<sup>26</sup> du nombre d'emplois de secteurs spécifiques. Les analyses entrées/sorties font l'hypothèse d'une structure économique constante, sous la forme de coefficients fixes de transactions monétaires entre les différentes activités économiques. Afin d'adapter cette structure à de futurs scénarios, des fluctuations de la croissance économique et de la productivité de travail ont été appliquées par activité, et des changements spécifiques ont été réalisés pour les activités.

Les résultats détaillés sont regroupés dans les catégories d'emplois suivantes: – Transport public – Transport marchandises – Commerce et réparation de véhicules – Hydro – Nucléaire – Solaire PV – Eolien – Autres renouvelables – Industrie fossile – Commerce et distribution d'électricité – Bâtiments & Chauffage – Procédés industriels – Emploi indirect.

25 / Analyse descendante où, partant de l'ensemble, on décompose en éléments toujours plus détaillés, pour déboucher sur une «mise à plat», une «dissection totale», un état des lieux de l'objet étudié.

26 / Synthèse ascendante où l'on part du détail, du «bas», c'est-à-dire l'échelon le plus fin, pour consolider progressivement et opérer une synthèse.

Evolution des emplois vaudois en lien avec la transition énergétique (Fig. 26)



La transition énergétique va générer de l'emploi. A terme, le cas NPE génèrera environ 18% d'emplois supplémentaires par rapport à l'évolution de référence PAR.

De manière générale, les domaines générant le plus grand nombre d'emplois supplémentaires sont les transports publics et la rénovation énergétique des bâtiments. La différence entre les deux types d'évolution est surtout due à l'essor du solaire, de l'éolien, du commerce/distribution d'électricité et des mesures d'efficacité énergétique dans les bâtiments.

### 5.3 Coût du système énergétique

L'indicateur de coût du système énergétique calcule les coûts annuels totaux du système énergétique vaudois, qui est décomposé dans les éléments suivants : - Nucléaire - Electricité fossile - Hydroélectrique - Energie éolienne - Energie photovoltaïque - Géothermie profonde - Réseau électrique - Stockage saisonnier - Importations d'électricité - Cogénération - Chaudières - Chaleur autres - Carburants pour le transport - Rendement énergétique.

Pour chacun de ces éléments, le coût annuel total est calculé en tenant compte :

- Du coût de tous les combustibles et carburants consommés, ainsi que de l'électricité importée durant l'année;
- De l'agrégation des coûts d'opérations et maintenance annuels;
- De l'investissement annualisé pour chaque élément (en tenant compte de sa durée de vie).

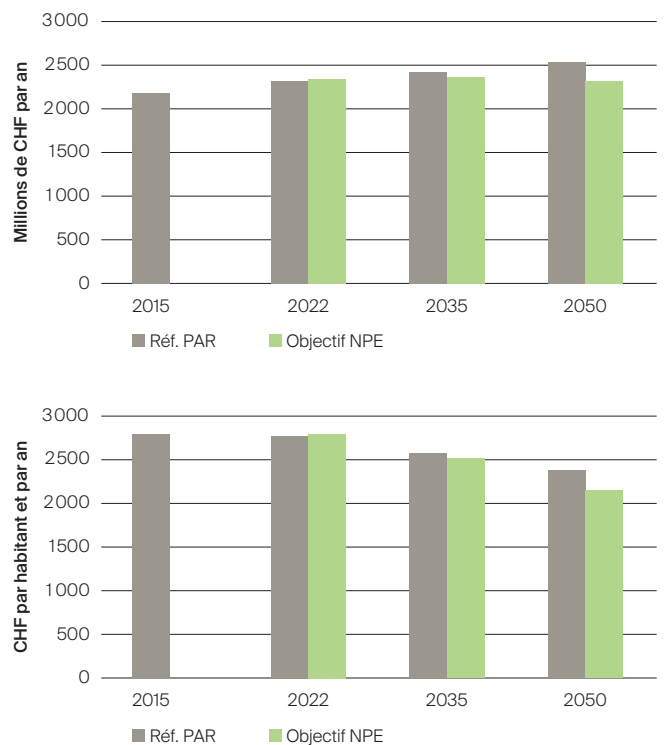
Les coûts des investissements sont calculés pour chaque année (2015, 2022, 2035 et 2050) en supposant que le système énergétique est intégralement remplacé durant l'année sélectionnée, en tenant compte des prix relatifs et des courbes d'apprentissage et d'amélioration des technologies. Les coûts d'investissements sont convertis en coûts annuels, en fonction du taux d'intérêt. Cette démarche permet de com-

parer des coûts d'investissements en 2015 avec ceux de 2022, 2035 et 2050, sans devoir considérer des processus d'installation/mise hors service. L'indicateur est purement économique et se limite donc à une estimation des coûts d'investissements et d'opérations, hors système de fiscalité; il n'inclut pas les taxes ni les subventions éventuelles. Les chiffres utilisés pour les coûts d'investissement, de maintenance et d'opération des différentes technologies peuvent être consultés sur la page du wiki de Swiss Energyscope (wiki.energyscope.ch). L'hypothèse est faite que les prix des technologies sur le canton de Vaud sont les mêmes que ceux de la Suisse.

Les prix pour les carburants fossiles en 2022, 2035 et 2050 sont calculés en tenant compte des prix de 2010 et des trois scénarios prévus par la Commission Européenne pour leur évolution<sup>27</sup>.

La plage de valeur considérée pour les taux d'intérêt est [1,73 à 4,70]%. Ces valeurs sont basées sur les observations des performances des compagnies de production d'électricité en 2012.

Evolution du coût annuel du système énergétique vaudois: total et par habitant (Fig. 27)



Le coût total du système énergétique commencera par être sensiblement le même dans les deux variantes NPE et PAR. A terme, l'évolution NPE devrait offrir un coût total plus faible.

27 / European Commission, «Energy Roadmap 2050», 2011



## Bénéfices environnementaux, sociaux et économiques

Conception cantonale de l'énergie

Le coût du système énergétique par habitant devrait diminuer, ce qui témoigne d'une amélioration de la performance économique globale du système énergétique.

La grande différence entre la structure des coûts des deux évolutions étudiées est que le PAR comporte des coûts liés aux fuels (carburants et combustibles) sensiblement plus élevés, tandis que dans la NPE, ce sont les investissements qui sont plus forts. La transition énergétique correspond donc à un passage d'une «fuel-based economy» à une «technology-based economy». L'incertitude sur le coût des technologies étant moins élevée que celle sur les fuels, le coût du système énergétique dans le scénario PAR est davantage tributaire de l'incertitude sur les prix futurs des produits fossiles. Les coûts associés aux combustibles fossiles et à l'importation d'électricité s'amenuisent nettement à l'approche de 2050 pour la variante NPE, ce qui témoigne de la décarbonisation progressive du système énergétique et d'une plus grande autonomie énergétique de par la production plus importante d'électricité sur sol vaudois. De plus, une économie basée sur la technologie génère une valeur principalement locale, au contraire d'une économie basée essentiellement sur l'énergie fossile importée.

La nouvelle politique énergétique (NPE) offre une meilleure protection contre les fluctuations de prix des agents énergétiques et une meilleure maîtrise des coûts globaux à long terme que la variante PAR.

En conclusion, le calculateur énergétique Vaud-Energyscope de l'EPFL met en évidence les effets positifs de l'objectif NPE par rapport à l'état actuel et à l'évolution de référence autant sur les émissions de CO<sub>2</sub>, que sur la création d'emplois et que sur le coût du système énergétique global.

## 6.1 Adaptation des conditions cadres

Quels que soient les responsables et les acteurs, le succès de la transition énergétique nécessite les conditions cadres suivantes, qui sont quasiment toutes déjà existantes, mais doivent être poursuivies, renforcées, adaptées et complétées.

### 6.1.1 Régulation

Législation et réglementation : progressiste, à jour et harmonisée entre cantons et autres domaines d'action de l'Etat et des communes.

Police des constructions et application des règlements : cohérents entre eux et entre les différentes autorités chargées de leur exécution.

Contrôles : suffisamment fréquents et sérieux sur des échantillons représentatifs pour inspirer le respect des règles.

### 6.1.2 Aides financières

Les aides financières provenant des collectivités publiques sont, bien entendu, les mesures les plus populaires aux niveaux politique et socio-économique, étant donné qu'il s'agit de mesures volontaires d'encouragement. Elles nécessitent néanmoins une source de financement.

Ce type de mesure inclut en premier lieu les subventions, mais aussi d'autres types d'aides à l'investissement, notamment des systèmes de rétribution à prix coûtant, du contracting, des cautionnements, des prêts, des garanties, des couvertures.

### 6.1.3 Fiscalité

L'outil de l'instrument fiscal peut avoir plusieurs objectifs, souvent distincts, mais combinables :

- Générer des recettes pour financer des mesures de mise en œuvre d'une politique publique, notamment des mécanismes de subventions, mais aussi des campagnes de sensibilisation.
- Inciter aux changements de comportements en faveur des objectifs pour le bien collectif, par exemple en renchérissant fortement un produit afin de décourager et réduire sa consommation ; une telle mesure doit être accompagnée en principe d'une redistribution afin de la rendre politiquement et socialement acceptable.
- corriger les prix du marché en y incluant des externalités négatives non prises en compte dans ceux-ci, par exemple des coûts de pollution ou de nuisance sur la santé humaine.

Voici certains exemples et pistes éventuelles :

- Dégrèvements fiscaux (harmonisés aux niveaux fédéral et cantonal), notamment pour les améliorations énergétiques

des bâtiments et l'utilisation d'énergies renouvelables. Etalement sur plusieurs années pour améliorer l'attractivité.

- Taxes incitatives prélevées sur les énergies fossiles (au niveau fédéral).
- Taxe automobile cantonale ; système de bonus-malus plus incitatif.
- Taxe cantonale sur l'électricité : adaptation du montant aux ressources nécessaires ; envisager par ailleurs un niveau plus incitatif sur le plan comportemental, incluant une redistribution.
- Exonération fiscale pour certains achats/investissements à encourager fortement ; existe pour les conventions d'objectifs des grands consommateurs.

### 6.1.4 Aménagement et planification du territoire

L'intégration de la problématique énergétique très en amont dans les planifications territoriales – et notamment dans le plan directeur cantonal – facilite le développement de projets et de réalisations, de grande envergure notamment, dont la compatibilité avec d'autres enjeux territoriaux est assurée par le biais d'une pesée complète des intérêts.

En complément, la *Planification énergétique territoriale* (PETer) s'adresse aux acteurs de l'aménagement, en particulier aux autorités locales, à leurs techniciens et à leurs mandataires. Elle leur fournit les bases nécessaires pour prendre en compte les objectifs de la politique énergétique dans l'élaboration des plans d'aménagement du territoire de leur compétence. Les instruments concernés peuvent être des plans directeurs, des plans directeurs intercommunaux dans un périmètre compact d'agglomération (projets d'agglomération) ainsi que des plans d'affectation. A terme, l'objectif est que toutes ces planifications fassent systématiquement l'objet d'une réflexion de planification énergétique.

### 6.1.5 Autres outils incitatifs

- Recherche et développement : en stimulant et soutenant les instituts et hautes écoles, autant bien dans les domaines techniques que sociétaux.
- Encouragement du secteur porteur des cleantech, en particulier dans le domaine énergétique.
- Benchmarking : suite au monitoring mené sur les actions entreprises, les recherches menées et les installations créées, afin de piloter la politique énergétique et d'encourager les intervenants.
- Incitations sociétales : les réseaux sociaux, l'effet de mode, la mise en perspective globale ou décalée, des outils comportementaux ludiques, le nudging<sup>28</sup>, etc.
- Intensification de la discussion et de l'engagement au niveau politique, lobbying.

28 / Petites interventions basées sur la psychologie humaine incitant en douceur les individus à changer leur comportement, par exemple une mouche dessinée dans un urinoir.

- Exploitation de toutes les opportunités de simplifications procédurales et administratives en faveur des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique.
- Nouveaux outils de financement participatif; monnaie citoyenne orientée vers les investissements vertueux.

Cette liste n'est pas exhaustive; beaucoup de nouveaux outils émergent et vont être inventés.

### 6.2 Communication, formation, conseil

Dans le domaine du bâtiment et de l'utilisation de l'énergie, des campagnes de communication (stands, manifestations régionales, conseils d'experts, séances d'information, formations ad hoc, permanence téléphonique, pages Internet) suscitent toujours beaucoup d'intérêt et de répondant; elles doivent être poursuivies. De même que les animations sur l'énergie dans les écoles primaires et secondaires, même si la forme doit sans cesse se renouveler. D'autre part, de nouveaux domaines, comme par exemple la mobilité électrique, devront être promus et accompagnés par une information adéquate; cela est d'autant plus utile face à des enjeux complexes où beaucoup d'informations erronées ou trop simplistes circulent.

Aux niveaux supérieurs, il faut veiller à ce que les apprentis et les étudiants reçoivent, dans leur cursus, les bases nécessaires pour leur permettre de devenir les acteurs de la transition énergétique.

Pour les professionnels en fonction, la formation continue est aujourd'hui indispensable et le Canton de Vaud s'associe aux associations professionnelles pour la promouvoir.

Les conseils apportés en direct aux publics concernés sont toujours très demandés, par exemple pour les grands consommateurs, les promoteurs de projets, les propriétaires ou les distributeurs d'énergie. Cette activité nécessite du temps et des compétences qui devraient pouvoir être pérennisés.

### 6.3 Mobilisation des acteurs

Les changements nécessaires au tournant énergétique postulent notamment qu'une part de plus en plus importante de l'énergie que nous consommons devra être produite localement. Cela implique inévitablement des conséquences pour tous, dès lors que les « nuisances » de la production d'énergie ne sont plus « externalisées » à un lointain producteur se situant à l'autre extrémité d'un gazoduc ou d'un réseau électrique. Ainsi, les questions de l'acceptation sociale et de l'appropriation sociale des installations, quelles qu'elles soient, deviennent un enjeu important de la transition énergétique.

Des démarches participatives s'avèrent donc indispensables. Par exemple, concernant la planification des parcs éoliens. Dans ce domaine, le Canton a fait œuvre de pionnier en lançant la « Plateforme éolienne vaudoise », comprenant la mise en place :

- d'un espace de dialogue et d'échange, Les 5 à 7 de l'éolien;
- d'un guide et des formations pour les communes et les promoteurs;
- d'un soutien financier aux démarches participatives locales.

Mais ce constat est aussi valable pour tous les autres nouveaux grands projets à impact territorial, notamment en ce qui concerne la géothermie, l'hydraulique, les grandes centrales au bois, la biomasse, etc.

Des partenariats doivent être recherchés et conclus (par exemple avec des associations, ONG, organisations faitières, hautes écoles, etc.).

Le grand public, les habitants et voisins, les professionnels, les associations, les entreprises, les producteurs et distributeurs d'énergie ne doivent plus simplement être informés. Ils doivent être considérés comme des partenaires, sensibilisés, impliqués et mobilisés, en portant la priorité avant tout sur les aspects sociaux (sécurité, indépendance, confort, numérisation, participation, etc.). Les consommateurs acquièrent toujours plus de compétences et peuvent devenir des producteurs extrêmement avisés, en particulier avec l'avènement du photovoltaïque, des communautés de consommateurs et des micro-réseaux. Grâce à des connaissances dues à un accès croissant à l'information et en poursuivant des convictions d'ordre plus éthique ou politique, ils deviennent des « prosommateurs » ou « consom'acteurs » avec une plus grande part de responsabilité.

Les initiatives citoyennes visant notamment une utilisation rationnelle de l'énergie et privilégiant les énergies locales renouvelables sont à encourager et à soutenir.

### 6.4 Exemplarité

L'exemplarité des collectivités publiques doit être vue comme une fonction d'entraînement. Elle doit s'appliquer non seulement aux bâtiments de l'Etat, des communes et des institutions parapubliques, mais aussi à leurs installations, infrastructures, véhicules, ainsi qu'à la mobilité en général. Le comportement de ses représentants n'est pas non plus à négliger, puisque la transition énergétique nécessitera aussi un changement de comportement de tout un chacun. Ceci passe donc aussi par des politiques d'achat et de gestion responsables, y compris dans le domaine de l'alimentation pour la restauration collective. L'impulsion donnée par l'Etat peut se révéler bénéfique, car elle permet de mettre sur le marché des offres correspondant à une politique d'achat responsable, offres qui seront disponibles pour toute la société.

## Leviers d'action

Conception cantonale de l'énergie

En complément des démarches pour son propre compte, le Canton peut encourager et faciliter l'exemplarité des autres collectivités publiques sur son territoire. Les efforts portent sur les mêmes objets et enjeux qu'au niveau cantonal et devraient tendre vers de mêmes résultats. De plus, les communes s'engagent dans des démarches «Cité de l'énergie» ou «Concept énergétique des communes vaudoises». Des zones urbanisées visent le «Certificat Sites 2'000 watts». Les entreprises énergétiques parapubliques utilisent d'avantage de renouvelable pour leur approvisionnement. Les petites actions quotidiennes sont les plus importantes, mais les installations pilotes et de démonstration font également progresser la prise de conscience.



## 7.1 Enjeux de mise en œuvre

La maîtrise de l'énergie n'est pas un épiphénomène, mais constitue un fondement de notre société de consommation. La transition souhaitée représente une profonde transformation de notre société. Pour qu'elle réussisse, il est indispensable que les politiques énergétiques et climatiques soient au centre des préoccupations et actions politiques de ces prochaines années.

Les enjeux ci-dessous expriment les qualificatifs auxquels la stratégie doit répondre afin d'atteindre ses objectifs.

| Enjeux                   | Conditions de mise en œuvre  |
|--------------------------|--|
| Rapidité                 | Avoir des objectifs ambitieux pour 2035 et 2050 implique d'agir aujourd'hui et rapidement, car les appareils, véhicules et bâtiments qui se renouvellent maintenant sans être énergétiquement performants auront un impact négatif tout au long de leur durée de vie.  |
| Adhésion                 | Pour être comprise et acceptée, la vision adoptée est communiquée proactivement et positivement à la population, aux parties prenantes et aux partenaires, afin qu'elle soit ressentie comme socialement favorable pour tous – également en termes d'économie et d'emploi. La collaboration est réelle et prend la forme de démarches participatives. Idéalement, elle débouche sur une appropriation par la population. |
| Prise de conscience      | Les potentiels des ressources renouvelables et des mesures d'efficacité, ainsi que l'évolution de leur taux de mise en œuvre sont connus et communiqués de manière à sensibiliser en toute transparence.   |
| Réalisme                 | Les potentiels réalisables sont inférieurs aux potentiels théoriques. Entre deux, il existe des freins techniques, environnementaux, économiques et sociaux qui sont identifiés, reconnus et acceptés.   |
| Courage                  | La peur du changement, de la perte des acquis, la réticence à modifier ses comportements, autant de la part des individus que des lobbies sont des phénomènes normaux dans toute transition sociétale. Ils ne sont pas niés, mais dépassés.  |
| Cohérence et exemplarité | La parole et les actes des porteurs de la vision sont cohérents, renforcent leur crédibilité et encouragent la mise en pratique de mesures similaires. Ceci donne aussi de la légitimité pour la mise en œuvre, le suivi et le contrôle des mesures et prescriptions de politique énergétique.   |
| Convergence              | Les différents pouvoirs politiques et administratifs s'accordent sur les objectifs et la vision ; ils prennent des décisions convergentes.   |
| Compétence               | Les actions sont fondées sur les dernières connaissances technologiques et sociétales grâce aux multiples compétences disponibles dans le canton. Elles font la part belle aux innovations et créent l'enthousiasme. Les différentes législations ne freinent pas l'évolution dynamique du domaine de l'énergie, mais les anticipent.  |
| Moyens                   | Les ressources humaines et budgétaires, notamment les aides financières, sont suffisantes pour démontrer que la vision n'est pas une politique alibi. L'impact des mesures d'encouragement est évalué et optimisé en continu.  |

Les défis principaux consistent à réduire les freins de natures économique et sociétale, nécessitant une forte activité au-delà des métiers purement techniques. La figure 28 (en page suivante) permet de comprendre la différence entre le potentiel théorique et le potentiel réalisable, mettant en évidence les filtres entre les deux.

## 7.2 Ressources financières

Le financement des activités en lien avec la mission énergétique de l'Etat de Vaud provient des sources suivantes :

- Le budget de fonctionnement, au même titre que tout autre service de l'Etat.

A la Direction de l'énergie, ce budget ne couvre cependant en 2018 que 13% des ressources humaines effectives pour gérer les activités (contrats à durée déterminée et mandats compris), le reste étant financé par le Fonds sur l'énergie.

- La taxe cantonale sur l'électricité, fixée actuellement à 0,18 ct/kWh (avec un maximum fixé dans la loi à 0,20 ct/kWh).

Cette taxe alimente le Fonds sur l'énergie à hauteur d'une recette annuelle de quelque 7,6 millions. Au fil des années, une augmentation des ressources humaines a été indispensable pour gérer l'intensification des actions et sollicitations, ainsi que pour faire face aux divers freins de mise en œuvre de la transition énergétique. Grâce à ces renforts en ressources, de réels avancements ont pu être observés. En conséquence de cet effort additionnel, en 2018, près de la moitié de ce montant annuel était utilisé pour payer les salaires et les honoraires de mandataires, ce qui limite d'autant les perspectives d'aides financières.

- La participation de la Confédération (contribution globale), via la taxe sur le CO<sub>2</sub> perçue au niveau national.

Grâce à une sensible augmentation des montants accordés aux Cantons par la Confédération, les subventions pour la rénovation des bâtiments ont pu être rendues plus attractives dès l'année 2017 et connaissent un franc succès. Cela étant, la pérennité de ce programme n'est pas assurée après 2025, alors que les besoins d'assainissement resteront encore colossaux.

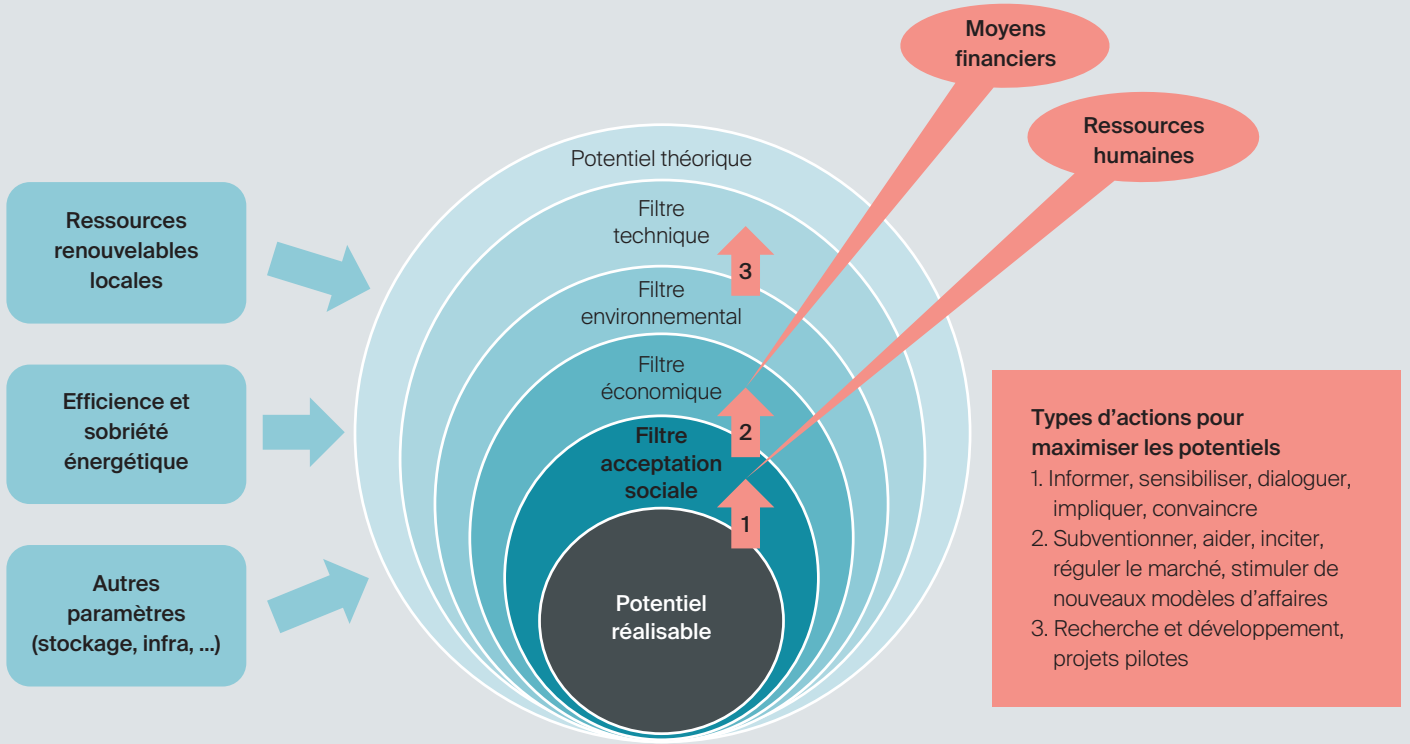
- Une enveloppe spéciale et unique de 100 millions libérée en 2013, pour un programme de mesures en faveur de l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables.

Ce programme a été déployé avec succès au cours de la dernière législature. Ce fonds spécial est néanmoins presque épuisé.

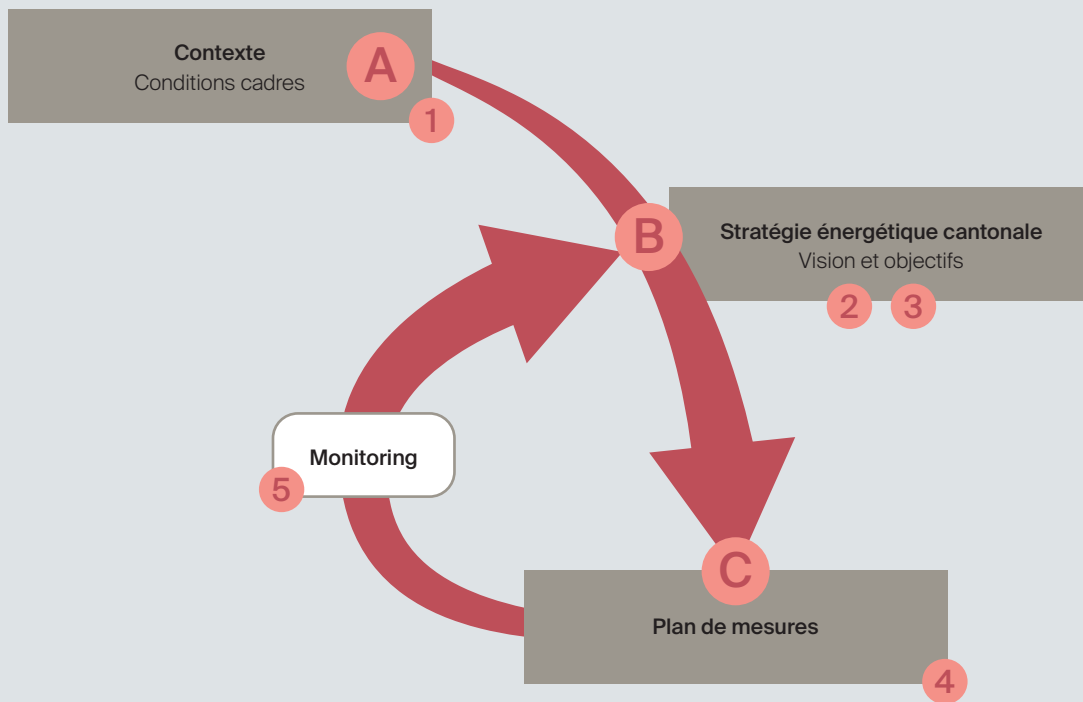
Le solde du fonds pour l'énergie est en rapide diminution et les prévisions montrent qu'il sera épuisé d'ici 2020 déjà. La question du financement des mesures de cette Conception cantonale de l'énergie est cruciale et urgente. Il est donc nécessaire qu'une discussion politique au sujet d'une adaptation de la taxe sur l'électricité ait lieu sans tarder. L'annexe 5 livre une analyse plus approfondie à ce sujet.



Potentiels et filtres (Fig. 28)



Démarche de remise à jour de la politique énergétique vaudoise (Fig. 29)



### 7.3 Plan cantonal de l'énergie

La figure 29 (en page précédente) rappelle la démarche générale de remise à jour de la politique énergétique vaudoise.

Avec la présente Conception cantonale de l'énergie (CoCEn), les deux grandes étapes A et B ont été effectuées (planification méthodologique avec état des lieux, analyse contextuelle, élaboration de la vision générale et de l'objectif principal, déclinaison des axes stratégiques et des objectifs sectoriels, rédaction du document CoCEn).

A cette phase de conception stratégique fera suite une phase de mise en œuvre opérationnelle sous la forme d'un plan de mesures – le Plan cantonal de l'énergie (PCEn) – qui devra concrétiser les orientations stratégiques de la CoCEn (étape C).

La CoCEn et le PCEn sont au cœur d'un dispositif tenant compte d'autres conditions cadres (Figure 31).

Le Plan directeur cantonal (PDCn) est l'outil de coordination des politiques à incidences spatiales. Les infrastructures énergétiques ayant un impact important sur le territoire et l'environnement doivent y être intégrées. Un Plan climat vaudois est également en préparation, et viendra ultérieurement se greffer au présent document; une concertation est réalisée pour prendre en compte l'interdépendance.

En aval du dispositif, les indicateurs, tableaux de bord et cadastres permettent de réaliser un monitoring afin de suivre l'évolution effective chiffrée et d'apporter les corrections nécessaires vis-à-vis des objectifs fixés.

Il est prévu que le Plan cantonal de l'énergie (PCEn) réponde aux caractéristiques suivantes :

- Il est l'outil de planification des mesures de politique énergétique. Il s'inscrit dans la vision à long terme donnée par la CoCEn.
- Son objectif est d'informer de la planification proposée pour concrétiser la CoCEn et obtenir les validations nécessaires. Son rôle est également de servir de base aux programmes de législation (PL) suivants. Et ce, afin d'assurer que la trajectoire nécessaire à l'atteinte des objectifs de la CoCEn pourra être tenue.
- Le PCEn et ses annexes contiennent la planification économique, spatiale, temporelle et opérationnelle par axe stratégique CoCEn, mais pas les mesures individuelles. Le PCEn affirme les principes en matière de financement, d'interaction avec les autres politiques publiques et les parties prenantes, de mise en œuvre opérationnelle et de monitoring de la planification énergétique.
- Les mesures individuelles, quant à elles, seront décrites et chiffrées de manière détaillée dans le cadre de processus de décision interne à la DGE-DIREN et non au niveau du PCEn.

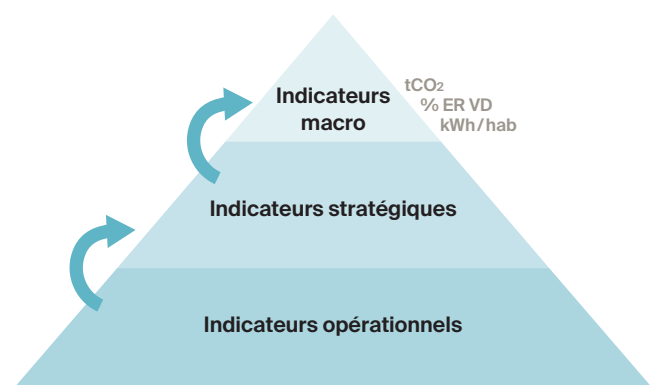
L'établissement du PCEn tiendra compte évidemment du grand nombre de mesures de politique énergétique déjà en cours.

### 7.4 Principes de monitoring

Le succès de l'application de la politique énergétique et des mesures induites par la CoCEn dépend aussi du suivi et du contrôle périodique des résultats, ainsi que de la mise en œuvre des éventuelles mesures correctrices subséquentes.

Les indicateurs nécessaires au suivi de l'évolution de la situation énergétique du canton et au suivi des effets de la conception directrice doivent donc être techniquement et politiquement pertinents, mesurables et quantifiables, ainsi que facilement disponibles.

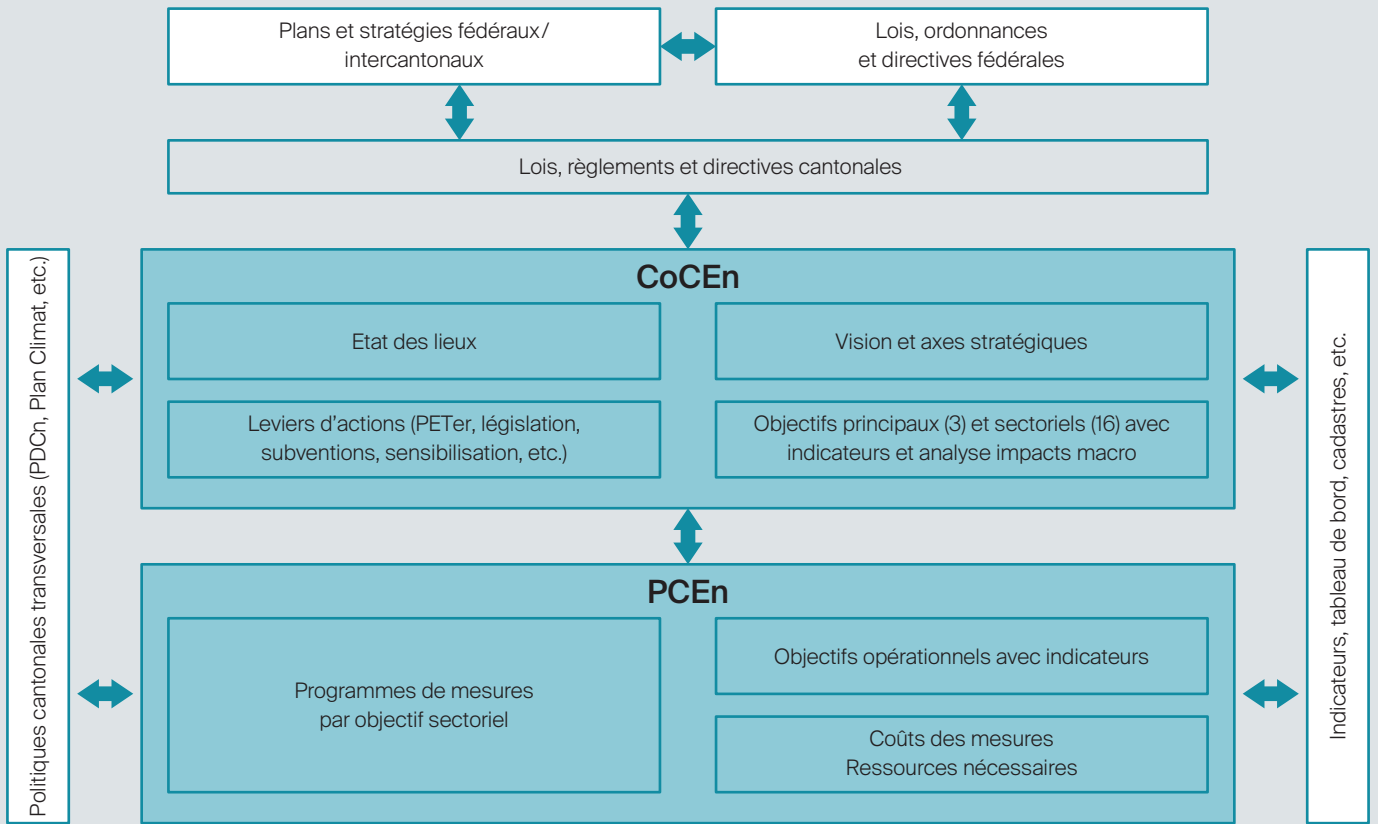
Hierarchie des indicateurs (Fig. 30)



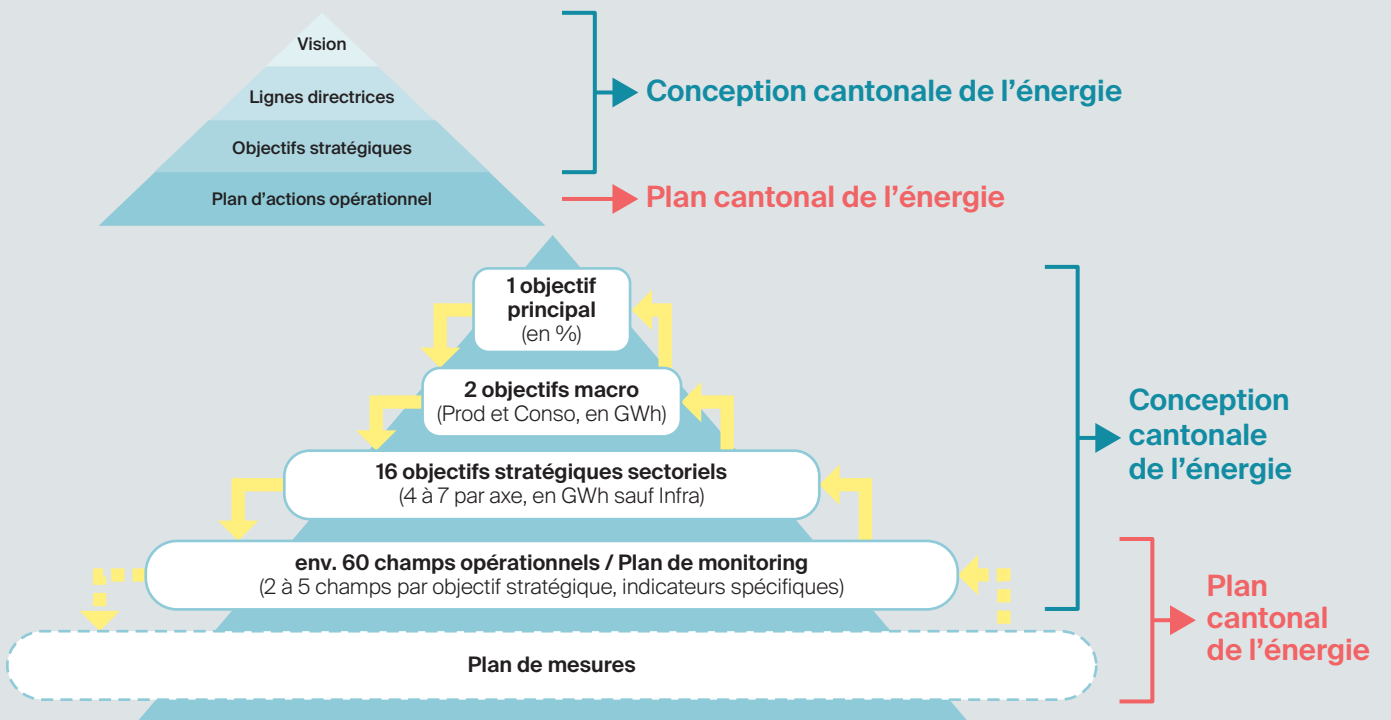
La Conception cantonale de l'énergie se concentre sur un monitoring de niveau macro, essentiellement de consommation et de production énergétique jusqu'au niveau sectoriel. Le monitoring des indicateurs opérationnels se fera dans le cadre du PCEn.

L'annexe 4 présente une vue d'ensemble des principes d'élaboration des indicateurs.

Articulation des outils de politique énergétique publique (Fig. 31)



Complémentarité entre la CoCEn et le PCEn (Fig. 32)





|                       |   |                |  |
|-----------------------|---|----------------|--|
| <b>ACV</b>            | Analyse du cycle de vie   | <b>PAC</b>     | Pompe à chaleur  |
| <b>Canton de Vaud</b> | avec un C majuscule, on parle de l'Etat de Vaud, avec un c minuscule, du territoire         | <b>PCEn</b>    | Plan cantonal de l'énergie   |
| <b>CAD</b>            | Chauffage à distance  | <b>PDCn</b>    | Plan directeur cantonal  |
| <b>CAS</b>            | Certificate of Advanced Studies (titre de formation continue délivré par des hautes écoles) | <b>PESTEL</b>  | Analyses politique, économique, sociétale, technologique, écologique, législative  |
| <b>CCF</b>            | Couplage chaleur-force (appelé aussi cogénération)  | <b>PETer</b>   | Planification énergétique territoriale   |
| <b>CDCE/EnDK</b>      | Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie  | <b>PIB</b>     | Produit intérieur brut   |
| <b>CECB</b>           | Certificat énergétique cantonal des bâtiments   | <b>PL</b>      | Plan de législature  |
| <b>CECV</b>           | Concept énergétique des communes vaudoises  | <b>PPA</b>     | Poursuite de la politique actuelle   |
| <b>CO<sub>2</sub></b> | Dioxyde de carbone  | <b>PV</b>      | Photovoltaïque   |
| <b>CoCEn</b>          | Conception cantonale de l'énergie (du Canton de Vaud)                                       | <b>R&amp;D</b> | Recherche et développement   |
| <b>COMEN</b>          | Commission cantonale de l'énergie (du Canton de Vaud)                                       | <b>TWh</b>     | Unité énergétique (térawattheure) = 1'000 GWh  |
| <b>COP21</b>          | Conférence de Paris de 2015 sur le climat   | <b>SAIDI</b>   | System Average Interruption Duration Index. Durée moyenne des coupures de courant affectant un consommateur final (en minutes par année) |
| <b>COP</b>            | Coefficient de performance  | <b>SE 2050</b> | Stratégie énergétique 2050 de la Confédération   |
| <b>COPGEO</b>         | Comité de planification de la géothermie (du Canton de Vaud)                                | <b>SGS</b>     | Système géothermique stimulé   |
| <b>CSCE/EnFK</b>      | Conférence des services cantonaux de l'énergie  | <b>STAT VD</b> | Service cantonal de la statistique du Canton de Vaud   |
| <b>DDPS</b>           | Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports          | <b>STEP</b>    | Station d'épuration des eaux   |
| <b>DGE</b>            | Direction générale de l'environnement (du Canton de Vaud)                                   | <b>SWOT</b>    | Analyse forces, faiblesses, opportunités, menaces  |
| <b>DIREN</b>          | Direction de l'énergie (du Canton de Vaud)  | <b>UE</b>      | Union européenne   |
| <b>DTE</b>            | Département du territoire et de l'environnement (du Canton de Vaud)                         | <b>VD</b>      | Vaud   |
| <b>EMS</b>            | Etablissement médico-social   |                |  |
| <b>EPFL</b>           | Ecole polytechnique fédérale Lausanne   |                |  |
| <b>ER</b>             | Energie renouvelable  |                |  |
| <b>ETP</b>            | Equivalent temps plein  |                |  |
| <b>FMHL</b>           | Forces Motrices Hongrin-Léman   |                |  |
| <b>GRD</b>            | Gestionnaire de réseau de distribution (d'énergie)  |                |  |
| <b>GWh</b>            | Unité énergétique (gigawattheure)   |                |  |
| <b>LApEI</b>          | Loi fédérale sur l'approvisionnement en électricité   |                |  |
| <b>LAT</b>            | Loi fédérale sur l'aménagement du territoire  |                |  |
| <b>LATC</b>           | Loi sur l'aménagement du territoire et les constructions (du Canton de Vaud)                |                |  |
| <b>LEne</b>           | Loi fédérale sur l'énergie  |                |  |
| <b>LENu</b>           | Loi fédérale sur l'énergie nucléaire  |                |  |
| <b>LFH</b>            | Loi fédérale sur l'utilisation des forces hydrauliques                                      |                |  |
| <b>LITC</b>           | Loi fédérale sur les installations de transport par conduites                               |                |  |
| <b>LSecEI</b>         | Loi sur le secteur électrique (du Canton de Vaud)   |                |  |
| <b>LVLEne</b>         | Loi sur l'énergie (du Canton de Vaud)   |                |  |
| <b>MoPEC</b>          | Modèle de prescriptions énergétiques des Cantons  |                |  |
| <b>NPE</b>            | Nouvelle politique énergétique  |                |  |
| <b>OFAC</b>           | Office fédéral de l'aviation civile   |                |  |
| <b>OFEN</b>           | Office fédéral de l'énergie   |                |  |
| <b>OFEV</b>           | Office fédéral de l'environnement   |                |  |
| <b>ONG</b>            | Organisation non gouvernementale  |                |  |
| <b>OPair</b>          | Ordonnance fédérale sur la protection de l'air  |                |  |
| <b>OPAM</b>           | Ordonnance fédérale sur les accidents majeurs   |                |  |
| <b>OSTRAL</b>         | Organisation pour l'approvisionnement en électricité en cas de crise                        |                |  |



|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Figure 1</b>    | Interdépendance des politiques publiques .....   | 7  |
| <b>Figure 2</b>    | Evolution des émissions de CO <sub>2</sub> .....   | 12 |
| <b>Figure 3</b>    | Emissions de CO <sub>2</sub> selon les ressources fossiles utilisées .....   | 12 |
| <b>Figure 4</b>    | Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale.....   | 13 |
| <b>Figure 5</b>    | Production estimée d'énergies renouvelables locales en 2015.....   | 15 |
| <b>Figure 6</b>    | Consommation d'énergie finale et par habitant .....  | 15 |
| <b>Figure 7</b>    | Consommation d'énergie finale et par unité de PIB .....  | 15 |
| <b>Figure 8</b>    | Consommation en combustibles fossiles, pour le chauffage et autres processus thermiques.....   | 15 |
| <b>Figure 9</b>    | Evolution des agents énergétiques consommés dans le canton de Vaud en énergie finale.....  | 15 |
| <b>Figure 10</b>   | Consommation d'électricité totale et par habitant .....  | 16 |
| <b>Figure 11</b>   | Consommation d'électricité totale et par unité de PIB.....   | 16 |
| <b>Figure 12</b>   | Evolution de l'origine de l'électricité distribuée dans le canton de Vaud.....   | 17 |
| <b>Figure 13-A</b> | Durée moyenne des coupures de courant affectant un consommateur final.....   | 17 |
| <b>Figure 13-B</b> | Fréquence moyenne des coupures de courant affectant un consommateur final .....  | 17 |
| <b>Figure 14</b>   | Part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale<br>- Evolution des objectifs de législature.....   | 18 |
| <b>Figure 15</b>   | Vision énergétique à long terme du Canton de Vaud.....   | 20 |
| <b>Figure 16</b>   | Hiérarchie des objectifs de la CoCEn.....  | 21 |
| <b>Figure 17</b>   | Axes stratégiques sectoriels de la CoCEn .....   | 21 |
| <b>Figure 18</b>   | Evolution NPE de la consommation finale d'énergie totale et de la production<br>d'énergie renouvelable vaudoise (en GWh/an) et rapport entre les deux (en %).....  | 23 |
| <b>Figure 19</b>   | Evolution NPE de la consommation finale d'électricité et de la production<br>d'électricité renouvelable vaudoise (en GWh/an) et rapport entre les deux (en %).....   | 23 |
| <b>Figure 20</b>   | Evolution NPE de la consommation finale d'énergie thermique et carburant<br>et de la production renouvelable vaudoise (en GWh/an) et rapport entre les deux (en %).....                                    | 23 |
| <b>Figure 21</b>   | Comparaison entre les objectifs de réduction de consommation<br>de la Confédération (SE 2050-CH) et du Canton (NPE-VD).....  | 24 |
| <b>Figure 22</b>   | Objectif macro de la consommation globale d'énergie finale du canton de Vaud<br>selon l'évolution NPE (chiffres en GWh).....   | 25 |
| <b>Figure 23</b>   | Objectif macro de la production d'énergie renouvelable vaudoise<br>selon l'évolution NPE (chiffres en GWh).....  | 28 |
| <b>Figure 24</b>   | Evolution des émissions d'eq-CO <sub>2</sub> totales du canton de Vaud.....  | 37 |
| <b>Figure 25</b>   | Evolution des émissions d'eq-CO <sub>2</sub> directes par habitant.....  | 37 |
| <b>Figure 26</b>   | Evolution des emplois vaudois en lien avec la transition énergétique.....  | 38 |
| <b>Figure 27</b>   | Evolution du coût annuel du système énergétique vaudois: total et par habitant .....   | 38 |
| <b>Figure 28</b>   | Potentiels et filtres .....  | 45 |
| <b>Figure 29</b>   | Démarche de remise à jour de la politique énergétique vaudoise.....  | 45 |
| <b>Figure 30</b>   | Hiérarchie des indicateurs.....  | 46 |
| <b>Figure 31</b>   | Articulation des outils de politique énergétique publique.....   | 47 |
| <b>Figure 32</b>   | Complémentarité entre la CoCEn et le PCEn.....   | 47 |
| <b>Figure A2-1</b> | Typologie des parties prenantes en lien avec l'énergie .....   | 54 |
| <b>Figure A4-1</b> | Lignes directrices pour l'élaboration des indicateurs.....   | 57 |
| <b>Figure A5-1</b> | Montants prélevés sur le fonds pour l'énergie - mise en œuvre de la CoCEn.....   | 59 |
| <b>Figure A5-2</b> | Recettes du fonds pour l'énergie - mise en œuvre de la CoCEn .....   | 59 |
| <b>Figure A5-3</b> | Comparaison entre les montants perçus par l'intermédiaire de la taxe sur l'électricité vaudoise<br>et les subventions octroyées, d'une part, ainsi que le montant des travaux réalisés, d'autre part ..... | 60 |
| <b>Figure A5-4</b> | Effet sur l'emploi de la mise en œuvre de la «nouvelle politique énergétique».....   | 61 |
| <b>Figure A5-5</b> | Evolution du fonds pour l'énergie avec trois variantes de taxe sur l'électricité .....   | 62 |



- Annexe 1** Méthodologie utilisée pour l'élaboration de la CoCEn 2019
- Annexe 2** Rôles et responsabilités des parties prenantes
- Annexe 3** Mesures, objectifs et indicateurs du PL 2017-2022 en lien avec la politique énergétique
- Annexe 4** Indicateurs stratégiques et opérationnels
- Annexe 5** Financement de la mise en œuvre de la CoCEn 2019
- Annexe 6** Fiches d'objectifs sectoriels stratégiques



# Annexe I : Méthodologie utilisée pour l'élaboration de la CoCEn 2019

Conception cantonale de l'énergie

## Méthode de travail et participants

L'élaboration de la CoCEn 2019 s'est déroulée en trois grandes phases :

- Etat des lieux et planification méthodologique générale ;
- Analyse contextuelle, élaboration d'une vision et d'un objectif principal adaptées au long terme ;
- Déclinaison des axes et des objectifs stratégiques au niveau sectoriel.

Le présent document est la synthèse des résultats de ces trois phases.

Les travaux ont été effectués par une équipe de projet interne à la Direction de l'énergie, appuyée par des mandataires externes, dont l'Energy Center de l'EPFL. Par ailleurs, les Services de l'Etat de Vaud les plus concernés, ainsi que la Commission cantonale de l'énergie (COMEN), ont été consultés. Leurs retours ont été, dans la mesure du possible, intégrés dans cette Conception cantonale.

## Facteurs d'influence

Une analyse PESTEL de l'environnement vaudois sous l'angle énergétique a été réalisée, puis couplée à une matrice SWOT (forces, faiblesses, opportunités, menaces).

Les six catégories d'influences macro-environnementales du modèle PESTEL permettent d'examiner les facteurs sous les angles suivants :

- Politique: décisions prises par les gouvernements nationaux et internationaux, politique fiscale, commerce extérieur, etc.
- Economique: en lien avec le pouvoir d'achat, comportement des consommateurs, inflation, chômage, revenus disponibles, emplois, économie circulaire, taux d'intérêt, etc.
- Sociétal: démographie, religion, attitude de loisirs, de travail, répartition des revenus, etc.
- Technologique: innovations technologiques, investissement privé ou public en R&D, nouveaux brevets, vitesse de transfert, etc.
- Ecologique: développement durable, déchets, énergie, climat, pollution, etc.
- Législatif et normatif: réglementations, législations, droit du travail, droit du commerce, norme de sécurité, lois diverses, etc.

Les facteurs internes ont été différenciés des facteurs externes :

- Les facteurs internes sont dans notre sphère d'influence ; leur existence est due à des causes internes, spécifiques au domaine étudié, censés être maîtrisables ou modifiables.
- Les facteurs externes sont hors de notre sphère d'influence ; en général ces facteurs sont communs à l'ensemble des acteurs du domaine étudié.

Ces analyses et réflexions ont permis de mettre en évidence les principaux défis pour la transition énergétique dans le canton de Vaud.

## Annexe 2: Rôles et responsabilités des parties prenantes

Conception cantonale de l'énergie

De manière générale, l'article 56 de la Constitution vaudoise fixe les tâches des collectivités publiques concernant les ressources naturelles et l'énergie:

1. *L'Etat et les communes incitent la population à l'utilisation rationnelle et économe des ressources naturelles, notamment de l'énergie.*
2. *Ils veillent à ce que l'approvisionnement en eau et en énergie soit suffisant, diversifié, sûr, économiquement optimal et respectueux de l'environnement.*
3. *Ils favorisent l'utilisation et le développement des énergies renouvelables.*
4. *Ils collaborent aux efforts tendant à se passer de l'énergie nucléaire.*

L'échelon politique donne les grandes orientations et fixe le cadre cantonal, par le Grand Conseil, puis par le Conseil d'Etat qui propose les objectifs. La mise en œuvre concrète de la politique énergétique est principalement du ressort du Département du territoire et de l'environnement (DTE), par l'intermédiaire de la Direction de l'énergie (DIREN), l'une des trois directions de la Direction générale de l'environnement (DGE). En tant que centre de compétences du Canton dans ce domaine, la DIREN œuvre et veille à l'atteinte de ces objectifs. Elle informe les publics et soutient les actions en lien avec l'énergie dans tous les domaines de la société. Elle s'efforce de remplir ses missions avec les ressources disponibles.

Si l'énergie constitue le cœur de métier de la DIREN, cette thématique fait également partie du champ d'activité d'autres services du Canton de Vaud avec lesquels les collaborations et les contacts sont fréquents. On peut mentionner en particulier:

- les autres directions de la DGE (DIREV et DIRNA) qui traitent de problématiques en lien avec l'énergie: climat, qualité de l'air, hydraulique, géologie, gestion des déchets, épuration des eaux, forêt et bois, etc.;
- le SIPAL (énergétique du parc immobilier cantonal et aspects patrimoniaux liés à l'intégration des nouvelles énergies renouvelables);
- la DGMR (mobilité);
- le SDT (plan directeur cantonal, coordination des politiques à incidences spatiales, plans d'affectation cantonaux, autorisations de construire hors zone à bâtir);
- le SAVI (énergies renouvelables du secteur agricole: biogaz, biocarburants, production photovoltaïque, etc.);
- le SAN (performances énergétiques et environnementales des véhicules),
- le SSCM (accidents majeurs et risques de blackout en lien avec l'énergie);
- l'UDD (durabilité et Agenda 21, outils et indicateurs);
- le SPECO (promotion des innovations cleantech et des secteurs économiques de transition);
- le SAGEFI (financement de la transition énergétique).

La mise en œuvre de la CoCEn ne se limite évidemment pas aux activités de l'administration cantonale. Les rôles et responsabilités sont partagés et concernent de nombreux acteurs:

- Les mesures concernant la consommation d'énergie des **bâtiments** sont au premier chef du ressort des **Cantons**. Ces derniers disposent donc de la compétence de légiférer dans ce domaine, d'octroyer des aides financières – afin d'inciter les propriétaires à assainir énergétiquement ou à construire de manière plus performante – et de promouvoir la qualité énergétique au travers de l'information et du développement de labels (Minergie) et de certificats (CECB).
- Les **communes** font partie des acteurs majeurs pour le déploiement de la politique énergétique. Ce sont elles, en effet, qui établissent les planifications territoriales au niveau local (planification directrice et plans d'affectation du sol) et qui délivrent les permis de construire. Elles veillent donc, sur le terrain, à la mise en œuvre de la législation sur l'énergie, en particulier par le biais de la **police des constructions**. Elles jouent également un rôle important au niveau de l'intégration de la réflexion énergétique dans **l'aménagement et le développement du territoire**, ainsi que dans leurs propres bâtiments, installations et infrastructures. Les plus grandes, grâce à leurs **services industriels** ou par les entreprises énergétiques dont elles sont actionnaires, bénéficient de moyens pour la mise en œuvre de mesures concrètes qui peuvent être exemplaires. Les communes sont également des relais importants dans la **communication et la prise d'opinion auprès des citoyens**. Les démarches participatives avec la population doivent se faire de concert avec elles. Sous certaines conditions, les communes peuvent prélever des **redevances** auprès des consommateurs finaux d'électricité (LSecEI, art. 20) afin, notamment, de mener une politique énergétique communale aussi active que possible. Le Canton les encourage et les soutient pour la réalisation de **concepts énergétiques communaux** ou la labellisation « Cité de l'énergie ».
- Les **professionnels** du bâtiment et des installations font souvent office de **prescripteurs** envers leurs clients. Il importe qu'ils soient aussi porteurs de la vision. Des actions spécifiques doivent avoir lieu dans ce sens, en veillant à ce qu'ils y trouvent aussi leur propre intérêt.
- L'**industrie et les services** représentent à eux seuls plus du tiers de la consommation d'énergie et sont très concernés par l'accroissement de l'efficacité énergétique. La mise en œuvre de mesures d'écologie industrielle et d'utilisation de rejets de chaleur sont deux exemples illustrant que la position des gros consommateurs est importante car elle détermine fréquemment l'acceptabilité et la rentabilité d'un projet. Les **infrastructures publiques** (eaux claires et usées, stations d'épuration, traitement des ordures), en général aux mains des communes, sont également concernées.

## Annexe 2: Rôles et responsabilités des parties prenantes

Conception cantonale de l'énergie

- Bien que, selon la Constitution fédérale (art. 89), ce soit le rôle de la **Confédération** de légiférer sur la consommation d'énergie des **installations, des véhicules et des appareils**, une politique cantonale active peut tout de même être menée dans ce domaine. Ainsi, le remplacement d'appareils peu efficaces est encouragé par l'intermédiaire des mesures proposées aux entreprises.
- Au niveau du développement des énergies renouvelables cependant, le Canton n'investit pas dans les équipements, mais considère que ce rôle incombe principalement aux **entreprises privées et aux services industriels**. Il revient cependant au Canton, ainsi qu'aux autres collectivités publiques, de documenter, planifier, conseiller, éventuellement subventionner, tout en se préoccupant de l'intégration et en cherchant à concilier intérêt général et intérêt particulier.
- La **sécurité d'approvisionnement** reste un thème plus que d'actualité dans lequel les réseaux jouent un rôle fondamental. Grâce aux nouvelles possibilités de production décentralisée d'énergie, ils vont encore gagner en importance en permettant le transfert d'énergie dans différentes directions et non plus seulement de la grosse centrale au petit consommateur. Bien que les conditions cadre soient fixées aux niveaux national et cantonal, les **fournisseurs et distributeurs d'énergie** sont impliqués dans tous les processus. Ils sont souvent en mains publiques.
- Au niveau du **grand public**, le temps des consommateurs passifs et captifs est bientôt révolu, en tout cas dans notre société vaudoise. Les consommateurs ont tendance à se professionnaliser et s'approcher de la figure de producteur. Notamment par le biais de connaissances acquises grâce à un accès croissant à l'information et en poursuivant des convictions d'ordre plus éthique ou politique. Ils deviennent

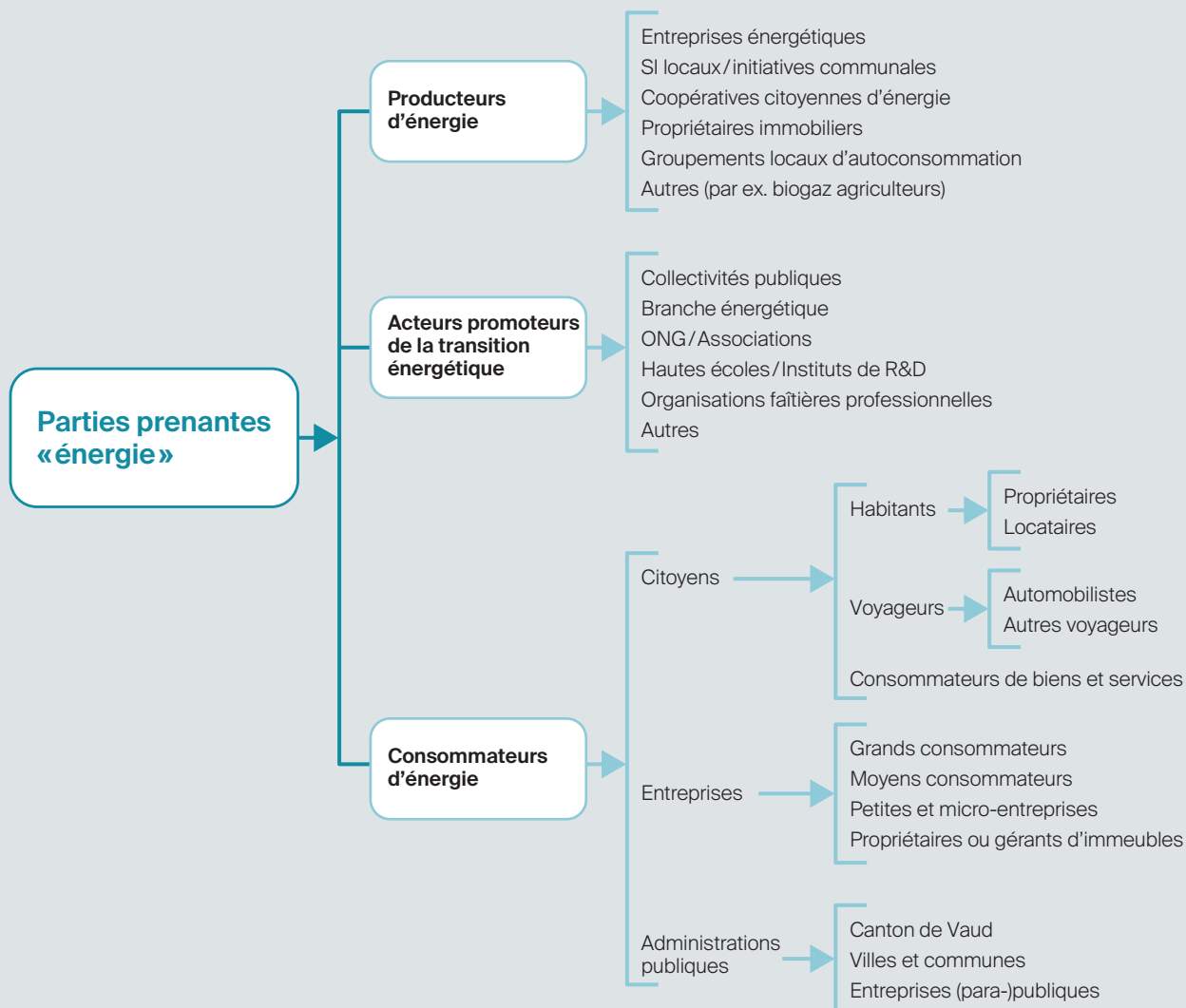
des « prosommateurs » ou « consom'acteurs » avec une plus grande part de responsabilité.

- Les **ONG, organisations faitières, fondations et autres associations** représentant divers groupes d'intérêts (construction, arts et métiers, immobilier, automobile, chambre économique, consommateurs, environnement, etc.), sont très concernés par la thématique de l'énergie. Considérés comme des parties prenantes importantes, ils sont et doivent donc, chaque fois que cela est possible, être consultés, voire associés aux réflexions de l'Etat, dans une logique de partenariat.
- Grâce à l'émulation produite par ses **hautes écoles et ses pôles de recherche**, la région fait partie des leaders mondiaux en termes d'innovation. L'économie en profite directement. Les écoles professionnelles et les hautes écoles jouent un rôle essentiel dans la formation initiale et continue, sans parler, bien entendu, des activités de recherche, de développement et d'appui aux autorités pour l'analyse et l'étude de thématiques en lien avec l'énergie. Cependant, à moyen terme, il manquera les milliers de professionnels bien formés nécessaires pour assurer la transition énergétique. Les établissements de **formation de base et de formation continue** de tous niveaux ont à jouer un rôle crucial à ce sujet.

Cette énumération souligne que les actions nécessaires à la réalisation de la vision énergétique ne peuvent pas être le fait de la DIREN ou du Canton seuls, mais impliquent un grand ensemble de parties prenantes.

La figure ci-après permet d'avoir une vision globale des publics cibles et des acteurs concernés par l'énergie. Elle présente les parties prenantes sous un autre point de vue, ce qui permet de mieux cerner leur diversité.

**Typologie des parties prenantes en lien avec l'énergie (Fig. A2-1)**



## Annexe 3: Mesures, objectifs et indicateurs du Programme de législature 2017-2022

Conception cantonale de l'énergie

Les mesures, objectifs et indicateurs du Programme de législature 2017-2022 (PL) en lien avec la politique énergétique sont concentrés et reproduits ci-dessous.

### Mesure 1.13 du PL

*Mettre en œuvre une politique environnementale cohérente: développer la Stratégie énergétique 2050. Elaborer une politique climatique cantonale cohérente par rapport aux lignes directrices fédérales et internationales. Gérer de manière durable les ressources naturelles, minérales et forestières du canton, en particulier la biodiversité, et en maintenant l'attractivité et la qualité du paysage naturel.*

Actions de cette mesure relatives à l'énergie et au climat:

- Exploiter toutes les opportunités de simplifications procédurales et administratives en faveur des installations photovoltaïques (notamment en facilitant la mise en œuvre de l'art. 18a LAT);
- Etablir un plan climat cantonal, centré sur les mesures d'adaptation aux changements climatiques et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>;
- Réaliser une politique intégrée de la gestion des ressources naturelles, des sols, du sous-sol et des eaux souterraines et élaborer une loi sur le sous-sol; réaliser une stratégie pour la gestion du risque de pénurie en eau.

Actions déjà en cours relatives à l'énergie et au climat:

- Soutenir les projets porteurs en matière d'efficacité énergétique et d'énergies renouvelables au moyen du fonds cantonal pour l'énergie;
- Développer les filières de valorisation du bois de service et du bois énergie.

### Mesure 2.2 du PL

*Contribuer à dynamiser et diversifier l'économie vaudoise par des conditions cadres favorisant l'attractivité économique du canton, la compétitivité des entreprises ainsi que l'écosystème de l'innovation dans la perspective de créer durablement des activités et des emplois dans le canton de Vaud et la Suisse occidentale.*

Action de cette mesure relatives à l'énergie et au climat:

- Développer le secteur porteur des cleantech, en particulier dans le domaine énergétique.

### Mesure 2.8 du PL

*Poursuivre une politique active en faveur d'une mobilité sûre et de qualité.*

Action de cette mesure relatives à l'énergie et au climat:

- Encourager le développement de la mobilité non-polluante, en respectant la priorité donnée au transfert modal, tout en favorisant particulièrement l'autopartage et les modalités du même ordre.

### Mesure 3.5 du PL

*Poursuivre la simplification des processus administratifs et des formalités administratives; la modernisation des pratiques de l'administration; le réexamen de ses standards techniques.*

Action de cette mesure relatives à l'énergie et au climat:

- Analyser et modifier les standards pratiqués dans la construction des bâtiments de l'Etat tout en poursuivant les recherches d'économie d'énergie.

### Mesure 3.6 du PL

*Encourager la participation à la vie citoyenne et aux projets publics.*

Action de cette mesure relatives à l'énergie et au climat:

- Encourager et développer les processus participatifs et les coopératives citoyennes (par exemple sur les projets de construction ou d'installations énergétiques).

Le programme de législature contient d'autre part un engagement de l'Etat de Vaud pour le développement durable (compatible avec l'Agenda 2030 des Nations Unies) décliné en plusieurs objectifs, dont ceux concernant l'énergie et le climat cités ci-dessous.

### Objectif 2

*Action contre le réchauffement climatique, promotion des énergies renouvelables et des transports publics.*

L'enjeu est de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, principal gaz à effet de serre. De manière générale, il s'agit de faire converger les politiques publiques, programmes et projets vers les objectifs de la « société à 2'000 watts » en agissant particuliè-

### Annexe 3: Mesures, objectifs et indicateurs du Programme de législature 2017-2022

Conception cantonale de l'énergie

rement sur l'aménagement du territoire, les constructions, la mobilité, l'efficacité énergétique, la consommation et le recours accru aux énergies renouvelables. Ces stratégies seront notamment développées dans le cadre de la gestion et de l'entretien du parc immobilier de l'Etat, du plan climat cantonal et de la Conception cantonale de l'énergie. Cet objectif se mesure sur la base de trois indicateurs: l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub>, l'augmentation de la consommation d'énergies renouvelables et le taux de pénétration des abonnements de transports publics. Les deux premiers sont reproduits ci-dessous:

Indicateur: Emissions de CO<sub>2</sub>

Production estimée en millions de tonnes par an pour les produits pétroliers (combustibles pétroliers et carburants), l'électricité, le gaz, le charbon.

| Cibles du PL | 2004 | 2007 | 2012 | 2015 | 2016 | 2022 | 2035 | 2050 |
|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|              | 3,5  | 3,2  | 3,3  | 3,0  | 3,1  | 2,6  | 2,3  | 1,5  |

Indicateur: Energies renouvelables

Part des énergies renouvelables dans la consommation finale d'énergie.

| Cibles du PL | 2004 | 2008 | 2015  | 2016  | 2022 | 2035 | 2050 |
|--------------|------|------|-------|-------|------|------|------|
|              | 6,1% | 9,6% | 12,8% | 13,3% | 17%  | 35%  | 50%  |

### Objectif 3:

*Préservation de l'environnement et utilisation efficace des ressources naturelles.*

Il s'agit de veiller à la préservation, la valorisation et l'utilisation efficace des ressources naturelles, qu'il s'agisse de l'eau, de l'air, du sol, des forêts, des paysages ou de la biodiversité. Les politiques publiques doivent converger et produire des effets positifs sur les plans environnementaux et sociaux. Cet objectif sera évalué en fonction de l'évolution des travaux de renaturation des cours d'eau et de l'augmentation des surfaces forestières laissées à leur évolution naturelle. Il n'y a donc pas d'indicateurs prévus dans le domaine de l'énergie.



## Annexe 4: Indicateurs stratégiques et opérationnels

Conception cantonale de l'énergie

Le tableau ci-dessous vise à mettre en lien une pyramide des indicateurs, depuis les indicateurs stratégiques (en haut) jusqu'aux indicateurs purement opérationnels (tout en bas). Il fait ainsi office de lignes directrices. Certains sont d'ores et déjà exploités dans le cadre du «Tableau de bord vaudois de l'énergie» comme relaté au chapitre 3 «Etat des lieux».

La mise en œuvre d'indicateurs, ainsi que la collecte des données relatives permet de suivre l'évolution effective (et chiffrée) en lien avec les objectifs fixés. Cette mise en œuvre fera l'objet d'un ou plusieurs projets à part entière. Par souci d'efficacité, il convient dans cette démarche de faire preuve de pragmatisme.

D'une part, en identifiant les indicateurs et données les plus déterminants, afin de concentrer l'effort sur la collecte des données les plus significatives pour compiler le chiffrage des objectifs.

D'autre part, en gérant avec discernement la difficulté à recueillir bon nombre de données, en renonçant purement et simplement dans certains cas à collecter des données du terrain.

### Lignes directrices pour l'élaboration des indicateurs (Fig. A4-1)

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Emissions de CO<sub>2</sub> VD</b><br>(t CO <sub>2</sub> /an)  |   |   |
| <b>« Autosuffisance » énergétique renouvelable VD</b><br>Part d'énergie renouvelable VD produite par rapport à la consommation finale VD<br>(% réel)  |   |   |
| <b>Consommation d'énergie finale totale VD</b><br>(MWh réel/an)   | <b>Production d'énergie renouvelable totale VD</b><br>(MWh réel/an)   |   |
| <b>Consommation VD par type de besoin</b><br>(habitat, industrie, mobilité)<br><br><b>et par agent énergétique</b><br>(électricité, mazout, gaz, diesel, essence, bois, géothermie, PAC, autres, CCF?, CAD?, origine VD ou importée)<br>(MWh réel/an) | <b>Production VD par agent énergétique</b><br>– <b>électricité</b> hydraulique, éolienne, solaire, bois, géothermie, biomasse / déchets, autres<br>– <b>thermique</b> solaire, bois, géothermie, PAC, biomasse, déchets, rejets<br>– biogaz, autres <b>carburants</b> renouvelables<br>– électricité non renouvelable VD, thermique non renouvelable VD)<br>(MWh réel/an) |   |
| <b>Energie économisée par type de besoin et par agent énergétique</b><br>(kWh annuel théoriquement économisé par les actions de l'année concernée)  | <b>Capacité de stockage installée à utilisation court terme et à utilisation saisonnière</b><br>(kW installés par les actions de l'année concernée)   | <b>Energie nouvellement produite par agent énergétique</b><br>(kWh annuel théoriquement nouvellement produits par les actions de l'année concernée) |
| <b>Indicateurs de performance généraux</b><br>(par ex.: taux de rénovation des bâtiments VD, part des véhicules électriques dans le parc VD)  |   |   |
| <b>Indicateurs de performance par projet / activité</b><br>(par ex.: nombre de subventions spécifiques octroyées)   |   |   |

## Annexe 5: Financement de la mise en œuvre de la CoCEn 2019

Conception cantonale de l'énergie

### Introduction

La CoCEn 2019 fixe un cadre et propose des objectifs qui doivent ensuite être mis en œuvre par le Conseil d'Etat avec une vision à moyen et à long terme.

C'est dans le *Plan cantonal de l'énergie* (PCEn) que sera défini le dispositif de mise en œuvre concrète avec, notamment, le descriptif d'une première série de mesures à court terme (à l'horizon 2025) accompagnée des données budgétaires ainsi que de celles relatives à leur financement.

Cette annexe a pour but de préciser le contexte dans lequel la planification financière de cette première étape de mise en œuvre de la CoCEn 2019 va s'inscrire.

### Données de base

#### Recettes

Aujourd'hui la politique énergétique cantonale est financée par :

- Une taxe sur l'électricité de 0,18 ct par kWh prélevée auprès de tous les consommateurs finaux du canton (LVLÉne, art. 40) et qui génère un revenu de l'ordre de CHF 7'600'000 par année;
- Le solde du «Programme 100 mios» lancé en janvier 2012 (y compris la réserve de 10 millions);
- Une dotation exceptionnelle de 5 x 2 millions par année qui figurera au budget entre 2020 et 2024, constituant une mesure d'impulsion non pérenne décidée en 2018 par le Conseil d'Etat;
- La participation de la Confédération aux subventions du «Programme Bâtiments» (appelées «contributions globales»), montants provenant de la taxe CO<sub>2</sub> perçue sur les combustibles fossiles au niveau fédéral.

Ces montants sont déposés dans le fonds pour l'énergie.

A cela s'ajoutent encore :

- Le budget ordinaire de fonctionnement de l'Etat;
- Un émolument sur l'électricité de 0,02 ct par kWh.

#### Dépenses

Le fonds pour l'énergie est utilisé pour financer :

- Le subventionnement des citoyens et des entreprises pour la mise en œuvre de mesures énergétiques, principalement à travers le «Programme Bâtiments». Ces subventions «mesures directes» peuvent générer d'importantes retombées économiques;
- Les projets de politique énergétique relevant de mesures «indirectes» telles que l'information, la formation, les mesures de sensibilisation, les études, etc.;

- Les derniers projets du «Programme 100 mios» encore en cours;
- En partie, le fonctionnement de la DGE-DIREN (notamment salaires, auxiliaires, mandats).

### Financement de la mise en œuvre de la CoCEn 2019: nouvelle politique énergétique (NPE)

#### Hypothèses

Il est prévu que le «Programme Bâtiments» de la Confédération s'interrompe en 2025, entraînant ainsi l'arrêt des contributions fédérales élevées dont auront pu bénéficier jusqu'à cette date les Cantons. Dans un domaine évoluant aussi rapidement que celui de l'énergie, il est difficile aujourd'hui de se faire une idée raisonnablement précise de ce que sera le contexte politique, législatif et financier après 2025. Dès lors, les projections qui suivent se limitent à cette date. On peut pressentir la mise en œuvre, après la phase d'aides financières, d'une politique plus coercitive, sous la pression de la Confédération.

Vu les montants très élevés (provenant de la taxe sur le CO<sub>2</sub>) octroyés par la Confédération aux Cantons jusqu'en 2025, il est considéré comme absolument prioritaire de profiter au maximum de cette opportunité, tout particulièrement eu égard aux importantes retombées économiques que cela représente pour notre canton.

#### Dépenses

Les coûts de la mise en œuvre de la «nouvelle politique énergétique» (NPE), telle qu'elle est décrite dans la CoCEn, sont basés sur les principales hypothèses suivantes :

- Le «Programme Bâtiments» de la Confédération et des Cantons est maintenu jusqu'en 2025 avec un renforcement de la part cantonale (12 mios par année, soit 4 mios de plus qu'en 2018) dès 2019, dans le but de bénéficier au maximum d'une part fédérale qui s'élève à quelque 35 millions de francs par année;
- Environ 6 à 8 mios par année dès 2019 (soit 1 à 3 mios de plus qu'en 2018) sont consacrés aux autres subventions (bois, CECB Plus, stockage, etc.), ainsi qu'à de nouvelles actions découlant de la CoCEn, incluant notamment:
  - Le programme Equiwatt, budgété à environ 7 mios de 2019 à 2025;
  - Un plan d'action en lien avec la mobilité, budgété à environ 10 mios de 2019 à 2025;
  - Diverses autres mesures figurant dans la CoCEn 2019, budgétées à environ 13 mios de 2019 à 2025.

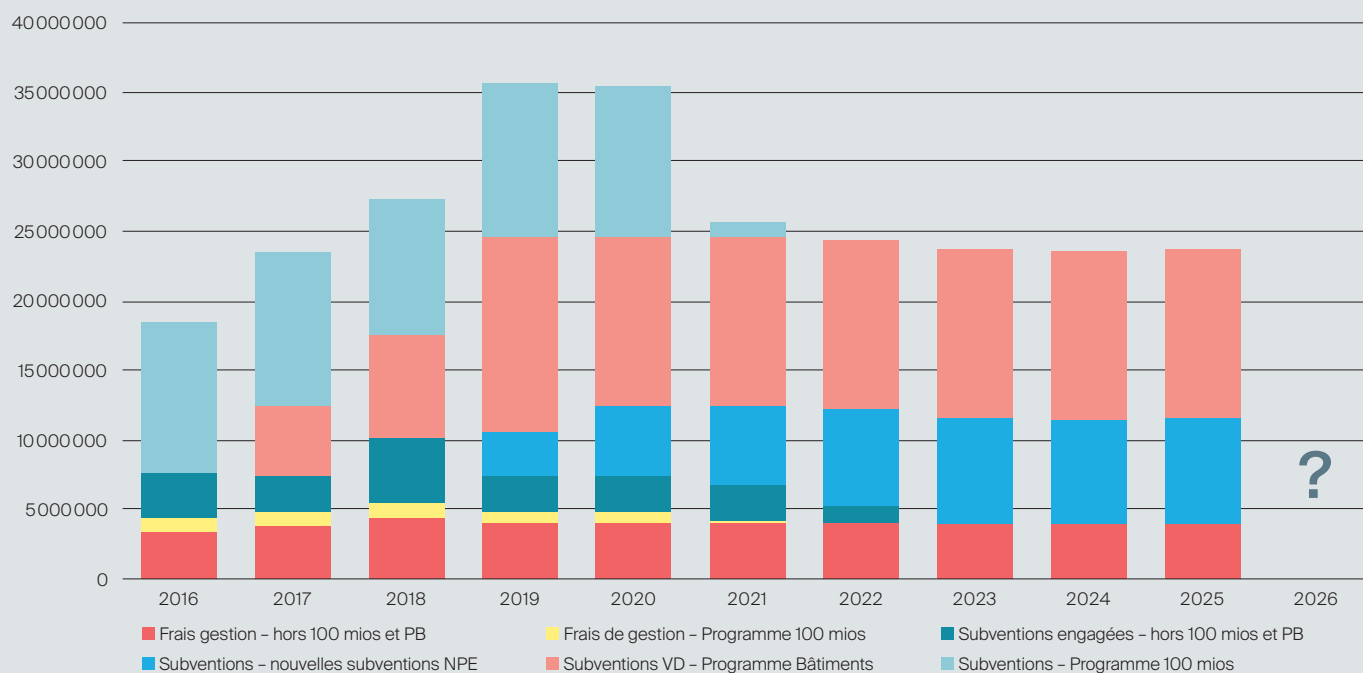
Par rapport à la situation de l'année 2018, la mise en œuvre de la NPE représente donc environ 5 mios de francs de dépenses supplémentaires par année.

## Annexe 5: Financement de la mise en œuvre de la CoCEn 2019

Conception cantonale de l'énergie

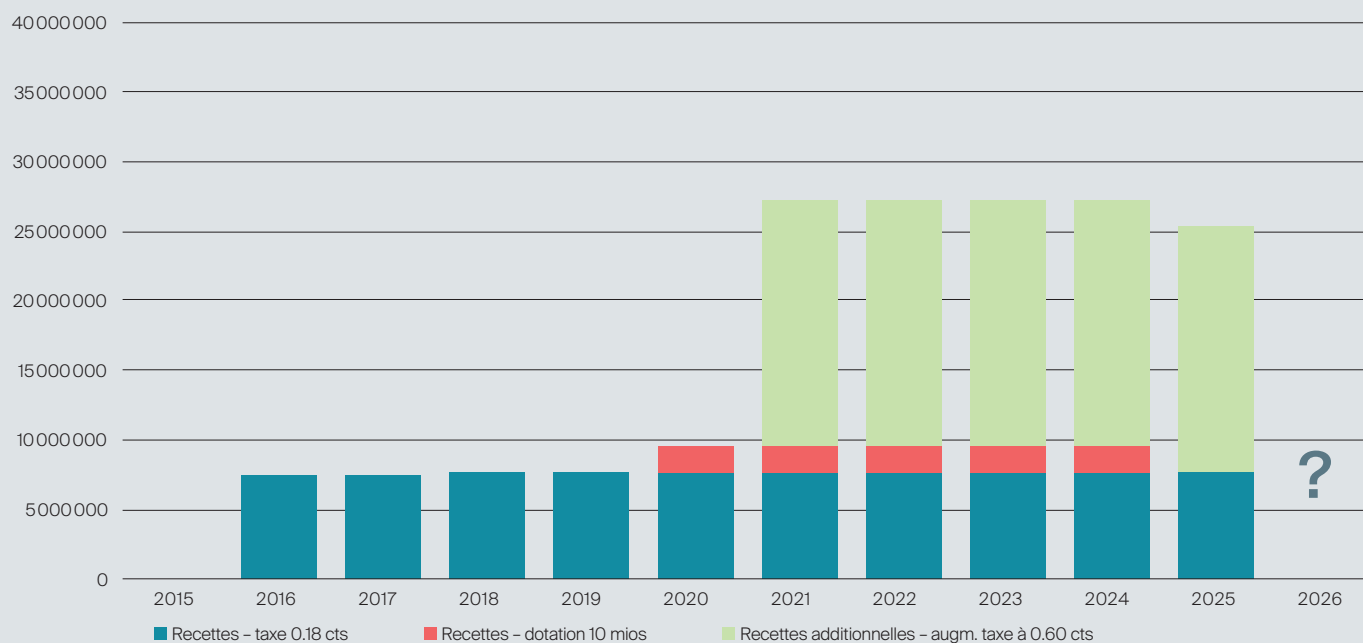
### Montants prélevés sur le fonds pour l'énergie – mise en œuvre de la CoCEn 2019 (Fig. A5-1)

N.B.: la part des subventions financées par la Confédération ne figure pas sur ce graphique



### Recettes du fonds pour l'énergie – mise en œuvre de la CoCEn 2019 (Fig. A5-2)

N.B.: la part de la Confédération ne figure pas sur ce graphique



**Recettes**

En dehors du solde du «Programme 100 mios» et de la dotation exceptionnelle de 5 x 2 millions mentionnés dans les données de base, la CoCEn 2019 est financée jusqu'en 2025 par:

• *Le «Programme Bâtiments»*

Ce programme représente la plus grande partie des montants engagés par la politique énergétique (en 2017, par exemple, 29,6 millions ont été financés par la Confédération et 5,3 millions par le Canton de Vaud). La durée du «Programme Bâtiments» n'étant pas garanti au-delà de 2025 et le rapport entre la part cantonale et la part fédérale étant particulièrement favorable, il est prévu de faire bénéficier au maximum le canton de Vaud de cette situation tant que cela est possible. Un *montant annuel d'environ 35 millions provenant de la Confédération* s'ajoute donc aux recettes purement cantonales représentées dans le graphique ci-dessous. Ce montant n'est bien entendu versé que pour autant que le Canton participe pour environ le tiers de cette somme.

• *La taxe cantonale sur l'électricité*

Afin de financer les nouvelles actions découlant de la CoCEn et, surtout, pour bénéficier de l'importante manne fédérale, il est nécessaire d'augmenter le montant de la taxe cantonale sur l'électricité, actuellement plafonnée à 0,2 ct par kWh.

Une taxe de 0,6 ct par kWh permet de mettre en œuvre la NPE et de la financer à hauteur d'environ 25 mios par année. Pour un ménage type (4'500 kWh/an), cette taxe représente un coût annuel de CHF 27.-. Pour un client industriel type (500'000 kWh/an), cette taxe représente un coût annuel de CHF 3'000.-. Une taxe de 0,6 ct/kWh représente environ la moitié de celle qui est perçue par les Cantons du Tessin, de Genève et d'Obwald, qui sont les plus «avancés» en la

matière, mais bien en-deçà du Canton de Bâle-Ville, qui perçoit 5,8 cts/kWh de taxes cumulées (dont l'une, de 4 cts/kWh, est purement incitative et entièrement redistribuée indépendamment de la consommation).

**Retombées économiques**

La plus grande partie des dépenses sont engagées sous forme de *subventions*. S'agissant du «Programme Bâtiments», l'argent prélevé par l'intermédiaire de la taxe sur l'électricité permet de mettre sur pied un programme de subventionnement qui, augmenté de la part fédérale, fait que des montants bien supérieurs à celui de la taxe retournent finalement aux citoyens et aux entreprises. Cet effet multiplicateur du «Programme Bâtiments» est illustré dans le graphique 3.

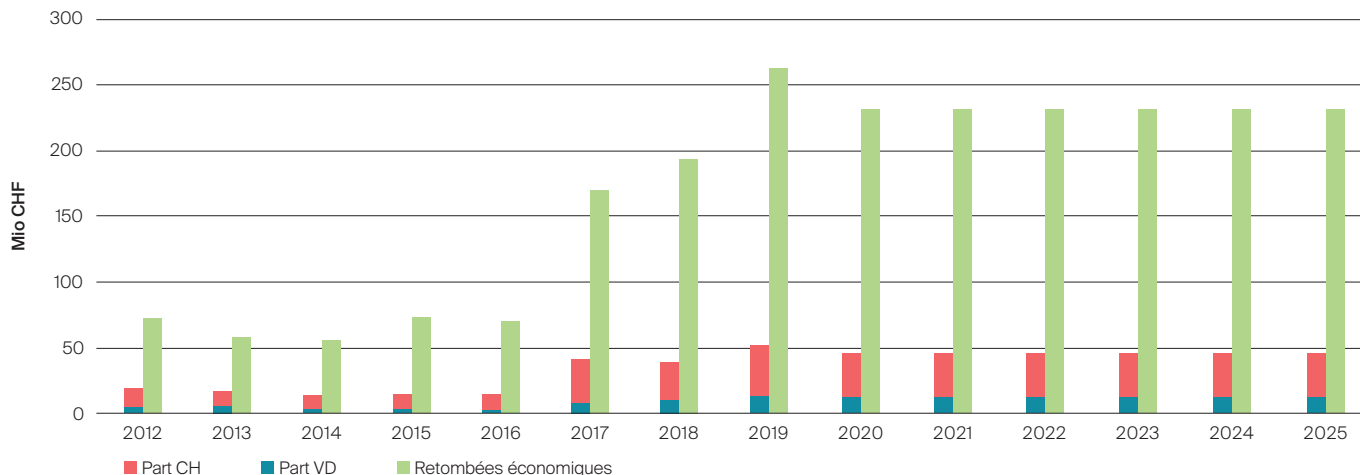
De plus, les subventions génèrent des retombées économiques par les travaux qui sont réalisés dans le canton. Les ordres de grandeur sont les suivants (rapport entre le montant de la subvention cantonale et le montant total des travaux réalisés dans le canton, «déclenchés» par la subvention):

- facteur de l'ordre de 15 à 20 pour le «Programme Bâtiments»;
- facteur de l'ordre de 4 à 5 hors «Programme Bâtiments».

Cette conséquence particulièrement importante est également illustrée par le graphique 3. Celui-ci met en évidence le fait que plus de 680 millions de francs de travaux ont déjà été générés dans le canton entre 2012 et 2018 grâce au «Programme Bâtiments». Il montre surtout le fait que les conditions particulièrement favorables qui vont continuer à prévaloir jusqu'en 2025 permettront de faire encore mieux et de générer près de 1,64 milliard de travaux de 2019 à 2025 à la condition, bien entendu, que notre canton soit en mesure de continuer à fournir une part cantonale suffisante.

**Comparaison entre les montants perçus par l'intermédiaire de la taxe sur l'électricité vaudoise et les subventions octroyées, d'une part, ainsi que le montant des travaux réalisés, d'autre part (Fig. A5-3)**

*Seul l'effet généré par le «Programme Bâtiments» est représenté. Les subventions sont basées sur les montants octroyés afin de permettre une comparaison entre les années. La taxe sur l'électricité, actuellement de 0,18 ct/kWh, est augmentée à 0,6 ct/kWh à partir de 2021.*



**Effet sur l'emploi**

Les retombées économiques mentionnées ci-dessus ont un effet très positif sur l'emploi, en particulier dans le domaine du bâtiment. Toutefois, cet effet ne se limite pas à ce domaine.

Pour évaluer l'impact, en termes d'emplois, de la mise en œuvre de la nouvelle politique (NPE) décrite dans la CoCEn, l'Energy Center de l'EPFL a réalisé une simulation à l'aide du calculateur Vaud-Energyscope. Ce dernier est un programme informatique sophistiqué adapté à la situation vaudoise à partir du calculateur Swiss-Energyscope.

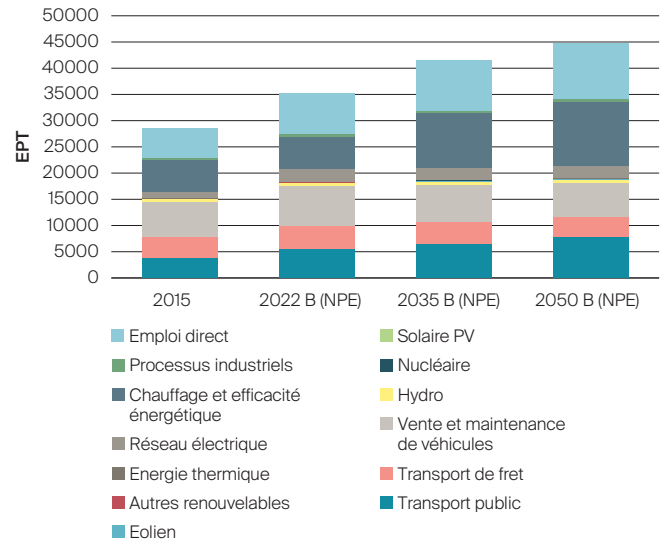
Le calcul différencie les emplois directs (reliés aux changements qui affectent une activité économique donnée) des emplois indirects (induits par les changements structurels de l'économie). Les résultats sont regroupés dans les catégories suivantes :

- Transport public ;
- Transport marchandises ;
- Commerce et réparation de véhicules ;
- Hydro ;
- Nucléaire ;
- Solaire PV ;
- Eolien ;
- Autres renouvelables ;
- Industrie fossile ;
- Commerce et distribution d'électricité ;
- Bâtiments & Chauffage ;
- Procédés industriels ;
- Emploi indirect.

Les résultats montrent que l'introduction de cette « nouvelle politique énergétique » dans notre canton va faire progresser l'emploi dans les secteurs en lien avec le domaine de l'énergie, par rapport à l'année 2015, d'environ 23% d'ici à 2022 et de quelque 48% d'ici à 2035.

**Effet sur l'emploi de la mise en œuvre de la « nouvelle politique énergétique » (Fig. A5-4)**

Calculations effectuées à l'aide du programme Vaud Energyscope de l'Energy Center de l'EPFL



**Evolution du fonds pour l'énergie**

Le graphique 5 ci-après présente l'évolution du fonds pour l'énergie sur la base des hypothèses et projections mentionnées plus haut.

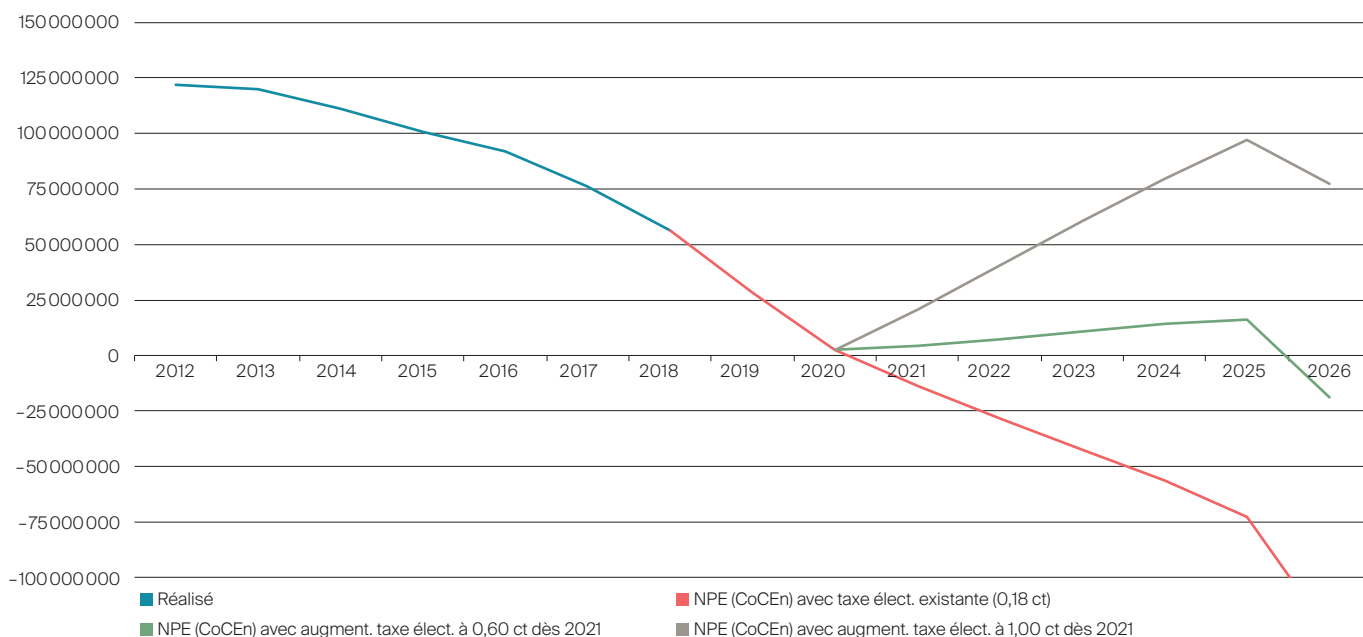
On peut relever :

- sans évolution du montant de la taxe sur l'énergie, le fonds est épuisé approximativement en 2020 ;
- une taxe à 0,60 ct/kWh au plus tard au 1<sup>er</sup> janvier 2021 permet d'assurer la mise en œuvre de la CoCEn jusqu'en 2025 et de mettre en œuvre le « Programme Bâtiments » avec un maximum de retombées économiques pour le canton ;
- à titre indicatif, l'effet d'une taxe de 1 ct/kWh dès 2021 est représenté sur le graphique ;
- la tendance représentée en 2026 est fondée sur l'hypothèse d'un « Programme Bâtiments » financé entièrement par le Canton (donc à la suppression des contributions globales de la Confédération).

## Annexe 5: Financement de la mise en œuvre de la CoCEn 2019

Conception cantonale de l'énergie

Evolution du fonds pour l'énergie avec trois variantes de taxe sur l'électricité (Fig. A5-5)



### Prochaines démarches

L'analyse financière étant posée, il convient de proposer une solution de financement qui permette de déployer aussi rapidement que possible cette nouvelle politique énergétique, tout particulièrement pour tirer parti des opportunités exceptionnelles qu'offre le « Programme Bâtiments » jusqu'en 2025.

Au vu des besoins, cette solution passe essentiellement par une révision de la taxe sur l'électricité, ce qui nécessitera une modification de l'article 40 de la loi vaudoise sur l'énergie (LVLEne). Le fonds pour l'énergie s'épuisant rapidement, cette démarche est à entreprendre de manière prioritaire, en parallèle avec l'élaboration du « Plan cantonal pour l'énergie », qui présentera de façon détaillée les besoins et les mesures à mettre en œuvre.

Afin d'assurer une continuité de la politique énergétique que mène notre Canton, il est nécessaire que son financement soit assuré dès 2020.



## Annexe 6: Fiches d'objectifs sectoriels stratégiques

Conception cantonale de l'énergie

### Axe stratégique Consommation

|    |   |    |
|----|---|----|
| C1 | Réduire la consommation des énergies dans l'habitat.....                    | 64 |
| C2 | Réduire la consommation des énergies dans l'industrie et les services.....  | 67 |
| C3 | Réduire la consommation des énergies dans la mobilité.....                  | 70 |
| C4 | Réduire la consommation des énergies dans les collectivités publiques ..... | 74 |

### Axe stratégique Production

|    |  |     |
|----|--|-----|
| P1 | Développer la production de chaleur et d'électricité solaire .....   | 76  |
| P2 | Développer la production d'électricité éolienne.....   | 82  |
| P3 | Maintenir et développer la production d'électricité hydraulique .....  | 85  |
| P4 | Développer la production de chaleur et d'électricité par le bois-énergie.....                                    | 88  |
| P5 | Développer la production de chaleur et d'électricité par la géothermie de moyenne et grande profondeurs.....     | 92  |
| P6 | Développer la production de chaleur et de froid par la chaleur ambiante de l'environnement.....                  | 97  |
| P7 | Développer la valorisation des rejets de chaleur et la production d'énergie par la biomasse et les déchets ..... | 101 |

### Axe stratégique Infrastructures

|    |   |     |
|----|---|-----|
| I1 | Améliorer la résilience du Canton en cas de panne électrique .....                                    | 108 |
| I2 | Adapter les réseaux électriques, y compris pour la mobilité électrique.....                           | 111 |
| I3 | Développer les infrastructures de stockage des énergies et favoriser la convergence des réseaux ..... | 115 |
| I4 | Développer les réseaux thermiques .....   | 118 |
| I5 | Redéfinir le rôle du gaz dans la distribution et le stockage d'énergie.....                           | 121 |

## Axe stratégique – Consommation

# Réduire la consommation des énergies dans l'habitat

## Cible(s)

- Résidents dans le canton
- Propriétaires privés et institutionnels, PPE, coopératives, sociétés immobilières

## DESCRIPTIF

## Contexte

La consommation d'énergie du secteur de l'habitat représente d'une part 38% de la consommation totale d'électricité et d'autre part 48% de la consommation totale des combustibles. Le potentiel d'économie d'énergie associé à ce secteur est considérable, notamment du point de vue de la réduction de la consommation liée au chauffage. Ce gisement d'économie d'énergie est malheureusement difficile à mobiliser à cause des longs cycles de vie des bâtiments. Le taux de rénovation est aujourd'hui estimé à 0.8% dans le canton de Vaud (0.9% au niveau fédéral). Un taux d'au moins 1.5%

sur plusieurs décennies serait nécessaire afin d'atteindre les objectifs d'économies d'énergie fixé par la Confédération. Du point de vue de la consommation électrique, les prévisions de réduction de la consommation sont rendues compliquées par les incertitudes liées à la constante augmentation des dispositifs électriques dans les ménages, ainsi qu'à la réelle capacité d'avoir un impact sur les changements de comportement. L'auto-consommation d'électricité produite localement devrait jouer un rôle positif sur les besoins en apports externes. Bien que marginaux en ce qui concerne la consommation d'énergie, les bâtiments neufs, jouent un rôle d'entraînement et

d'établissement de standards qui se répercutent sur le domaine de la construction en général. L'augmentation de la population est un facteur d'importance majeure à considérer dans les prévisions de consommation.

## Périmètre

Encouragement à la rénovation de l'environnement bâti résidentiel (bâtiments construits avant 2000) et aux actions favorisant la réduction de la consommation électrique et d'énergie en général dans les ménages.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes   | Intérêts   |
|---|--|
| 1 <b>Professionnels du bâtiment</b> (entreprises générales, architectes, ingénieurs, artisans, associations professionnelles, etc.)   | Développement des affaires.  |
| 2 <b>Consommateurs d'énergie</b> (propriétaires privés, PPE, coopératives, sociétés immobilières, gérances/régies, chambres immobilières, associations de locataires, etc.) | Augmenter le confort et réduire les coûts.   |
| 3 <b>Distributeurs d'énergie</b> (GRD, services industriels, vendeurs d'énergie fossile, etc.)  | Maintenir le marché existant et/ou développer de nouveaux marchés.   |
| 4 <b>Equipementiers</b> (vendeurs d'équipements et matériaux, vendeur des technologies/produits pour la maîtrise de la demande d'énergie, etc.)                             | Maintenir le marché existant et/ou développer de nouveaux marchés.   |
| 5 <b>Institutions financières</b>   | Développement des affaires.  |
| 6 <b>Services spécialisés communaux et cantonaux</b>  | Respect de législations parfois contradictoires (patrimoine, aménagement du territoire, environnement, protection incendie, énergie, etc.) |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action  |
|----------------------------|---|---|
| <b>Economique</b>          | Taille de l'investissement et retour sur l'investissement.<br>Coût bas de l'énergie.  | <i>Financiers</i> : subventions (CH, VD, communes), déductions fiscales, taux d'intérêt favorable et garantie sur le prêt.  |
| <b>Acceptation sociale</b> | Répercussion sur les loyers, inconfort pendant les travaux, inconfort lié au changement de comportement, méconnaissance.                                      | <i>Législatifs</i> : législations plus contraignantes sur la performance énergétique des bâtiments et des appareils électriques, adaptation du droit du bail, labels énergétiques, CECB; renforcement des contrôles des permis de construire et de l'exécution. |
| <b>Autres</b>              | Nouveaux besoins et systèmes énergétiques qui augmentent la consommation électrique.<br>Difficulté de faire respecter les règles de police des constructions. | <i>Informatifs</i> : actions de sensibilisation, formation des professionnels, information aux MO, formation dans les écoles; exemplarité des bâtiments des collectivités publiques.  |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Augmenter le taux et la qualité de rénovation énergétique de bâtiments résidentiels.
- Accroître la performance énergétique des bâtiments neufs (climatiquement neutres, autonomes).
- Réduire la consommation électrique dans les ménages.
- Favoriser les économies d'énergie comportementales.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an]   |  | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |  |
|----------------------------------|---|--|---|--|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | 1'295 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'197 [GWh <sub>th</sub> /an]  |  | 5'492 [GWh/an]                                |  |
| <b>Situation 2015</b>            | 1'562 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'225 [GWh <sub>th</sub> /an]  |  | 5'787 [GWh/an]                                |  |
| <b>Objectif 2022</b>             | <b>Evolution PAR</b> <sup>29</sup><br>1'730 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'110 [GWh <sub>th</sub> /an]  | <b>Objectifs NPE</b> <sup>30</sup><br>1'669 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'093 [GWh <sub>th</sub> /an] | <b>Evolution PAR</b><br>5'840 [GWh/an]        | <b>Objectifs NPE</b><br>5'762 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 1'906 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'868 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 1'706 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'705 [GWh <sub>th</sub> /an]                                       | 5'774 [GWh/an]                                | 5'411 [GWh/an]                         |
| <b>Objectif 2050</b>             | 2'099 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'565 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 1'739 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'237 [GWh <sub>th</sub> /an]                                       | 5'664 [GWh/an]                                | 4'976 [GWh/an]                         |
| <b>Potentiel</b>                 | 20-25% de réduction de la consommation électrique pro capita.<br>70-80% de réduction de la consommation thermique pro capita.<br>Il s'agit des potentiels d'économie d'énergies sociétale, réf. 2010. |  |   |  |

29 / PAR: Politique actuelle de référence

30 / NPE: Nouvelle politique énergétique

## HYPOTHESES / SOURCES

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <b>Potentiel</b>   | Réduction de la consommation électrique pro capita estimée sur la base du document suivant: «Estimating the potential for electricity savings in households», Energy Economics, 2017, ETH.<br>Réduction de la consommation thermique pro capita estimée sur la base des documents suivants: MoPEC 2014, «Understanding and bridging the energy performance gap in building retrofit». Energy Procedia, 2017, Université de Genève.   |  |   |
| <b>Situation 2000</b><br>(Estimations)                         | 1'295 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'197 [GWh <sub>th</sub> /an]   |  |   |
| <b>Situation 2015</b><br>(Estimations)                         | 1'562 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'225 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>STAT VD 2015 pour les consommations électriques et consommations thermiques (combustibles) totales du canton.<br>La consommation électrique de l'habitat représente environ 38 % de la consommation électrique totale, c'est à dire 1'562 GWh.<br>La consommation thermique dans l'habitat représente environ 48 % de la consommation totale de combustibles du canton, c'est-à-dire 4'225 GWh.  |  |   |
| Hypothèses   |  |  |   |
| <b>Période concernée</b>                                       | <b>Générales</b>   | <b>Evolution PAR</b>   | <b>Objectifs NPE</b>  |
| <b>2015 → 2022</b><br><b>2022 → 2035</b><br><b>2035 → 2050</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Augmentation de la population selon les projections de STAT VD (scénario moyen, <a href="http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DomID=36">http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DomID=36</a>).</li> <li>– Réduction de la consommation électrique due aux changements de comportement et à l'amélioration du standard énergétique des appareils électriques: jusqu'à 2022 -0.25%/an, 2022-2050 -0.5%/an.</li> <li>– Projections de construction de nouveaux bâtiments selon les prévisions de la BCV jusqu'à 2030 («Logements vaudois: vers l'abondance», Observatoire BCV de l'économie vaudoise) et même rythme de construction estimé jusqu'à 2050.</li> <li>– Augmentation de la consommation électrique des PAC due à leur accroissement en vue des objectifs sectoriels de production des PAC pour chaque scénario.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Taux de rénovation actuel des bâtiments maintenu jusqu'à 2050 (estimé des résultats du Programme Bâtiments).</li> <li>– Programme Bâtiments ou équivalent maintenu jusqu'en 2050.</li> <li>– «Performance gap» dans la rénovation de bâtiments réduit de 15 % par rapport à 2015 entre 2022 et 2035 et de 25 % entre 2035 et 2050.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Taux de rénovation des bâtiments multiplié par 1.5 entre 2022 et 2050 (par le biais d'une intensification proportionnelle des efforts dans le Programme Bâtiments ou équivalent).</li> </ul> |

Axe stratégique – Consommation

Cible(s)

– Entreprises GC/MC  
(secteurs secondaire et tertiaire)

# Réduire la consommation des énergies dans l'industrie et les services

## DESCRIPTIF

### Contexte

L'amélioration de l'efficacité énergétique au sein des entreprises fait l'objet de davantage d'attention des pouvoirs publics que par le passé. Cela s'explique par le fait que le potentiel d'économie d'énergie associé aux secteurs secondaire et tertiaire est considérable: la consommation d'énergie dans l'industrie et les services correspond à environ 57% de la consommation électrique totale et à environ 52% de la consommation totale des combustibles. La loi sur l'énergie révisée comporte plusieurs dispositions concernant les grands consommateurs d'énergie. Ceux-ci doivent s'engager dans le cadre de conventions d'objectifs d'amélioration de leur efficacité énergétique. Le Canton exerce un rôle de soutien et de contrôle, et, dans certain cas, il peut imposer des mesures pour autant qu'elles soient raisonnables

(au sens de la loi). Les nouveaux projets entrant dans la catégorie des grands consommateurs sont tenus d'analyser plusieurs variantes favorisant l'efficacité énergétique et l'approvisionnement en énergie renouvelable, et sont soumis à une autorisation spéciale délivrée par le Canton. Dans le cadre de la législation en vigueur, les entreprises qui ne sont pas concernées par les dispositions sur les grands consommateurs ne sont pas soumises au respect d'objectifs d'amélioration de leur efficacité énergétique. Toutefois, le Canton apporte – notamment aux consommateurs moyens – un soutien afin de les aider à promouvoir les économies d'énergie. Il est bien souvent constaté que le niveau de rentabilité et le retour d'investissement des projets d'efficacité énergétique ne sont pas suffisamment incitatifs; ces projets ont de la peine à bénéficier de levée de fonds au sein des entreprises à cause de la con-

currence avec d'autres investissements plus directement liés au développement des affaires. Afin d'atteindre les objectifs ambitieux de la Stratégie énergétique 2050, la mise en place de nouvelles politiques de régulation visant toutes les entreprises sera probablement nécessaire, avant tout au niveau fédéral. Les prévisions d'évolution à moyen/long termes de la consommation d'énergie dans les entreprises dépendent fortement de la croissance et de la mutation du tissu économique vaudois. De fait, les chiffres articulés ci-après sont caractérisés par une incertitude élevée.

### Périmètre

Réduction de la consommation énergétique des bâtiments, procédés, installations et appareils dans les secteurs secondaire et tertiaire.

## PARTIES PRENANTES

|   | Parties prenantes   | Intérêts  |
|---|---|---|
| 1 | Entreprises, associations faitières   | Réduire les coûts, augmenter la performance et garantir la sécurité d'approvisionnement.          |
| 2 | Distributeurs d'énergie (GRD, services industriels)   | Maintenir le marché existant et /ou développer de nouveaux marchés.                               |
| 3 | Professionnels (techniciens, ingénieurs, spécialistes)  | Développement des affaires, suivi et même anticipation de l'innovation technologique (cleantech). |
| 4 | Equipementiers (vendeurs d'équipements et matériaux, vendeur des technologies / produits pour réaliser des systèmes énergétiques, etc.) | Maintenir le marché existant et /ou développer de nouveaux marchés.                               |
| 5 | Institutions financières  | Développement des affaires.   |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques    | Freins   | Leviers d'action  |
|-------------------|--|---|
| <b>Economique</b> | <p>Priorité, rentabilité et retours sur investissement des mesures d'efficacité énergétique. Coût bas de l'énergie.</p> <p>Long cycle de vie des installations.</p> <p>Difficulté à identifier les bénéfices multiples liés aux mesures d'efficacité énergétique.</p> <p>Culture d'entreprise ne prenant pas en compte les externalités dans les processus de production.</p> <p>Méconnaissance des possibilités technologiques et modèles financiers disponibles.</p> | <p><i>Financiers</i>: subventions (CH, VD) y compris pour les analyses énergétiques, déductions fiscales, taux d'intérêt favorable et garantie sur le prêt, système d'incitation (taxes), encouragement des nouveaux modèles économiques (p.e. CPE).</p> <p><i>Législatifs</i>: introduction d'objectifs obligatoire d'optimisation de la consommation pour toutes les entreprises. Standards énergétiques plus élevés pour les appareils et les équipements.</p> |
| <b>Autres</b>     | <p>Electrification des procédés qui augmentent la consommation d'électricité.</p> <p>Augmentation de la consommation énergétique liée à la digitalisation.</p>   | <p><i>Informatifs</i>: actions de sensibilisation et formation auprès des professionnels, interne et externe aux entreprises, et de managers des entreprises.</p>   |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Augmenter l'efficacité énergétique des entreprises, y compris pour les transports.
- Augmenter la part renouvelable de l'énergie consommée dans les entreprises.
- Réduire la consommation électrique dans les ménages.
- Développer les compétences et motivations en matière de transition énergétique dans et pour les entreprises:
  - Améliorer la formation des techniciens, ingénieurs et spécialistes en énergie (en interne et en externe des entreprises);
  - Sensibiliser les entreprises aux enjeux et opportunités associés à la transition énergétique.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an]   |   | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                                 |
|----------------------------------|---|---|---|---------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | 2'163 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'685 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 6'848 [GWh/an]                                |                                 |
| <b>Situation 2015</b>            | 2'610 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'533 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 7'143 [GWh/an]                                |                                 |
| <b>Objectif 2022</b>             | Evolution PAR <sup>31</sup><br>2'612 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'133 [GWh <sub>th</sub> /an]   | Objectifs NPE <sup>32</sup><br>2'609 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'136 [GWh <sub>th</sub> /an] | Evolution PAR<br>6'745 [GWh/an]               | Objectifs NPE<br>6'745 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 2'434 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'217 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 2'377 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'012 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 5'651 [GWh/an]                                | 5'389 [GWh/an]                  |
| <b>Objectif 2050</b>             | 2'254 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>2'512 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 2'201 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>2'310 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 4'767 [GWh/an]                                | 4'511 [GWh/an]                  |
| <b>Potentiel</b>                 | 20-30 % de réduction de la consommation électrique, réf. 2015.<br>40-50 % de réduction de la consommation thermique, réf. 2015.<br>Il s'agit des potentiels sociétaux d'économie d'énergie. |   |   |                                 |

31 / PAR: Politique actuelle de référence

32 / NPE: Nouvelle politique énergétique



## HYPOTHESES / SOURCES

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| <b>Potentiel</b>   | Estimation basée sur les documents suivants : Prognos – « Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 », Energy Efficiency, 2017, IEA.   |  |  |
| <b>Situation 2000</b><br>(Estimations)                         | 2'163 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'685 [GWh <sub>th</sub> /an]  |  |  |
| <b>Situation 2015</b><br>(Estimations)                         | 2'610 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'533 [GWh <sub>th</sub> /an]<br><br>STAT VD 2015 pour les consommations électriques et consommations thermiques (combustibles) totales du canton.<br><br>La consommation électrique des services et de l'industrie représente environ 57 % de la consommation électrique totale, c'est-à-dire 2'610 GWh.<br><br>La consommation thermique des services et de l'industrie représente environ 52 % de la consommation totale de combustibles, c'est-à-dire 4'533 GWh.<br><br>A cela s'ajoute la chaleur de l'environnement fournie par les PAC (+ 78 GWh) dans le secteur des services et de l'industrie, afin de prendre en compte les besoins thermiques des ménages fournis par les énergies renouvelables et non pas seulement des combustibles.                    |  |  |
| Hypothèses   |   |  |  |
| <b>Période concernée</b>                                       | <b>Générales</b>  | <b>Evolution PAR</b>   | <b>Objectifs NPE</b>   |
| <b>2015 → 2022</b><br><b>2022 → 2035</b><br><b>2035 → 2050</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– La croissance économique a été estimée à +1.7% jusqu'à 2022, +1.3% jusqu'à 2035, +1% jusqu'à 2050. L'estimation est basée sur l'évaluation de l'historique et des projections de plusieurs sources (STAT VD -<a href="http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DomID=2858">http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DomID=2858</a> - , Prognos – « Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050 »).</li> <li>– Réduction de la consommation totale due aux changements de comportement et à l'amélioration du standard énergétique des installations: jusqu'à 2022 -0.25%/an, 2022-2050 -0.5%/an.</li> <li>– Augmentation de la consommation électrique des PAC en vue des objectifs sectoriels de production des PAC pour chaque scénario (voir fiche P6).</li> </ul> | <p>Poursuite des programmes d'encouragement à la réduction de la consommation par le biais de conventions d'objectifs basées sur la LVLENe (art. 28 c,d,e) et appels à projets. A noter que ces programmes sont actuellement obligatoires pour les grands consommateurs (GC) et volontaires pour les consommateurs moyens (MC). Les estimations de réduction de la consommation suivantes ont été dérivées des programmes en cours (réf. 2015):</p> <p>2022 MC -5%, GC -10 %<br/>2035 MC -15%, GC -30 %<br/>2050 MC -28%, GC -45 %</p> | <p>Comme complément aux programmes d'encouragement existants (voir Scénario de référence), des conventions d'objectifs sont rendues obligatoires aussi pour les MC après 2022. Cela permettrait d'atteindre une réduction de la consommation plus ambitieuse pour les MC (réf. 2015):</p> <p>2035 MC -25 %<br/>2050 MC -40 %</p> |

Axe stratégique – Consommation

Cible(s)

# Réduire la consommation des énergies dans la mobilité

- Automobilistes (VD)
- Flottes de collectivités publiques

DESCRIPTIF

**Contexte**

Depuis 1999, la consommation de carburants dans le canton de Vaud dépasse les 5 TWh, et ne diminue pas à ce jour. La mobilité représente ainsi le tiers de l'énergie finale consommée, en immense majorité issue d'énergie fossile. Les progrès d'efficacité des moteurs thermiques et le transfert modal vers les transports publics et la mobilité douce ont peine à compenser l'augmentation des déplacements, le poids croissant des véhicules et les effets de la poussée démographique.

Cela étant, le potentiel d'amélioration est important grâce à plusieurs facteurs, en particulier les atouts de la mobilité électrique. D'autre part, la mobilité au gaz naturel/biogaz a un potentiel de développement. Des technologies sont en développement dans le domaine du gaz liquéfié pour le trafic poids lourd. L'hydrogène et les piles à combustible sont d'autres pistes en voie d'expérimentation, notamment pour les flottes captives. L'évo-

lution dépend beaucoup du contexte international et peut être nettement plus rapide que pour le bâtiment, au vu de la durée de vie bien plus courte des véhicules. De profonds changements sont prévisibles dans les années à venir, rendant les pronostics et scénarios entachés de grandes incertitudes.

**Périmètre**

Le périmètre d'action de la politique énergétique concerne avant tout la problématique du mode de propulsion des véhicules, dans un double objectif d'efficacité énergétique et d'utilisation d'énergie renouvelable. Les domaines d'intervention prioritaires sont donc l'assainissement du parc automobile vaudois et le développement de la mobilité électrique.

En dehors des activités de la DGE-DIREN, d'autres politiques et acteurs s'occupent des questions de mobilité sous l'angle du mode de déplacement, notamment en

cherchant à favoriser le transfert modal de la voiture individuelle vers les transports collectifs et la mobilité douce, ainsi qu'à réduire les déplacements. Il faut aussi mentionner le covoiturage, l'autopartage, l'organisation du travail (à distance, horaire, etc.), l'organisation d'espaces accessibles des domaines publics et privés pour la recharge de véhicules électriques, les plans de mobilité, les nouveaux outils numériques de gestion des services de mobilité, ainsi que toutes les mesures de planification territoriale visant à limiter les déplacements, telles que la coordination urbanisation-transport et le développement prioritaire des centres bien desservis par les transports publics. Toutes ces actions ont une incidence sur la consommation finale d'énergie. Au niveau du Canton, la Direction générale de la mobilité et des routes (DGMR) en est l'un des acteurs importants. Les mesures destinées à modifier les comportements de mobilité devront jouer un rôle plus important que les solutions purement techniques.

PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |   | Intérêts  |
|-------------------|---|---|
| 1                 | Automobilistes                                | Concernés en tant que public cible, à convaincre et mobiliser.  |
| 2                 | Communes                                      | Partenaires pour l'exemplarité et pour le relai des mesures.  |
| 3                 | Acteurs des branches automobile et électrique | Nouveauté à la fois menace et opportunité pour la branche auto; intérêt grandissant de la part des électriciens.  |
| 4                 | Organisations faïtières économiques           | Souvent réticentes aux changements de paradigme, mais séduites par l'innovation; encouragements financiers ok, mais contre durcissement de la régulation. |
| 5                 | Utilisateurs passionnés d'électromobilité     | Excellents ambassadeurs et pôle de compétence.  |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques   | Freins   | Leviers d'action  |
|--|--|---|
| <b>Economique</b>                                      | Essence et diesel bon marché en rapport avec leurs externalités négatives et le pouvoir d'achat des Suisses.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxe carbone (mais très impopulaire, hors domaine de compétence DGE).</li> <li>- Bonus / malus taxe auto (compétence SAN VD).</li> </ul> |
|  | Voiture électrique 30-50 % plus chère à l'achat + obsolescence de la batterie.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Subventions et autres incitations financières.</li> <li>- Bonus / malus taxe auto.</li> </ul>  |
| <b>Economique / juridique</b>                          | Problème d'accès à la recharge dans les immeubles d'habitation (compliqué et coûteux).   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Réglementation pour les nouvelles constructions.</li> <li>- Subvention + réglementation pour existants.</li> </ul>                       |
| <b>Acceptation politique et sociale</b>                | Impopularité des mesures les plus efficaces, mais jugées coercitives (législation durcie, taxes).  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilisation des acteurs.</li> <li>- Lobbying.</li> </ul>  |
|  | Inquiétude vis-à-vis des enjeux d'approvisionnement en électricité si la mobilité sollicite trop cet agent énergétique déjà sous pression de la sortie du nucléaire. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en œuvre CoCEn.</li> <li>- Mobilisation des acteurs.</li> </ul>   |
| <b>Acceptation interne à l'administration publique</b> | Difficulté à mettre en œuvre des actions d'exemplarité dans les collectivités publiques, résistance au changement.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mobilisation des acteurs.</li> <li>- Accompagnement.</li> </ul>  |
| <b>Environnementale</b>                                | Critiques écologiques à l'égard des batteries.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- R&amp;D.</li> <li>- Veille de bonnes pratiques.</li> </ul>   |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Inciter les automobilistes vaudois à opter pour un véhicule moins énergivore et moins polluant.
- Développer la mobilité électrique et son infrastructure de recharge.
- Faire preuve d'exemplarité dans les collectivités publiques, autant cantonale que communales, en matière de mobilité non polluante.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an] |  | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                                 |
|----------------------------------|---|--|---|---------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> |   |  | 5'300 [GWh/an]                                |                                 |
| <b>Situation 2015</b>            | 16 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>5'409 [GWh <sub>th</sub> /an]   |  | 5'425 [GWh/an]                                |                                 |
| <b>Objectif 2022</b>             | Evolution PAR <sup>33</sup><br>22 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>5'533 [GWh <sub>th</sub> /an]            | Objectifs NPE <sup>34</sup><br>31 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>5'497 [GWh <sub>th</sub> /an] | Evolution PAR<br>5'555 [GWh/an]               | Objectifs NPE<br>5'528 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 179 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'601 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 296 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>4'160 [GWh <sub>th</sub> /an]                               | 4'780 [GWh/an]                                | 4'456 [GWh/an]                  |
| <b>Objectif 2050</b>             | 417 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'725 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 592 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>3'037 [GWh <sub>th</sub> /an]                               | 4'142 [GWh/an]                                | 3'629 [GWh/an]                  |
| <b>Potentiel</b>                 | Environ 50 % de réduction de la consommation totale pro capita, Réf. 2015.                            |  |   |                                 |

33 / PAR: Politique actuelle de référence

34 / NPE: Nouvelle politique énergétique

## HYPOTHÈSES / SOURCES

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <b>Potentiel</b>   | Estimation basée sur les statistiques de répartition modale du transport de personnes (STAT VD), et la réduction de la consommation liée au changement technologique vers la mobilité électrique («véhicules électriques: pénétration du marché suisse d'ici 2020», Alpiq, Prognos – «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050»).   |   |  |
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b>                               | 5'300 [GWh <sub>hel</sub> /an]  |   |  |
| <b>Situation 2015</b>  | 5'425 [GWh <sub>hel</sub> /an]  |   |  |
| Hypothèses   |   |   |  |
| <b>Période concernée</b>                                       | <b>Générales</b>  | <b>Evolution PAR</b>  | <b>Objectifs NPE</b>   |
| <b>2015 → 2022</b><br><b>2022 → 2035</b><br><b>2035 → 2050</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Réduction du nombre de voitures de tourisme par habitant (transfert modal):<br/>– 2% en 2022, – 10% en 2035, – 20% en 2050.</li> <li>– Augmentation de la population selon les projections de STAT VD (scénario moyen, <a href="http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DomID=36">http://www.stat.vd.ch/Default.aspx?DomID=36</a>).</li> <li>– Augmentation de la proportion de mobilité électrique dans le transport public:<br/>+ 2% 2022, + 20% 2035, + 40% 2050 (estimations sur la base du rapport Prognos – «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050»).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Taux de pénétration de la mobilité électrique dans les véhicules de tourisme selon le scénario «business as usual» de l'OFEN 30% en 2050, 13% en 2035, 1% en 2020 (Prognos – «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050»).</li> <li>– Taux de pénétration de la mobilité électrique dans le transport de marchandises selon le scénario «business as usual» de l'OFEN: 8% en 2050, 4% en 2035, 0% en 2020 (Prognos – «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050»).</li> <li>– Réduction de la consommation totale due aux changements de comportement et à l'amélioration du standard énergétique des véhicules: jusqu'à 2022 0%, 2022-2035 – 0.14%/an, 2035-2050 – 0.19%/an (estimations sur la base du rapport IEA, Global transport outlook to 2050, <a href="https://www.iea.org/media/workshops/2013/egrdmobility/DULAC_23052013.pdf">https://www.iea.org/media/workshops/2013/egrdmobility/DULAC_23052013.pdf</a>).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Taux de pénétration de la mobilité électrique dans les véhicules de tourisme, scénario «Nouvelle politique énergétique» de l'OFEN: 40% en 2050, 20% en 2035, 2% en 2020 (Prognos – «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050»).</li> <li>– Taux de pénétration de la mobilité électrique dans le transport de marchandises selon le scénario «Nouvelle politique énergétique» de l'OFEN: 28% en 2050, 13% en 2035, 1.5% en 2020 (Prognos – «Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050»).</li> <li>– Réduction de la consommation totale due aux changements de comportement et à l'amélioration du standard énergétique des véhicules: jusqu'à 2022 0%, 2022-2035 – 0.15%/an, 2035-2050 – 0.22%/an (estimations sur la base du rapport IEA, Global transport outlook to 2050, <a href="https://www.iea.org/media/workshops/2013/egrdmobility/DULAC_23052013.pdf">https://www.iea.org/media/workshops/2013/egrdmobility/DULAC_23052013.pdf</a>).</li> </ul> |

## Axe stratégique – Consommation

# Réduire la consommation des énergies dans les collectivités publiques

## Cible(s)

- Communes et canton, dont leurs administrations et organes politiques
- Entreprises parapubliques

## DESCRIPTIF

## Contexte

Les collectivités publiques sont appelées à jouer un rôle essentiel dans la politique énergétique, car elles remplissent une fonction importante d'exemple pour la population et l'économie. De par l'importance de leur activité (bâtiment, mobilité, achats, etc.), elles peuvent donner une impulsion significative à l'échelle cantonale pour influencer les offres présentes sur le marché dans ces domaines. La loi sur l'énergie prescrit que dans leurs activités, l'Etat et les communes exploitent l'énergie de façon rationnelle, économe et respectueuse de l'environnement. Et qu'ils y veillent notamment dans leurs opérations immobilières, de subventionnement, de participation et d'appels

d'offres. Une politique d'achat responsable est également visée; comme tout acte d'achat génère directement et indirectement de la consommation d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, les collectivités publiques disposent ainsi d'un levier important dans la demande de produits et services ayant un impact faible en énergie, y compris dans l'alimentation. Du fait des contraintes budgétaires, des aléas politiques et de la très grande diversité des configurations, les collectivités publiques n'arrivent malheureusement pas toujours à assumer pleinement leur fonction d'exemplarité. Les communes sont au premier plan au niveau de l'intégration de la réflexion énergétique dans l'aménagement et le développement du territoire. Pour les

plus grandes, par le biais de leurs services industriels, elles disposent d'importants leviers d'action.

## Périmètre

Construction et exploitation des bâtiments, des installations et des infrastructures. Politique d'achat et utilisation des véhicules, appareils et produits alimentaires. Comportement des utilisateurs.

Les consommations des collectivités publiques sont incluses dans les autres fiches d'objectif C1 à C3, raison pour laquelle cette fiche ne contient pas d'objectifs énergétiques chiffrés.

## PARTIES PRENANTES

|   | Parties prenantes   | Intérêts   |
|---|---|--|
| 1 | Responsables techniques et administratifs des bâtiments, installations et véhicules, y compris au niveau des achats                       | Acquisition, gestion et exploitation optimale de ce qui leur est confié. |
| 2 | Acheteurs de denrées alimentaires et cuisiniers des restaurants et cantines d'écoles, structures d'accueil, établissements médicaux, etc. | Evolution de leur métier dans une vision de développement durable.       |
| 3 | Responsables politiques et assemblées législatives  | Responsabilité, image.   |
| 4 | Professionnels du bâtiment et de la technique (entreprises générales, architectes, ingénieurs, associations professionnelles, etc.)       | Développement des affaires.  |
| 5 | Equipementiers (vendeurs d'équipements et matériaux, vendeurs des technologies / produits pour la maîtrise de la demande d'énergie, etc.) | Maintenir le marché existant et / ou développer de nouveaux marchés.     |
| 6 | Services spécialisés (énergie, environnement, mobilité, etc.)   | Atteindre les objectifs de leur fonction.                                |
| 7 | Utilisateurs (en général: fonctionnaires)   | Confort d'utilisation, exemplarité.                                      |



## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action   |
|----------------------------|---|--|
| <b>Economique</b>          | Investissements de départ plus importants.<br>Risque de conflits d'intérêts au sein des collectivités publiques qui sont aussi parfois des distributeurs d'énergie.   | Programmes de subvention, y compris pour les communes.<br>Calculs sur la durée de vie, incluant les coûts externes.<br>Législation plus contraignante.   |
| <b>Acceptation sociale</b> | Oppositions idéologiques au niveau politique.<br>Immobilisme des savoir-faire chez les acteurs.<br>Risque de conflits d'intérêts au sein des collectivités publiques qui sont aussi parfois des distributeurs d'énergie.<br>Manque d'harmonisation entre les différents pouvoirs politiques et administratifs.<br>Autonomie des directions locales (écoles, institutions, etc.) | Information et sensibilisation. Formation.<br>Utilisation des relais politiques.<br>Législation plus contraignante.<br>Contracting au sein des collectivités publiques (intracting).<br>L'exemplarité renforce la crédibilité et encourage la mise en pratique de mesures similaires. Ceci donne aussi la légitimité d'effectuer tous les contrôles nécessaires auprès des professionnels et de sévir au besoin. |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Faire preuve d'exemplarité au niveau de l'administration cantonale:
  - Construire des bâtiments exemplaires, climatiquement neutres;
  - Assainir les bâtiments existants et y réduire l'utilisation des énergies fossiles;
  - Afficher systématiquement la performance énergétique des bâtiments publics (CECB);
  - Optimiser les infrastructures (installations d'éclairage public, de traitement des eaux, de réseaux d'eau, etc.);
  - Consommer du courant vert;
  - Choisir des appareils et des véhicules efficaces (politique d'achats responsables);
  - Mettre en place des plans de mobilité;
  - Veiller à la consommation d'énergie des denrées alimentaires dans la restauration collective;
  - Sensibiliser et former les utilisateurs / collaborateurs.
- Inciter et aider les communes à faire preuve d'exemplarité:
  - Idem mesures ci-dessus;
  - Planification énergétique territoriale;
  - Démarches Cité de l'énergie, CECV, Région énergie ou site 2'000 watts.

*Faute d'indicateurs, pas d'objectifs énergétiques chiffrés à ce stade. Cela étant, les impacts sont inclus dans les objectifs sectoriels des trois autres fiches « Consommation ».*

## Axe stratégique – Production

## Cible(s)

# Développer la production de chaleur et d'électricité solaire

- Entreprises énergétiques
- Propriétaires privés

## DESCRIPTIF

### Contexte

#### Photovoltaïque

Grâce aux progrès techniques, à la diminution des prix des installations, aux programmes de subvention et à l'allègement des procédures administratives, le développement de l'énergie photovoltaïque dans le canton, et en Suisse, a enfin pris son envol. Elle est la seconde source de production électrique du canton derrière l'hydraulique (100 GWh<sub>el</sub>/an, ce qui représente 7% de la part d'énergie renouvelable en 2016). Son potentiel de développement est grand et, peu après 2035, elle pourrait devenir le principal contributeur pour la production d'électricité renouvelable locale. Toutefois des spécificités liées à l'énergie solaire sont à prendre en compte lors de la mise en place de son développement. En effet, l'implication d'un grand nombre d'acteurs est nécessaire pour cette filière, contrairement à d'autres types d'énergies. Les toitures, mais aussi d'autres surfaces de type façades ou infrastructures doivent être utilisées et favorisées autant que possible. Le développement du potentiel photovoltaïque est aussi lié à la part du courant solaire que le réseau électrique peut absorber ainsi qu'aux possibilités de stockage et d'engagement de moyens de production dynamique (retenue d'eau, CCF, etc.). En effet, la question complexe de la gestion des flux d'électricité dans les réseaux de distribution basse tension, le stockage de l'électricité excédentaire à certaines heures ou durant certaines périodes de l'année, la gestion des besoins en puissance, l'encouragement à équiper la surface maximale en panneaux plutôt que ce qui est optimal au niveau économique (en lien notamment avec l'autoconsommation), ainsi que la gestion

du réseau sont des points sensibles et importants qui devront être traités dans le cadre d'un développement à large échelle de ce type d'équipement. De nouvelles approches, privilégiant l'installation du photovoltaïque en micro-réseaux, sont cependant prometteuses et devraient permettre de simplifier ces problématiques et de mieux absorber les fluctuations liées à l'intermittence de ce type de production énergétique.

#### Thermique

Le solaire thermique est une technologie aujourd'hui faiblement développée et fortement concurrencée par le solaire photovoltaïque. Une installation thermique est plus compliquée à mettre en place qu'une installation photovoltaïque et les propriétaires de bâtiments se tournent plus naturellement vers le choix le plus économique et le plus facile qu'est le photovoltaïque. Malgré un programme de subventions mis en place par le Canton, les demandes sont en baisse depuis 2010 et la production n'arrive toujours pas à décoller. Aujourd'hui on estime à 46 GWh la production de chaleur par le solaire thermique. Il existe pourtant un créneau optimal pour ces installations sur les grands immeubles d'habitation qui ne sont pas équipés de pompe à chaleur.

### Périmètre

Tous les bâtiments du canton de Vaud excepté les bâtiments protégés, ainsi que les surfaces annexes telles que les infrastructures (routières, ouvrages de protection, etc.).

Chaîne complète de la filière électrique  
Production → Distribution → Consommation.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |   | Intérêts  |
|-------------------|---|---|
| 1                 | <b>Propriétaires de bâtiments<br/>Promoteurs, investisseurs</b> | Volonté d'être de plus en plus indépendant énergétiquement sans grever leur budget tout en consommant de l'énergie renouvelable.<br>Bénéficier de tarifs de reprise d'électricité viables économiquement. |
| 2                 | <b>Fournisseurs et distributeurs d'électricité / GRD</b>        | Assurer un approvisionnement fiable, diversifié et de plus en plus écologique, tout en garantissant un fonctionnement optimal des réseaux et le financement de leurs prestations.                         |
| 3                 | <b>Constructeurs et installateurs</b>                           | Développement de leurs affaires / marchés.  |
| 4                 | <b>Collectivités publiques</b>                                  | Jouer leur rôle d'exemplarité en promouvant les énergies renouvelables.   |
| 5                 | <b>Associations de protection du paysage et sites</b>           | Jouer leur rôle de garde-fous tout en ne freinant pas le développement de la politique énergétique.   |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins   | Leviers d'action  |
|----------------------------|--|---|
| <b>Economique</b>          | <p>Investissement de départ pour un équipement non indispensable.</p> <p>Tarifs de rachat très bas de certaines entreprises électriques et également très variables.</p> <p>Incertitudes quant à la RPC ou la RU (dont leur fin est annoncée à l'horizon 2022).</p> <p>Coûts importants du développement du réseau ou des techniques de stockage si nécessaire.</p>  | <p>Poursuivre le subventionnement et les dégrèvements fiscaux.</p> <p>Le CECB est bien amélioré par les installations photovoltaïques. Cela valorise le bâtiment sur le marché.</p> <p>Harmonisation et stabilité des tarifs.</p> <p>Subvention pour les batteries?</p> |
| <b>Acceptation sociale</b> | <p>Informations fausses ou dépassées sur le photovoltaïque et sur le solaire thermique.</p> <p>Atteinte supposée sur les bâtiments et le paysage.</p>  | <p>Campagnes d'information.</p> <p>Projets exemplaires.</p>   |
| <b>Législative</b>         | <p>Procédures d'approbation des projets, y compris dans les zones et objets protégés.</p> <p>Conflits entre domaines (p. ex. protection des sites).</p>  | <p>Se donner les moyens d'appliquer la loi.</p>   |
| <b>Technique</b>           | <p>Faible vision de l'évolution future du réseau électrique, qui ne sera pas forcément en état d'absorber le développement de la production de PV et des ouvrages associés tels que les nouvelles générations de batteries et d'accumulateurs, les autres secteurs comme la mobilité (voitures électriques), la production d'hydrogène, etc.</p> <p>Développement technologique des panneaux PV et thermiques.</p> | <p>Suivi et soutien d'études et d'activités académiques et industrielles.</p>   |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Maximiser la production d'énergies solaire photovoltaïque et thermique sur le bâti.
- Favoriser l'autoconsommation de l'énergie produite, notamment en prenant en considération le voisinage.
- Développer les initiatives de groupement de producteurs (coopératives, initiatives communales, etc.).
- Promouvoir l'utilisation du solaire thermique par des installations efficaces, particulièrement pour l'appoint en chauffage (individuel et réseaux thermiques) en plus de l'eau chaude sanitaire.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an] |   | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                               |
|----------------------------------|---|---|---|-------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | 11 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]   |   | 11 [GWh/an]                                   |                               |
| <b>Situation 2015</b>            | 75 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>46 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 121 [GWh/an]                                  |                               |
| <b>Objectif 2022</b>             | Evolution PAR <sup>35</sup><br>200 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>60 [GWh <sub>th</sub> /an]              | Objectifs NPE <sup>36</sup><br>250 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>100 [GWh <sub>th</sub> /an] | Evolution PAR<br>260 [GWh/an]                 | Objectifs NPE<br>350 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 400 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>80 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 900 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>200 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 480 [GWh/an]                                  | 1'100 [GWh/an]                |
| <b>Objectif 2050</b>             | 750 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>100 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 1'600 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>300 [GWh <sub>th</sub> /an]                              | 850 [GWh/an]                                  | 1'900 [GWh/an]                |
| <b>Potentiel</b>                 | 3'000 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>600 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 3'600 [GWh/an]                                |                               |

35 / PAR: Politique actuelle de référence

36 / NPE: Nouvelle politique énergétique

## HYPOTHESES / SOURCES

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <p><b>Potentiel</b></p>               | <p><b>Hypothèses générales:</b></p> <p>Le potentiel solaire est estimé à partir de surfaces de toiture disponibles dans le canton grâce à l'outil disponible sous <i>toitsolaire.ch</i>, ainsi qu'en prenant en compte une augmentation du rendement des cellules photovoltaïques avec les années.</p> <p><b>Hypothèses détaillées:</b></p> <p>28 km<sup>2</sup> de toitures disponibles : prise en compte des toitures orientées ouest-sud-est (top, sehr gut et gut) selon <i>toitsolaire.ch</i>.</p> <p>Seulement 75 % de ces toitures estimées utilisables à cause des cheminées, velux, et autres « obstacles » se trouvant sur les toits.</p> <p>Puis division entre solaire thermique (10 %) et photovoltaïque (90 %). On estime à 300 kWhth/an m<sup>2</sup> la production thermique pour ECS et chauffage, et 100 kWhel/an m<sup>2</sup> la production photovoltaïque pour calculer les surfaces correspondantes).</p> <p><i>Photovoltaïque</i></p> <p>En ne prenant pas en compte les surfaces des bâtiments historiques, la surface totale de toitures disponibles est de 18 km<sup>2</sup>.</p> <p>Estimation d'une augmentation du rendement des cellules photovoltaïques avec les années : rendement moyen de 10 % jusqu'en 2035 : calcul de moyenne entre capteurs amorphes 7 %, capteurs polycristallins, 16 % capteurs monocristallins 17 %.<br/>(<a href="https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/panneaux-solaires-photovoltaïques">https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/installations/panneaux-solaires-photovoltaïques</a>).</p> <p>Rendement moyen des cellules PV de 15 % de 2035 à 2050.</p> <p>Rendement moyen des cellules PV de 20 % de 2050 à 2090.</p> <p>Installation de 227'000 m<sup>2</sup> de panneaux par année jusqu'en 2090 nécessaires pour atteindre le potentiel des surfaces (sachant qu'aujourd'hui environ 1'000'000 m<sup>2</sup> de panneaux sont déjà installés). Avec ce taux d'installations / an, et les rendements estimés, le potentiel calculé est arrondi à <b>3'000 GWhel/an</b>.</p> <p>L'autoconsommation n'est pas estimée, on prend en compte le potentiel total de production, c'est-à-dire la somme de la part injectée et celle autoconsommée.</p> <p><i>Thermique</i></p> <p>Surface totale de toitures disponibles : 2 km<sup>2</sup>. Si utilisés pour l'ECS et le chauffage, cela correspond à un potentiel de <b>600 GWhth/an</b>.</p> |
| <p><b>Situation 2000 ou autre</b></p> | <p><i>Photovoltaïque (pour 2012)</i></p> <p>Le relevé annuel SwissGrid de l'électricité injectée sur le réseau était incomplet à cette époque. Les relevés complets se font depuis 2015 seulement.</p> <p><i>Thermique</i></p> <p>SIRENE (logiciel de subvention de la DGE-DIREN).</p>  |
| <p><b>Situation 2015</b></p>          | <p><i>Photovoltaïque</i></p> <p>Relevé annuel SwissGrid de l'électricité injectée sur le réseau.</p> <p><i>Thermique</i></p> <p>Données SIRENE (logiciel de gestion des subventions de la DGE-DIREN) et estimations internes DGE-DIREN.</p>   |

| Hypothèses solaire PV        |   |   |   |
|------------------------------|---|---|---|
| Période concernée            | Générales   | Evolution PAR   | Objectifs NPE   |
| 2015 → 2022                  | Rendement des panneaux de 10 %.<br>L'autoconsommation n'est pas estimée, les objectifs sont des objectifs de production sans soustraire la part d'autoconsommation. | Poursuite du nombre moyen d'installation estimé actuel : installation constante de 150'000 m <sup>2</sup> de panneaux solaires / an.  | Objectif d'augmentation des m <sup>2</sup> de panneaux installés / an : 200'000 m <sup>2</sup> de panneaux solaires / an.   |
| 2022 → 2035                  | Rendement des panneaux de 10 %.<br>L'autoconsommation n'est pas estimée.  |   | Objectif d'augmentation du rythme m <sup>2</sup> de panneaux installés grâce entre autre à la baisse du prix de revient : 500'000 m <sup>2</sup> de panneaux solaires / an. |
| 2035 → 2050                  | Rendement des panneaux de 15 %.<br>L'autoconsommation n'est pas estimée.  |   | Baisse des m <sup>2</sup> de panneaux installés / an 300'000 m <sup>2</sup> de panneaux solaires / an.  |
| Hypothèses solaire thermique |   |   |   |
| 2015 → 2022                  |   | Production moyenne de 300 kWh/m <sup>2</sup> de panneaux.   | Atteinte de 50 % du potentiel en 2050 avec évolution constante, soit plus du triplement des efforts de la politique énergétique actuelle.                                   |
| 2022 → 2035                  |   | Surface installée d'environ 10 m <sup>2</sup> / bâtiment (moyenne calculée grâce aux données SIRENE).   | → Augmentation de 7 GWh/an.   |
| 2035 → 2050                  |   | - 50 % des nouveaux bâtiments équipés de ST (les autres 50 % choisissent PV+PAC).<br>- 160 installations / an en plus (données SIRENE des demandes de subvention).<br>→ Augmentation de 2 GWh/an. |   |



## Axe stratégique – Production

# Développer la production d'électricité éolienne

## Cible(s)

- Porteurs de projets
- Entreprises énergétiques
- Communes

## DESCRIPTIF

## Contexte

Le canton de Vaud présente le potentiel éolien le plus important au niveau suisse ; une production de 570 à 1'170 GW<sub>hel</sub>/an par le canton de Vaud est estimée par la Confédération. Avec un objectif national fixé à 4'300 GW<sub>hel</sub>/an, cela représente 13% à 27% de la production éolienne suisse. 19 parcs sont inscrits dans le plan directeur cantonal (PDCn) totalisant 151 machines et une production énergétique potentielle d'environ 1'100 GW<sub>hel</sub>/an, correspondant à environ 25% de la consommation actuelle d'électricité du canton. En complément au photovoltaï-

que, l'éolien produit majoritairement pendant les mois d'hiver apportant ainsi une précieuse contribution à la sécurité d'approvisionnement. Par rapport au photovoltaïque, l'éolien est principalement injecté au niveau du réseau à moyenne tension, ce qui pose moins de défis en termes de stabilité du réseau. En 2017, bien qu'aucune machine n'ait été construite, environ deux tiers des parcs étaient en développement ou en procédure d'oppositions/recours. Le développement de ces projets territoriaux nécessite de longues et complexes études d'impacts sur l'environnement et

la prise en compte des voies d'opposition et de recours dans le cadre de la procédure de planification. La coordination rapprochée avec les instances fédérales (DDPS, OFAC, OFEV, OFEN, etc.) est importante et doit être poursuivie. Dans ce domaine tout particulièrement, la participation de la population est fondamentale.

## Périmètre

Sites favorables identifiés et intégrés au plan directeur cantonal.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |   | Intérêts   |
|-------------------|---|--|
| 1                 | <b>Collectivités publiques</b>  | Mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050.<br>Production d'énergies renouvelables.<br>Participation dans des sociétés de développement et d'exploitation. |
| 2                 | <b>Développeurs de projets et producteurs d'énergie</b><br><b>Porteurs de projets:</b> promoteurs, sociétés de développement et d'exploitation de parcs éoliens | Développer des projets économiquement équilibrés dans des délais supportables.   |
| 3                 | <b>Citoyens</b>   | Rôle dans la transition énergétique.<br>Impact des projets pour les habitants proches.   |
| 4                 | <b>ONGs</b>   | Protection du paysage, de l'avifaune, de la santé, etc.  |
| 5                 | <b>GRDs</b>   | Raccorder et maintenir un fonctionnement stable du réseau.   |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action   |
|----------------------------|---|--|
| <b>Economique</b>          | Coûts importants pour le développement des projets.<br>Fin de la RPC.   | Subventions.<br>Nouveau modèle incitatif ou de marché.   |
| <b>Acceptation sociale</b> | Développement des projets indépendamment de la question sociale.<br>Opposition systématique pour certaines thématiques (bruit, répartition des redevances etc.).<br>Impacts sur le paysage. | Soutiens à la mise en place de démarches participatives.<br>Espace de dialogue et d'information (séances « 5 à 7 de l'éolien »). |
| <b>Législative</b>         | Longueur et complexité des procédures à cause notamment des divers recours.   | Simplification des procédures.   |
| <b>Technique</b>           | Interférence avec les radars.<br>Nécessité de dégivrage.<br>Accès compliqué lors de la livraison des machines.  |  |
| <b>Environnementale</b>    | Impacts, entre autres, sur faune ailée, forêts, etc.  | Adéquation avec directives / règlements / lois fédérales et cantonales.  |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Accompagner le développement des parcs planifiés jusqu'à leur mise en service.
- Favoriser l'acceptation et l'appropriation sociale des projets.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an] |   | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                               |
|----------------------------------|---|---|---|-------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | 0 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 0 [GWh/an]                                    |                               |
| <b>Situation 2015</b>            | 0 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 0 [GWh/an]                                    |                               |
| <b>Objectif 2022</b>             | Evolution PAR <sup>37</sup><br>50 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]                | Objectifs NPE <sup>38</sup><br>250 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an] | Evolution PAR<br>50 [GWh/an]                  | Objectifs NPE<br>250 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 200 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 600 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 200 [GWh/an]                                  | 600 [GWh/an]                  |
| <b>Objectif 2050</b>             | 400 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 750 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 400 [GWh/an]                                  | 750 [GWh/an]                  |
| <b>Potentiel réaliste</b>        | 1'100 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 1'100 [GWh/an]                                |                               |

## HYPOTHESES / SOURCES

|                                |   |  |
|--------------------------------|---|--|
| <b>Potentiel</b>               | <p>Le potentiel technique est grand car du point de vue économique tout lieu où la vitesse du vent serait supérieure à 5m/s est susceptible d'accueillir une éolienne. (D'après Etat de Vaud, « Directives cantonales pour l'installation d'éoliennes de hauteur totale supérieure à 30 mètres », 2013).</p> <p>Le potentiel réaliste est défini selon les 19 parcs inscrits dans le plan directeur cantonal (PDCn) (<a href="https://www.vd.ch/themes/territoire/amenagement/plan-directeur-cantonal/version-adoptee/">https://www.vd.ch/themes/territoire/amenagement/plan-directeur-cantonal/version-adoptee/</a>) groupant 151 machines totalisant une production énergétique potentielle d'environ 1'100 GWh/an.</p> |  |
| <b>Situation 2000 ou autre</b> | STAT VD   |  |
| <b>Situation 2015</b>          | STAT VD   |  |
| Hypothèses                     |   |  |
| <b>Période concernée</b>       | <b>Générales</b>  | <b>Objectifs NPE</b>                             |
| <b>2015 → 2022</b>             |   | Avoir mis en service environ 4 parcs d'ici 2022. |
| <b>2022 → 2035</b>             |   | Avoir mis en service 8 à 10 parcs d'ici 2035.    |
| <b>2035 → 2050</b>             |   | Avoir mis en service 12 à 16 parcs d'ici 2050.   |

37 / PAR: Politique actuelle de référence

38 / NPE: Nouvelle politique énergétique

Axe stratégique – Production

Cible(s)

# Maintenir et développer la production d'électricité hydraulique

- Entreprises énergétiques
- Communes
- Administration cantonale

DESCRIPTIF

**Contexte**

La force hydraulique apporte actuellement la principale contribution à la production d'électricité renouvelable sur le territoire vaudois (85% en 2015), mais le potentiel encore à développer est limité. A noter que la production issue de la force hydraulique peut varier selon l'hydrologie d'une année à l'autre sans changement des installations.

Les projets hydroélectriques importants actuellement en cours dans le canton portent essentiellement sur l'agrandissement et l'optimisation d'aménagements existants. Un seul nouvel aménagement d'une puissance proche de 10 MW<sub>el</sub> est en cours d'étude (palier de Massongex-Bex sur le Rhône, MBR). Quant aux pro-

jets de petite hydraulique, ils font face à de nombreuses difficultés et oppositions. La modification de la limite à partir de laquelle les projets peuvent bénéficier de la rétribution fédérale de l'injection d'électricité condamne pratiquement tous les projets sur des cours d'eau qui n'ont pas encore obtenu de décision positive. D'autre part, l'évolution des prix de l'électricité sur le marché européen (près de 5 ct/kWh<sub>el</sub> en novembre 2017, après 3-4 ct/kWh<sub>el</sub> durant les années précédentes) pose des problèmes de rentabilité aux centrales de pompage-turbinage qui devraient pourtant se développer et fragilise de même la pérennité de toute la grande hydraulique.

La nouvelle législation fédérale prévoit que les cantons inscrivent dans le plan

directeur cantonal les zones et tronçons de cours d'eau favorables à une exploitation hydroélectrique, ce qui est prévu lors du prochain remaniement du PDCn. Concernant les microcentrales sur des réseaux d'eau (potable, usée, irrigation), celles-ci auront aussi leur carte à jouer.

**Périmètre**

Production d'électricité par turbinage de l'eau, par le biais de centrales à accumulation, y c. pompage-turbinage, de centrales au fil de l'eau ou dans les réseaux d'eau urbain. Les installations localisées sur le canton font foi, l'origine de l'eau turbinée n'est pas considérée.

PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |  | Intérêts  |
|-------------------|--|---|
| 1                 | Sociétés exploitantes / concessionnaires           | Sécurité pour leurs investissements de manière à garantir une exploitation optimale et de pouvoir procéder aux rénovations / extensions des installations.<br>Conserver leurs revenus nécessaires au maintien de ces capacités. |
| 2                 | Distributeurs d'électricité                        | Fiabilité et diversité de leurs approvisionnements à des prix compétitifs.  |
| 3                 | Etat de Vaud                                       | Mise en œuvre de la politique énergétique. Conduite des procédures. Autorisation des droits d'eau. Prélèvement des redevances hydrauliques et des dividendes perçus des entreprises électriques.                                |
| 4                 | Associations de défense du paysage et de la nature | Protéger la faune et les milieux naturels, ainsi que conserver le paysage, quitte à s'opposer aux projets d'énergies renouvelables.   |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins   | Leviers d'action  |
|----------------------------|--|---|
| <b>Economique</b>          | Viabilité actuelle de la grande hydraulique (accumulation et au fil de l'eau) et du pompage turbinage par rapport au marché européen.<br>Renouvellement des concessions.<br>Financement des projets de petite hydraulique. | Actions politiques aux niveaux romand/suisse.<br>Participation du Canton dans certaines sociétés.<br>Subventions cantonales.      |
| <b>Acceptation sociale</b> | Craintes et oppositions de la part de riverains et d'ONGs.<br>Peu de transparence au niveau financier.   | Soutiens à la mise en place de démarches participatives.<br>Espace de dialogue et d'information.                                  |
| <b>Environnementale</b>    | Impacts sur les eaux, la faune aquatique et le paysage.  | Adéquation avec directives / règlements / lois fédérales et cantonales.<br>Harmonisation des différentes politiques sectorielles. |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Assurer que le potentiel hydraulique (réalisé et à exploiter) puisse être exploité de manière efficiente et économiquement viable, tout en respectant l'environnement.
- Favoriser la rénovation, l'amélioration et l'extension des installations existantes, ainsi que la remise en service de sites actuellement hors service.
- Développer de nouvelles installations tout en respectant l'environnement.
- Promouvoir le développement des microcentrales sur des réseaux d'eau (potable, usée, irrigation).

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an] |   | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                                 |
|----------------------------------|---|---|---|---------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | non calculée  |   | non calculée                                  |                                 |
| <b>Situation 2015</b>            | 880 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 880 [GWh/an]                                  |                                 |
| <b>Objectif 2022</b>             | Evolution PAR <sup>39</sup><br>1'050 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]             | Objectifs NPE <sup>40</sup><br>1'080 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an] | Evolution PAR<br>1'050 [GWh/an]               | Objectifs NPE<br>1'080 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 1'080 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 1'180 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 1'080 [GWh/an]                                | 1'180 [GWh/an]                  |
| <b>Objectif 2050</b>             | 1'130 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 1'230 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>0 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 1'130 [GWh/an]                                | 1'230 [GWh/an]                  |
| <b>Potentiel</b>                 | 1'300 [GWh <sub>el</sub> /an]   |   | 1'300 [GWh/an]                                |                                 |

39 / PAR: Politique actuelle de référence

40 / NPE: Nouvelle politique énergétique

## HYPOTHESES / SOURCES

|                                |  |   |  |
|--------------------------------|--|---|--|
| <b>Potentiel</b>               | <p>En 2008, le rapport Boiseau a évalué le potentiel hydroélectrique du canton, en se référant au potentiel selon les droits d'eau pour les installations « intercantionales ». Dans le cadre de la CoCEn, il a été décidé de travailler avec un potentiel selon la localisation de l'installation, sans tenir compte de l'origine de l'eau turbinée. Le potentiel des installations sur sol vaudois a donc été calculé en se basant sur le potentiel du rapport Boiseau et en y ajoutant les apports naturels de FMHL (Forces motrices Hongrin-Léman) ainsi que les parts VS et BE de Lavey, Lavey + et Diablerets et en retirant les parts VD de MBR et Rossinière (dont les centrales sont hors du canton de Vaud). Le potentiel obtenu, pour les eaux de surface (~1'000 GWh<sub>el</sub>/an) et de réseaux (~300 GWh<sub>el</sub>/an), a été arrondi à 1'300 GWh<sub>el</sub>/an. Farettes a déjà été mise en service en 2016 avec une augmentation de la production de 36 GWh.</p> <p>Le potentiel encore à développer est donc limité (~1'050 GWh<sub>el</sub>/an produits en 2016). Il consiste principalement en l'agrandissement et l'optimisation d'aménagements existants (à part MBR situé sur sol valaisan).</p> |   |  |
| <b>Situation 2000 ou autre</b> | Par le suivi des concessions; ne permet pas le suivi selon la localisation de l'installation.  |   |  |
| <b>Situation 2015</b>          | Relevé annuel SwissGrid, selon localisation des installations.   |   |  |
| Hypothèses                     |  |   |  |
| <b>Période concernée</b>       | <b>Générales</b>   | <b>Evolution PAR</b>  | <b>Objectifs NPE</b>   |
| <b>2015 → 2022</b>             | <p>Les projets de petits hydrauliques font face à de nombreuses difficultés et oppositions.</p> <p>La modification de la RPC condamne les nouveaux projets sans décision positive. Le système de soutien / promotion qui sera mis en place après la RPC n'est pas encore connu.</p> <p>Les prix sur les marchés (bas pour les 10 à 15 prochaines années) ainsi que l'incertitude sur l'ouverture totale du marché fragilisent la grande hydraulique. Les ouvrages sont maintenus pour ne pas perdre de la production, mais il n'y a pas d'investissement pour les agrandir et les moderniser.</p>  | <p>Le développement de l'hydraulique dépend de l'évolution des prix du marché. Le Canton n'agit pas à son niveau, seulement pour améliorer les conditions cadres fédérales.</p> <p>Les prix du marché se maintiendront à un bas niveau jusqu'en 2022.</p> | <p>Le Canton met en place une aide à l'investissement, agit sur la redevance hydraulique et achète, pour sa consommation, des certificats hydrauliques vaudois.</p> <p>Le Canton influence également les entreprises énergétiques dans lesquels il détient une participation afin qu'elles investissent dans de nouveaux projets ou agrandissent et modernisent leur installations.</p> <p>Cela se traduit par la réalisation de Pont de la Tine (agrandissement 20 GWh<sub>el</sub>/an) et d'autres (~ 10 GWh<sub>el</sub>/an).</p> |
| <b>2022 → 2035</b>             |  | <p>Le deuxième paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 (taxes) n'est pas mis en œuvre.</p> <p>Les prix pourraient ensuite légèrement remonter et on compte + 30 GWh<sub>el</sub>/an.</p>   | <p>Le deuxième paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 (taxes) est mis en œuvre et favorise les productions renouvelables et indigènes. Cela se traduit par la réalisation de Lavey (80 GWh<sub>el</sub>/an) et d'autres (~ 20 GWh<sub>el</sub>/an).</p>  |
| <b>2035 → 2050</b>             |  | <p>Les prix continuent à légèrement remonter et on compte + 30 GWh<sub>el</sub>/an.</p>   | <p>+ 50 GWh, soit une partie du potentiel Boiseau restant.</p>   |

## Axe stratégique – Production

# Développer la production de chaleur et d'électricité par le bois-énergie

## Cible(s)

- Entreprises énergétiques
- Communes
- Propriétaires privés

## DESCRIPTIF

## Contexte

Depuis septembre 2017, le Canton de Vaud a adopté sa stratégie cantonale du bois-énergie. Ce document précise en particulier les enjeux majeurs du domaine, définit le potentiel disponible et fixe les objectifs opérationnels de développement de la filière. De manière synthétique, les éléments clés de ce document sont les suivants.

Le canton de Vaud dispose de ressources importantes en bois-énergie sous forme d'assortiments variés (bois de forêts, bois usagés, bois de prairie, etc.). La qualité de ces différents assortiments conditionne leur type de valorisation énergétique (chaudières conventionnelles, chaudières à pellets, cogénération – CCF, production d'électricité, systèmes de

transformation par torréfaction, gazéification/méthanisation, gazéification, pyrolyse, etc.). Les quantités d'énergie finale produite seront d'autant plus importantes si la simple combustion en chaudière peut être minimisée. Le potentiel total de bois-énergie s'élève à environ 285'000 t/an, soit 1'200 GWh/an (en énergie finale thermique et électrique). Actuellement, le Canton valorise durablement 180'000 t/an de la ressource disponible: le solde restant à utiliser se monte à ~100'000 t/an, dont près de la moitié peut provenir directement de la forêt. Le principal obstacle à l'augmentation de la part du bois est le coût élevé d'exploitation des forêts où se trouve le potentiel restant et leur difficulté de gestion (forêts privées morcelées). Le bois usagé présente également un potentiel important. L'utilisation de

l'ensemble de la ressource (potentiel total de 1'200 GWh/an) représente environ 6-7% des besoins actuels totaux (mobilité, chaleur et électricité) et ~12% des besoins visés par la stratégie fédérale à l'horizon 2050. Les technologies de transformation du bois sans combustion directe sont en pleine évolution, l'efficacité globale de ces procédés reste incertaine et pas forcément adaptée à la simple production de chaleur.

## Périmètre

L'ensemble des filières bois (forêts publiques et privées, bois usagé, sous-produits d'industrie, etc.), des ressources à disposition des consommateurs d'énergie (installations < et > 70 kW).

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |  | Intérêts  |
|-------------------|--|---|
| 1                 | <b>Fournisseurs de bois-énergie</b><br>Propriétaires de forêts, dont les professionnels des déchets  | Valoriser le bois-énergie au meilleur coût.<br>Maintien des emplois et des entreprises de la filière.<br>Multifonctionnalité de la forêt. |
| 2                 | <b>Producteurs / distributeurs d'énergie</b><br>Porteurs de projets (particuliers), sociétés de développement et d'exploitation de centrales de chauffe, énergéticiens (contracting) | Développer des projets économiquement équilibrés.<br>Disposer d'une ressource de qualité.<br>Développer les réseaux CAD.                  |
| 3                 | <b>Consommateurs d'énergie</b><br>Particuliers, industries, etc.   | Participer à la transition énergétique à un coût rationnel.   |
| 4                 | <b>ONGs</b>  | Paysage, biodiversité, pollution, multifonctionnalité de la forêt.  |



## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action   |
|----------------------------|---|--|
| <b>Economique</b>          | <p>Concurrence avec les énergies fossiles.</p> <p>Différence de prix entre assortiments de bois-énergie (concurrence), y.c. avec le bois d'industrie.</p> <p>Coûts importants pour exploiter le solde disponible en forêts car difficiles d'accès.</p> <p>Coûts importants pour les projets de transformation (grandes installations).</p> <p>Coûts potentiels importants pour l'assainissement nécessaire des chaudières à bois en fin de vie par rapport à d'autres types de chaudières (mazout, gaz, etc.).</p> <p>Pour le bois usagé, concurrence avec la filière de recyclage à l'étranger (Italie).</p> | <p>Subventions (gestion des forêts et énergie): stockage du bois (bois de forêt, bois usagé), remplacement chaudières, projets pilotes, audits énergétiques.</p> <p>Augmentation de la taxe CO<sub>2</sub>.</p> <p>Contracting.</p> <p>Prise en compte des coûts externes de l'énergie dans les études comparatives.</p> <p>Mutualisation des prix pour avoir des prix plus homogènes au sein des différents assortiments.</p> <p>Rassemblement d'acteurs (coopératives, etc.) pour stimuler des économies d'échelle.</p> <p>Meilleure coordination entre acteurs.</p> <p>Espace de dialogue (séminaires d'échange d'expériences).</p> |
| <b>Acceptation sociale</b> | <p>Oppositions: odeurs, pollutions, trafic, travaux, espaces occupés, impacts paysagers des coupes de bois.</p>   | <p>Réalisations exemplaires.</p> <p>Implantation optimale des centrales (cheminées, etc.).</p> <p>Technologies de transformation du bois sans combustion directe.</p> <p>Formation continue aux bonnes pratiques.</p> <p>Démarches participatives.</p> <p>Espace de dialogue (séminaires d'échange d'expériences).</p>   |
| <b>Environnementale</b>    | <p>Emissions polluantes.</p> <p>Equilibre écologique des milieux forestiers.</p> <p>Biodiversité.</p>   | <p>Respecter les limitations d'émissions polluantes (OPAIR) et favoriser les technologies à faibles rejets polluants.</p> <p>Loi forestière VD + recommandations fédérales qui permettent une exploitation de la forêt en adéquation avec le respect de la biodiversité.</p> <p>Formation continue aux bonnes pratiques.</p> <p>Espace de dialogue (séminaires d'échange d'expériences).</p>   |
| <b>Technologique</b>       | <p>Les risques énergétiques et technologiques des installations innovantes (par exemple pyrolyse) des transformations du bois-énergie ralentissent leur développement.</p>  | <p>Espace de dialogue (séminaires d'échange d'expériences).</p>  |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Valoriser en priorité l'ensemble du potentiel cantonal.
- Maximiser le rendement énergétique des installations projetées et existantes.
- Implanter les centrales à bois aux bons endroits.
- Favoriser l'acceptation sociale.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an] |  | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                               |
|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | 0 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>353 [GWh <sub>th</sub> /an]  |  | 353 [GWh/an]                                  |                               |
| <b>Situation 2015</b>            | 32 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>509 [GWh <sub>th</sub> /an]   |  | 541 [GWh/an]                                  |                               |
| <b>Objectif 2022</b>             | Evolution PAR <sup>41</sup><br>35 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>520 [GWh <sub>th</sub> /an]              | Objectifs NPE <sup>42</sup><br>40 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>550 [GWh <sub>th</sub> /an] | Evolution PAR<br>555 [GWh/an]                 | Objectifs NPE<br>590 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 50 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>550 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 70 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>700 [GWh <sub>th</sub> /an]                                | 600 [GWh/an]                                  | 770 [GWh/an]                  |
| <b>Objectif 2050</b>             | 70 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>700 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 100 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>1'000 [GWh <sub>th</sub> /an]                             | 770 [GWh/an]                                  | 1'100 [GWh/an]                |
| <b>Potentiel</b>                 | 200 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>1'00 [GWh <sub>th</sub> /an]   |  | 1'200 [GWh/an]                                |                               |

41 / PAR: Politique actuelle de référence

42 / NPE: Nouvelle politique énergétique

HYPOTHESES / SOURCES

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Potentiel</b>               | <p>L'ensemble du bois-énergie vaudois sera valorisé sur sol vaudois, ce qui représente un potentiel d'énergie finale de 1'200 GWh.</p> <p>Le potentiel réaliste électrique est calculé sur la base des assortiments de bois adéquats à cette production d'énergie (bois usagé, de déchets de scierie, de bois de prairie et de compostière); il se monte à 100 GW<sub>hel</sub> en 2050. D'ici 2090, il pourrait atteindre 200 GW<sub>hel</sub> suite au remplacement des installations classiques par des centrales de cogénération, à l'amélioration du rendement des systèmes et à l'évolution de la technologie.</p> <p>Le potentiel thermique est donc évalué par soustraction, à 1000 GWh.</p> <p>Stratégie consultable sur internet : <a href="https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/politique-energetique/potentiel-cantonal-des-energies-renouvelables/bois-energie/">https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/politique-energetique/potentiel-cantonal-des-energies-renouvelables/bois-energie/</a></p> |
| <b>Situation 2000 ou autre</b> | STAT VD (le % d'évolution de 2000 à 2015 est appliqué aux données DIREN de 2015 pour trouver la donnée 2000).  |
| <b>Situation 2015</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etat des lieux internes à la DIREN (SIRENE + suivi des chaudières de plus de 70 kW + enquête auprès des différents acteurs (Enerbois, Cricad, Tridel)).</li> <li>- Relevé SwissGrid de la production d'électricité.</li> </ul>  |

| Hypothèses         |           |   |   |
|--------------------|-----------|---|---|
| Période concernée  | Générales | Evolution PAR   | Objectifs NPE   |
| <b>2015 → 2022</b> |           | <i>Electrique</i> : potentiel de 100 GWh atteint en 2090. En 2050, atteinte de 70% du potentiel.  | <i>Electrique</i> : potentiel de 100 GWh atteint en 2050 et celui de 200GWh atteint en 2090 grâce à l'amélioration de la technologie. |
| <b>2022 → 2035</b> |           | <i>Thermique</i> : Potentiel atteint en 2090. En 2050, atteinte de 70% du potentiel. Dès aujourd'hui et jusqu'en 2050 on suppose une croissance linéaire. | <i>Thermique</i> : Potentiel atteint en 2050, dès aujourd'hui et jusqu'en 2050 on suppose une croissance linéaire.                    |
| <b>2035 → 2050</b> |           |   |   |

## Axe stratégique – Production

# Développer la production de chaleur et d'électricité par la géothermie de moyenne et grande profondeurs

## Cible(s)

- Porteurs de projets
- Entreprises énergétiques
- Communes

## DESCRIPTIF

## Contexte

L'extraction de la chaleur de la Terre (ou géothermie) permet de produire de la chaleur pour des usages variés ainsi que de l'électricité dans certains cas. Aujourd'hui dans le canton de Vaud, deux sites sont exploités et produisent de la chaleur pour alimenter des bains thermaux en énergie thermique (Lavey-les-Bains et Yverdon-les-Bains, 15 GWh<sub>th</sub>/an). Aucune production électrique n'est comptabilisée à ce jour. Environ 5 projets sont actuellement en cours de développement ou en phase exploratoire. Deux principaux procédés peuvent être utilisés pour extraire la chaleur de la Terre: la géothermie hydrothermale (généralement de moyenne profondeur c'est-à-dire 400 à 3'000 mètres), et la géothermie pétrothermale (généralement de grande profondeur, c'est-à-dire plus de 3'000 mètres). La géothermie hydrothermale nécessite la présence d'aquifères qui présentent une perméabilité et des débits suffisamment importants. La géothermie pétrothermale, appelée aussi Système Géothermique Stimulé (SGS) vise des roches naturellement fracturées avec une certaine perméabilité.

Les études menées jusqu'à présent ont confirmé que la géothermie de moyenne profondeur pouvait jouer un rôle prépondérant dans l'approvisionnement en chaleur du canton. Le potentiel technique, défini selon la prise en compte des productions des 3 aquifères principaux, est très élevé pour cette ressource (4'400 GWh<sub>th</sub>/an). Au

niveau du potentiel géothermique exploitable (potentiel réaliste), 1 seul aquifère du Malm est considéré car il présente des qualités jugées plus importantes que les deux autres, de par les débits qu'il peut fournir, des températures élevées, et de sa profondeur. Le potentiel exploitable est donc ramené à 1'400 GWh<sub>th</sub>/an. Le potentiel SGS est lui défini en relation avec l'accessibilité du socle cristallin, quasi garantie sur le territoire vaudois. Avec 4 sites potentiels identifiés, le potentiel est chiffré à 360 GWh<sub>th</sub> et 120 GWh<sub>el</sub> de production électrique. La valorisation de l'énergie thermique doit se faire par un réseau de chaleur. Une spécificité de l'utilisation de ce type de géothermie est l'implication restreinte de quelques grands porteurs de projet, avec des capacités importantes d'investissement et non pas d'une part importante de la population contrairement à d'autres ressources renouvelables.

Le Canton est en train d'acquérir les connaissances géologiques du sous-sol, mais n'a pas encore une pratique confirmée pour le développement des projets de géothermie comme c'est par exemple le cas dans le bassin parisien ou dans la région de Munich. De ce fait, le développement de cette ressource sera vraisemblablement limité jusqu'à 2050. Toutefois, quant à la sécurité, le Canton assure déjà la surveillance des projets et met en place les outils nécessaires à la détection et la maîtrise des impacts possibles, aussi faibles soient-ils, sur l'environnement et la population.

## Périmètre

Les cibles se situent au niveau des couches perméables occupées par les aurifères ainsi qu'au niveau du socle cristallin pouvant accueillir des projets SGS. Les zones du Jura et des Préalpes sont exclues, le bassin molassique présente quelques possibilités.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |  | Intérêts   |
|-------------------|--|--|
| 1                 | Collectivités publiques  | Mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050.<br>Production d'énergies renouvelables.<br>Participation dans des sociétés de développement et d'exploitation. |
| 2                 | Sociétés de développement de projets et exploitantes de centrale<br>Promoteurs / investisseurs | Développer des projets économiquement équilibrés ayant un impact environnemental minime.   |
| 3                 | Population   | Sécurité (séismes), approvisionnement en chaleur.  |
| 4                 | ONGs   | Protection des sols, pollution des nappes, eau potable, fracturations connexes, étanchéité du puits, etc.  |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action  |
|----------------------------|---|---|
| <b>Economique</b>          | Coûts importants pour le développement des projets : études, prospection, forage, etc.<br>Risques d'échec total ou partiel.   | Subventions VD : études, installations de surface (centrale et CAD).<br>Accompagnement pour fluidifier et optimiser les procédures.                           |
| <b>Acceptation sociale</b> | Craintes : sécurité (séismes).<br>Associations anti-forage.   | Soutiens à la mise en place de démarches participatives.<br>Espace de dialogue et d'information.  |
| <b>Environnementale</b>    | Impacts sur : sols, pollution des nappes, eau potable, etc.<br>Foreuses présentes en zones urbaines (bruit, éclairage nocturne).<br>Risques de remontées d'hydrocarbures.   | Adéquation avec directives / règlements / lois fédérales et cantonales.<br>Guide cantonal des procédures.<br>Bonnes pratiques fédérales en matière de forage. |
| <b>Technique</b>           | Gestion de la sismicité (liée à la technique de stimulation).<br>Complexité liée à la connaissance / réalité du sous-sol.<br>Complexité de la mise en place des techniques de forage.<br>Gestion des risques quant à l'incertitude de l'atteinte des cibles de débit / température. | Mise en place de réseaux de surveillance.<br>Meilleure connaissance possible du sous-sol (via études approfondies, experts, etc.).                            |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Accompagner le développement des projets jusqu'à leur mise en service.
- Implanter les projets aux meilleurs endroits, notamment pour une valorisation optimale de la chaleur produite.
- Favoriser l'acceptation sociale des projets.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an] |   | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                                     |
|----------------------------------|---|---|---|-------------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | 0 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>15 [GWh <sub>th</sub> /an]   |   |   |                                     |
| <b>Situation 2015</b>            | 0 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>15 [GWh <sub>th</sub> /an]   |   | 15 [GWh/an]                                   |                                     |
| <b>Objectif 2022</b>             | <b>Evolution PAR</b> <sup>43</sup><br>0 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>25 [GWh <sub>th</sub> /an]         | <b>Objectifs NPE</b> <sup>44</sup><br>5 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>40 [GWh <sub>th</sub> /an] | <b>Evolution PAR</b><br>25 [GWh/an]           | <b>Objectifs NPE</b><br>45 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | 5 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>50 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 10 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>130 [GWh <sub>th</sub> /an]                                     | 55 [GWh/an]                                   | 140 [GWh/an]                        |
| <b>Objectif 2050</b>             | 5 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>60 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 40 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>300 [GWh <sub>th</sub> /an]                                     | 65 [GWh/an]                                   | 340 [GWh/an]                        |
| <b>Potentiel</b>                 | 120 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>1'760 [GWh <sub>th</sub> /an]  |   | 1'880 [GWh/an]                                |                                     |

43 / PAR: Politique actuelle de référence

44 / NPE: Nouvelle politique énergétique

## HYPOTHESES / SOURCES

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Potentiel</b>               | <p><i>Hypothèses générales:</i></p> <p>Le potentiel géothermique extractible des aquifères est défini par le rapport CSD « Evaluation du potentiel géothermique exploitable des nappes superficielles et des aquifères de moyenne et grande profondeur dans le canton de Vaud », 2017).</p> <p>Le potentiel géothermique de grande profondeur est lui défini grâce au rapport « Evaluation du potentiel géothermique du canton de Vaud », Juillet 2003.</p> <p><i>Hypothèses détaillées:</i></p> <p>Potentiel géothermique de moyenne profondeur exploitable (potentiel réaliste) défini en ne considérant que le Malm (gisement le plus intéressant de par son épaisseur importante, sa profondeur inférieure à celui du Dogger et les températures qui y règnent, plus élevées que l'Urgonien) et sa production « plafonnée » (obtenue en limitant le potentiel de l'aquifère aux besoins dans les zones propices où les ressources thermiques sont supérieures aux besoins).<br/>→ 1'400 GWh<sub>th</sub> de potentiel ci-dessus estimé</p> <p>Le rapport de 2003 identifie 9 zones urbaines dans le canton de Vaud. En considérant en plus les paramètres tels que le flux de chaleur, la proximité du socle cristallin et le potentiel de consommateurs de chaleur, un classement des 9 zones a été effectué. Les 4 premières (Yverdon-les bains, Orbe, Région Lausanne, Montreux) sont celles qui obtiennent un score de 6 sur 9, ou plus. Il est donc considéré que 4 projets type SGS peuvent y être installés et produire ainsi 360 GWh<sub>th</sub> + 120 GWh<sub>el</sub>.</p> |
| <b>Situation 2000 ou autre</b> | <p>CESLA, Rapport d'activité 2015 de Lavey-les-Bains : Exploitation des puits géothermiques P600 et P201</p> <p>Pas de données d'exploitation pour le site d'Yverdon-les-Bains.</p>   |
| <b>Situation 2015</b>          | <p>CESLA, Rapport d'activité 2015 de Lavey-les-Bains : Exploitation des puits géothermiques P600 et P201</p> <p>Pas de données d'exploitation pour le site d'Yverdon-les-Bains.</p>   |



| Hypothèses        |  |  |  |
|-------------------|--|--|--|
| Période concernée | Générales  | Evolution PAR  | Objectifs NPE  |
| 2015 → 2022       | <p>1 projet type «EnergieÔ» (aquifère profond) valorise 10 GWh<sub>th</sub>.</p> <p>1 projet type «AGEPP» (aquifère profond, et haute température avec production d'électricité) valorise 15 GWh<sub>th</sub> + 5 GWh<sub>el</sub>.</p> <p>1 projet type SGS valorise 90 GWh<sub>th</sub> + 30 GWh<sub>el</sub>.</p> | <p>1 installation de l'ordre de grandeur de «EnergieÔ» + production actuelle de 15 GWh<sub>th</sub>. Ce qui correspond à <b>25 GWh<sub>th</sub></b>.</p> | <p>Le nombre objectif de projets à réaliser est établi en prenant exemple des régions de Paris et Munich, où de nombreux projets ont été développés.</p> <p>1 installation type «EnergieÔ» + une installation type «AGEPP» + production actuelle de 15 GWh<sub>th</sub>. Ce qui correspond à <b>40 GWh<sub>th</sub> et 5 GWh<sub>el</sub></b>.</p> |
| 2022 → 2035       |  | <p>2 «EnergieÔ» et 1 «AGEPP» + production actuelle de 15 GWh<sub>th</sub>. Ce qui correspond à <b>50 GWh<sub>th</sub> et 5 GWh<sub>el</sub></b>.</p>     | <p>8 «EnergieÔ» et 2 «AGEPP» + Production actuelle. Correspond à environ <b>130 GWh et 10 GWh<sub>el</sub></b>.</p>  |
| 2035 → 2050       |  | <p>3 «EnergieÔ» et 1 «AGEPP» + production actuelle de 15 GWh<sub>th</sub>. Ce qui correspond à <b>60 GWh<sub>th</sub> et 5 GWh<sub>el</sub></b>.</p>     | <p>15 «EnergieÔ», 2 «AGEPP», 1 «Avenches» + production actuelle de 15 GWh<sub>th</sub>. Correspond à environ <b>300 GWh<sub>th</sub> et 40 GWh<sub>el</sub></b>.<sup>45</sup></p>  |

45 / L'objectif de 15 projets «EnergieÔ» réalisés d'ici 2050 représente un forage tous les deux ans. Les cas des bassins parisiens et munichoïses peuvent être pris en exemple pour justifier cet objectif ambitieux:

- Dans le bassin parisien, depuis l'amélioration des conditions cadre notamment des subventions depuis 2008, il y a eu 56 forages de type EnergieÔ. Rapporté à la population vaudoise, cela ferait 8.5 forages sur VD en 10 ans, soit d'ici à 2050, 25 forages (Présentation de l'Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie: «La géothermie en Ile de France» - Direction Générale Ile-de-France). En s'inspirant du rythme établi en France, l'objectif des 15 projets «EnergieÔ» serait alors tout à fait réalisable.
- Dans le bassin munichoïse, plus de 20 réalisations de production couplée d'électricité et de chaleur géothermique de type «AGEPP» ou «Avenches».

## Axe stratégique – Production

## Cible(s)

– Propriétaires privés

# Développer la production de chaleur et de froid par la chaleur ambiante de l'environnement

## DESCRIPTIF

### Contexte

La chaleur et le froid de l'environnement peuvent être valorisés à partir de l'air, des lacs, des rivières, des nappes superficielles, ou des sols (50 à 300 m, voire plus profond). La chaleur est extraite à l'aide de pompes à chaleur (PAC). Plusieurs types de PAC sont utilisés suivant les ressources disponibles et présentent des coefficients de performance (COP: rapport entre l'énergie thermique délivrée et l'électricité consommée) très différents. Par exemple les PAC eau-eau ont un COP d'environ 5, les PAC sol-eau ont un COP d'environ 4.5 et les PAC air ont un COP d'environ 3. L'air et l'eau peuvent aussi être utilisés sans pompe à chaleur, ni machine frigorifique, pour refroidir des processus ou des bâtiments (par exemple pour l'eau à partir d'un lac ou de nappes phréatiques et pour l'air, par refroidissement adiabatique ou rafraîchissement nocturne). Grâce aux progrès techniques, aux programmes de subvention et à la diminution des prix, le marché des pompes à chaleur est aujourd'hui bien développé: au total environ 28'000 installations pour une production d'environ

400 GWh de chaleur, pour une consommation d'électricité de 100 GWh. Le développement actuel est estimé à environ 500 nouvelles installations par an.

Au vu de sa définition, le potentiel technique de la chaleur ambiante est très grand. Quant au potentiel réalisable, celui-ci est avant tout fixé par rapport aux contraintes liées aux consommateurs et liées à la présence de la ressource, ainsi qu'aux contraintes d'implémentations. En principe, ce sont les bâtiments bien isolés et pouvant être chauffés avec des distributions de chaleur basse température qui utilisent la chaleur ambiante. La valorisation de l'énergie thermique peut nécessiter soit l'implication de beaucoup d'acteurs lors d'une utilisation individuelle, décentralisée (dans le cas de PAC air, ou sondes par exemple) ou bien de seulement quelques gros acteurs lors d'une utilisation centralisée, avec un raccordement à un réseau de chauffage à distance (dans le cas de PAC lac). Toutefois, des limitations sont à prendre en compte lors de l'établissement de projets de PAC. Par exemple, il paraît évident que l'utilisation d'une PAC lac requiert la proximité à

d'un lac, ce qui exclut toutes les régions non proches. Une PAC air ne peut pas être installée au-delà d'une certaine altitude en raison des températures trop froides qui y règnent, ce qui exclut beaucoup de régions montagneuses. Il existe aussi des limitations quant aux zones d'autorisation de forage, ce qui exclut encore de nouvelles zones et par conséquent l'utilisation du potentiel. Bien que l'installation de PAC soit aujourd'hui bien démocratisée, les différents COP et les différentes limitations doivent être pris en compte afin de gérer leur implémentation de la façon la plus optimale possible. Dans ce sens, une priorisation peut être définie afin de privilégier les PAC avec un COP plus grand. Par exemple, une zone située sur une zone favorable au forage privilégiera l'installation d'une PAC sol plutôt qu'une PAC air.

### Périmètre

Eaux de surface ou souterraines (lac, rivières, nappes phréatiques), sol (géothermie 50 à 300 m), air ambiant.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |                                       | Intérêts  |
|-------------------|---------------------------------------|---|
| 1                 | Propriétaires de bâtiments            | Disponibilité de la ressource. Prix avantageux. Economies d'énergie et donc financiers. |
| 2                 | Fournisseurs de PAC                   | Financiers.   |
| 3                 | Développeurs et exploitants de CAD    |   |
| 4                 | ONGs de protection de l'environnement | Limiter les impacts sur l'environnement.  |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action  |
|----------------------------|---|---|
| <b>Economique</b>          | Coûts des installations selon le type de PAC (spécialement pour celles requérant un forage).<br>Investissements importants nécessaires pour exploiter l'eau du lac à grande échelle (réseau CAD).   | Subventions.  |
| <b>Acceptation sociale</b> | PAC air-eau : impacts sonores.  | Progrès techniques et qualité des projets.  |
| <b>Technique</b>           | Développement des sondes en zones urbaines difficile car d'autres constructions sont déjà présentes dans le sous-sol (garages, métros, tunnels etc.).<br>Densité des champs de sondes en fonction des surfaces à disposition.<br>Interférences entre sondes à cause de l'écoulement de Darcy. | Nécessité de la planification de gestion du sous-sol.<br>Nécessité de traiter les projets qui partagent la même ressource de manière globale. |
| <b>Environnementale</b>    | Impacts sur la qualité des eaux et sur la faune aquatique.  | Respect des normes et des règlements en harmonisation entre les différents domaines d'action de l'Etat.                                       |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Remplacer les chauffages électriques et à énergie fossile existants (mazout en priorité) par des PAC.
- Accroître la part des bâtiments neufs utilisant des PAC.
- Implanter les bonnes technologies aux bons endroits et pour les bons bâtiments.
- Développer les réseaux d'eau de lac en milieux urbains pour le chauffage et le refroidissement, ainsi que les autres techniques de refroidissement direct à partir de l'environnement.

## OBJECTIFS

| Année                            | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an] |  | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |                               |
|----------------------------------|---|--|---|-------------------------------|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | Inconnue  |  | Inconnue                                      |                               |
| <b>Situation 2015</b>            | -100 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>400 [GWh <sub>th</sub> /an]   |  | 300 [GWh/an]                                  |                               |
| <b>Objectif 2022</b>             | Evolution PAR <sup>46</sup><br>-175 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>600 [GWh <sub>th</sub> /an]            | Objectifs NPE <sup>47</sup><br>-170 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>650 [GWh <sub>th</sub> /an] | Evolution PAR<br>425 [GWh/an]                 | Objectifs NPE<br>480 [GWh/an] |
| <b>Objectif 2035</b>             | -270 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>900 [GWh <sub>th</sub> /an]   | -290 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>1'100 [GWh <sub>th</sub> /an]                              | 630 [GWh/an]                                  | 810 [GWh/an]                  |
| <b>Objectif 2050</b>             | -370 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>1'250 [GWh <sub>th</sub> /an]   | -430 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>1'600 [GWh <sub>th</sub> /an]                              | 880 [GWh/an]                                  | 1'170 [GWh/an]                |
| <b>Potentiel</b>                 | -500 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>2'500 [GWh <sub>th</sub> /an]   |  | 2'000 [GWh/an]                                |                               |

46 / PAR: Politique actuelle de référence

47 / NPE: Nouvelle politique énergétique

## HYPOTHESES / SOURCES

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Potentiel</b>               | <p><i>Hypothèses générales:</i></p> <p>Le potentiel est défini en prenant en compte les bâtiments susceptibles d'être chauffés par des distributions basse température, c'est-à-dire les bâtiments rénovés et neufs du parc immobilier.</p> <p>Les objectifs chiffrés ne portent que sur la chaleur, mais il est souhaité que le refroidissement direct se développe également.</p> <p>Remarque: les chiffres négatifs indiqués dans la rubrique « Objectifs » représentent l'augmentation de consommation d'électricité nécessaire au fonctionnement des pompes à chaleur. Les objectifs d'énergie finale représentent donc le bilan de « production de chaleur – électricité consommée ». Il est à noter que, suite à d'autres axes prioritaires de la CoCEn, l'électricité nécessaire aux PAC proviendra de plus en plus de sources renouvelables.</p> <p><i>Hypothèses détaillées:</i></p> <p>Nombre de bâtiments rénovés: statistiques 2017 du nombre de bâtiments touchés par le « Programme Bâtiments » du Canton de Vaud.</p> <p>Nombre de nouveaux bâtiments: STAT VD.</p> <p>D'après l'évolution prévue du nombre de bâtiments neufs + rénovés d'ici 2050, 100 % d'entre eux étant susceptibles d'installer une PAC.</p> <p>Taux de rénovation constant de 1.55 % (objectif qui vise à doubler les efforts du « Programme Bâtiments ») et taux de construction constant de 0.67 % (calculé à partir des chiffres de l'année 2017) → 60 % du parc des bâtiments en 2050 est chauffé par des PAC.</p> <p>Surface moyenne d'un bâtiment: 250 m<sup>2</sup>.</p> <p>Consommation énergétique d'un bâtiment neuf: 150 MJ/m<sup>2</sup> (estimation experts bâtiments).</p> <p>Consommation énergétique d'un bâtiment rénové: 350 MJ/m<sup>2</sup> (estimation experts bâtiments).</p> <p>COP: selon chiffres cités ci-dessus dans la rubrique « Contexte ».</p> <p>Pas de PAC air-eau en altitude.</p> |
| <b>Situation 2000 ou autre</b> | Non connue.   |
| <b>Situation 2015</b>          | <a href="http://www.fws.ch">www.fws.ch</a> – Statistiques<br>Statistiques autorisations de forage PAC 2015 – DGE-GEODE.   |

## Hypothèses

| Période concernée | Générales | Evolution PAR  | Objectifs NPE  |
|-------------------|-----------|--|--|
| 2015 → 2022       |           |  |  |
| 2022 → 2035       |           |  |  |
| 2035 → 2050       |           | <p>On prend l'évolution du nombre de sondes géothermique des dernières années, puis extrapolation linéaire jusqu'en 2050 (environ 500 installations/an).</p> <p>Pour trouver le chiffre total du nombre de PAC, la part actuelle des sondes géothermiques par rapport au nombre total de PAC installées en Suisse est appliquée jusqu'en 2050, c'est-à-dire environ 1/3.</p> | <p>On estime le nombre de nouveaux bâtiments et de bâtiments rénovés aux échéances 2022, 2035 et 2050.</p> <p>60 % d'entre eux installeront une PAC pour couvrir leurs besoins thermiques.</p> |

## Axe stratégique – Production

# Développer la valorisation des rejets de chaleur et la production d'énergies par la biomasse et les déchets

## Cible(s)

- Communes
- Entreprises GC/MC
- Agriculteurs

## DESCRIPTIF

## Contexte

La biomasse et les déchets sont intéressants énergétiquement car ils peuvent produire de l'électricité, de la chaleur et du biogaz injectable dans les réseaux de gaz. La biomasse comprend l'ensemble des ressources végétales (résidus agricoles, déchets végétaux des parcs, boues d'épuration, parts renouvelables des déchets ménagers, etc.) excepté la biomasse ligneuse. Celle-ci fait l'objet d'une fiche particulière (hors bois). La production d'électricité à partir de la biomasse agricole est aujourd'hui d'environ 8 GWh, et la production d'énergie thermique est estimée à environ 11 GWh. Les potentiels sont eux estimés à 44 GWh<sub>th</sub> et 57 GWh<sub>th</sub>. La valorisation d'énergie à partir des déchets et des stations d'épuration des eaux usées (STEP) ne comporte pas d'objectifs car ces domaines ne relèvent pas d'actions en matière de politique énergétique, mais d'autres politiques publiques. L'énergie produite imputable à ces domaines vient ainsi en complément des finalités de processus propres à chacun d'entre eux, qui ne sont pas reliés à l'énergie. Toutefois étant donné qu'ils représentent un gros apport énergétique, ils font l'objet d'un suivi ainsi que d'un accompagnement. Les déchets qui ne sont pas recyclés sont valorisés énergétiquement par incinération dans une Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM), la seule sur le canton de Vaud étant l'entreprise Tridel. En 2015,

environ 150'000 tonnes de déchets ont été incinérées pour une production d'environ 235 GWh<sub>th</sub> et 30 GWh<sub>el</sub>. Les STEP jouent également un rôle important dans le domaine énergétique de par la valorisation des boues d'épuration qui y sont produites. En 2016, plus de 17'000 tonnes de boues ont été produites, puis digérées anaérobiquement avant d'être incinérées, ou bien incinérées directement. Leur valorisation a produit 7.6 GWh d'électricité, 1.7 millions de m<sup>3</sup> de biogaz et plus de 35 GWh de chaleur, dont environ 1/3 est directement autoconsommé par les STEP. La régionalisation des STEP prévue pour 2035 permettra une augmentation de la part des boues digérées anaérobiquement, et donc une augmentation de la production de biogaz, d'électricité et de chaleur qui seront suivies. En plus du potentiel énergétique des déchets de STEP, les eaux usées entrantes possèdent également un potentiel énergétique très grand. La chaleur contenue dans ces eaux usées peut être récupérée dans les collecteurs au moyen d'échangeurs spéciaux. Les eaux épurées à la sortie des STEP possèdent également un potentiel grand, qui est, lui, imputé au domaine des rejets thermiques.

Ces objectifs vont dans le sens de l'optimisation de l'assainissement dans le canton, avec d'une part la mise en place du Plan cantonal micropolluants (rationalisation du parc des STEP et amélioration du traitement des eaux) et d'autre part la

mise à jour des Plans généraux d'évacuation des eaux (PGEE), qui intégreront de manière plus optimale les aspects énergétiques dans les réseaux.

Les rejets thermiques de l'industrie, des arts et métiers et des STEP sont souvent perdus, disparaissant dans les cheminées ou refroidis avant d'être rejetés à l'égout. Aujourd'hui on estime que seules les STEP de Vevey et Yverdon-les-Bains valorisent leurs rejets de chaleur, pour une production estimée à moins de 1 GWh, ainsi que la cimenterie d'Eclépens pour une production de 22 GWh. Actuellement peu valorisés, les rejets de chaleur représentent toutefois une source d'énergie importante. Par ailleurs la RLVLEne prévoit à l'article 48 que « les rejets de chaleur, en particulier ceux provenant de la production de froid et de processus artisanaux ou industriels, doivent être utilisés dans les limites de la proportionnalité au sens de l'article 6 de la loi ». L'évaluation du potentiel est en cours de réalisation via l'établissement d'un cadastre des rejets de chaleur et des possibilités de valorisation.

## Périmètre

Typologie des installations agricoles, réseau de collecte des déchets, chaleur qui sort des systèmes industriels et STEP.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |                         | Intérêts  |
|-------------------|-------------------------|---|
| 1                 | Exploitations agricoles | Maintien et création d'emplois, développement de nouvelles filières économiques, solutions et débouchés pour leurs résidus, autoproduction d'énergie. |
| 2                 | Collectivités, communes | Nouveaux débouchés pour résoudre des problèmes de gestion publique, points positifs pour la politique énergétique (Cités de l'énergie, etc.).         |
| 4                 | Industries              | Positif pour leur image et le développement de leur convention d'objectifs.   |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action  |
|----------------------------|---|---|
| <b>Economique</b>          | Exploitations agricoles souvent de petites tailles; l'équilibre économique est difficilement atteignable.<br>Gestion des installations importantes.<br>Pour les usines d'incinération, dépendance des déchets importés d'autres régions.  | Subventions.<br>Solutions de regroupement entre agriculteurs.<br>Développement de CCF avec piles à combustibles, qui ont un rendement bien meilleur que les techniques actuelles. |
| <b>Acceptation sociale</b> | Nuisances (odeurs, bruit, etc.) dues au transport des matières nécessaires (poubelles pour l'incinération, cosubstrat pour la biomasse agricole, etc.).   | Démarches participatives.   |
| <b>Technique</b>           | A cause des odeurs, volonté d'éloigner les installations des villes, mais cela pose le problème de la valorisation de chaleur difficile si il n'y a pas de demande des consommateurs à proximité.<br>Problème similaire de localisation des installations de biomasse agricole (difficulté à valoriser la chaleur et injecter le biogaz). | Planification énergétique territoriale.   |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Améliorer et augmenter la valorisation énergétique des déchets produits dans le canton (déchets méthanisables, agricoles, eaux usées et incinérables).
- Développer la valorisation des rejets de chaleur.



## OBJECTIFS TOTAUX (biomasse agricole, déchets, STEP, rejets de chaleur)

| Année                       | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an]              | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |
|-----------------------------|--|---|
| <b>Situation 2015</b>       | 54 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>315 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>21 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 390 [GWh/an]                                  |
| <b>Objectif 2022</b>        | 60 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>308 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>36 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 404 [GWh/an]                                  |
| <b>Objectif 2035</b>        | 71 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>324 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>50 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 445 [GWh/an]                                  |
| <b>Objectif 2050</b>        | 80 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>339 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>57 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 476 [GWh/an]                                  |
| <b>Potentiel</b>            | 108 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>475 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>72 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté) | 655 [GWh/an]                                  |
| Objectifs biomasse agricole |  |   |
| <b>Situation 2015</b>       | 8 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>11 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 19 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2022</b>        | 13 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>17 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 30 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2035</b>        | 16 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>21 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 37 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2050</b>        | 22 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>29 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 51 [GWh/an]                                   |
| <b>Potentiel</b>            | 44 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>57 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 101 [GWh/an]                                  |

| Estimations déchets méthanisables |  |   |
|-----------------------------------|--|---|
| Année                             | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an]            | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |
| <b>Situation 2015</b>             | 9 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>11 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>11 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 31 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2022</b>              | 9 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>12 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>25 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 46 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2035</b>              | 11 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>14 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>30 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté) | 55 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2050</b>              | 13 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>17 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>35 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté) | 65 [GWh/an]                                   |
| <b>Potentiel</b>                  | 17 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>22 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>46 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté) | 85 [GWh/an]                                   |
| Estimations déchets incinérables  |  |   |
| <b>Situation 2015</b>             | 30 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>235 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 265 [GWh/an]                                  |
| <b>Objectif 2022</b>              | 30 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>240 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 270 [GWh/an]                                  |
| <b>Objectif 2035</b>              | 30 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>240 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 270 [GWh/an]                                  |
| <b>Objectif 2050</b>              | 30 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>240 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 270 [GWh/an]                                  |
| <b>Potentiel</b>                  | 30 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>240 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 270 [GWh/an]                                  |

| Estimations STEP              |  |   |
|-------------------------------|--|---|
| Année                         | Energie produite ou consommée électrique [GWh <sub>el</sub> /an] et thermique [GWh <sub>th</sub> /an]            | Energie finale produite ou consommée [GWh/an] |
| <b>Situation 2015</b>         | 7 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>36 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>10 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 54 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2022</b>          | 8 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>39 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>11 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté)  | 58 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2035</b>          | 14 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>49 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>20 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté) | 83 [GWh/an]                                   |
| <b>Objectif 2050</b>          | 15 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>53 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>22 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté) | 90 [GWh/an]                                   |
| <b>Potentiel</b>              | 17 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>56 [GWh <sub>th</sub> /an]<br>26 [GWh <sub>sans pertes</sub> /an] (biogaz injecté) | 99 [GWh/an]                                   |
| Estimations rejets de chaleur |  |   |
| <b>Situation 2015</b>         | 0 [GWh <sub>el</sub> /an]<br>22 [GWh <sub>th</sub> /an]  | 22 [GWh/an]                                   |
| <b>Potentiel</b>              | [GWh <sub>el</sub> /an]<br>100 [GWh <sub>th</sub> /an]   | 100 [GWh/an]                                  |

## HYPOTHESES / SOURCES

## Potentiel

*Biomasse agricole:*

Potentiel défini selon les Unités de Gros Bétail (UGB) référencées sur Vaud.

Seules les exploitations possédant plus de 50 UGB sont prises en compte, car elles sont d'une taille suffisante pour être techniquement réalisables, soit 451 exploitations qui représentent un total de 39'068 UGB.

560 m<sup>3</sup> biogaz/UGB/an.

1 m<sup>3</sup> de biogaz produit 2 kWh<sub>el</sub> + 2.6 kWh<sub>th</sub> (Rapport « Evaluation du gisement potentiel de biogaz dans le canton de Vaud », ProConseil 2013).

*Déchets méthanisables:*

Les déchets méthanisables sont gérés dans le Plan cantonal de gestion des déchets, où 4 sites de méthanisation sont prévus. Trois d'entre eux existent déjà (Méthanisation Villeneuve et la compostière de Chavornay qui valorisent en CCF, ainsi que Ecorecyclage de Lavigny qui injecte son biogaz) et le 4<sup>e</sup> site en projet de La Coulette qui, lui, a pour projet d'injecter son biogaz produit.

Le potentiel est défini selon les tonnes de déchets compostables collectés sur Vaud, qui augmentent en lien avec l'augmentation de la population, soit 108'000 tonnes de déchets.

155 m<sup>3</sup> biogaz/tdéchets/an.

50 % des biodéchets sont valorisés en CCF et 50 % en biogaz injecté dans le réseau.

CCF: 1 m<sup>3</sup> de biogaz produit 2 kWh<sub>el</sub> + 2.6 kWh<sub>th</sub>.

Biogaz injecté: 1 m<sup>3</sup> de biogaz produit 2 kWh<sub>el</sub> + 2.6 kWh<sub>th</sub>.

*Déchets incinérables:*

Le potentiel est défini selon les tonnes de déchets ménagers et encombrants valorisés sur Vaud, qui augmentent en lien avec l'augmentation de la population vaudoise (Plan cantonal de gestion des déchets). Sachant que 42 % des déchets collectés sont valorisés hors du canton. Au total environ 150'000 tonnes de déchets sont valorisés sur le canton de Vaud.

(480 kWh<sub>el</sub> + 1'600 kWh<sub>th</sub>)/tdéchets (Données d'exploitation TRIDEL).

*STEP:*

Le potentiel est défini selon les tonnes de boues d'épuration produites en lien avec l'augmentation de la population. Puis 86 % de ces boues seront traitées par digestion pour production de biogaz avant d'être incinérées (grâce à la régionalisation des STEP prévue pour 2035). Ce biogaz servira soit à un CCF, ou sera injecté dans le réseau de gaz.

Potentiel de 23'500 tonnes de boues (en Matière Sèche MS).

550 m<sup>3</sup> biogaz/t MS (Rapport de gestion SIGE 2014, [http://www.sige.ch/pdf/gestion\\_2014.pdf](http://www.sige.ch/pdf/gestion_2014.pdf)).

1/3 du biogaz produit est injecté dans le réseau, et 2/3 valorisé par couplage CCF.

CCF: 1 m<sup>3</sup> biogaz → 2 kWh d'électricité et 3.5 kWh de chaleur par couplage CCF (Rapport « Le biogaz de STEP – Une énergie de grande classe », Suisse Energie).

Biogaz injecté: 1 m<sup>3</sup> → 6 kWh sans pertes.

*Rejets de chaleur:*

La réalisation du cadastre des rejets thermiques est en cours et devrait être terminée d'ici 6 mois. Toutefois une première approche globale est faite pour l'évaluation du potentiel.

La consommation thermique des grands consommateurs était de 2'850 GWh<sub>th</sub> en 2015.

Dans tout processus industriel, des pertes existent, elles sont estimées à 10 %, ces rejets de chaleur sont donc potentiellement valorisables.

En assumant que seulement 1/3 des industries pourraient valoriser cette énergie perdue (manque de demande, pas de volonté des entreprises, etc.), le potentiel de valorisation des rejets de chaleur se porterait à 95 GWh<sub>th</sub>. L'ordre de grandeur estimé est donc de la centaine.

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Situation 2015</b>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Biomasse agricole</i>: Rapport «Evaluation du gisement potentiel de biogaz dans le canton de Vaud», ProConseil 2013.</li> <li>- <i>Déchets méthanisables</i>: Relevé SwissGrid de l'énergie injectée dans le réseau Ecorecyclge.ch.</li> <li>- <i>Déchets incinérables</i>: TRIDEL.</li> <li>- «STEP: Bilan 2015 de l'épuration vaudoise – Rapport d'activité de la STEP de Vidy 2014». Données d'exploitation <a href="http://www.tridel.ch">www.tridel.ch</a>.</li> <li>- <i>Plan de gestion des déchets 2014</i>.</li> <li>- <i>Rejets de chaleur</i>: CADCIME SA, Eclepens (<a href="https://www.cadcime.ch/">https://www.cadcime.ch/</a>).</li> </ul>  |
| Hypothèses biomasse agricole     |   |
| 2015 → 2022                      | <p>Le développement du potentiel est relativement limité. Premièrement, l'équilibre économique est difficile à atteindre pour les installations de petite taille (qui représentent une majorité des installations). Les installations sont souvent situées hors des zones à bâtir et la chaleur produite est donc difficilement valorisable. De même pour l'injection de biogaz dans les réseaux de gaz dont les exploitations agricoles sont souvent éloignées. L'injection de biogaz agricole n'a donc pas été chiffrée même si elle est probablement envisageable dans certains cas. Finalement, le développement de la filière est très lié au marché de l'agriculture, car les agriculteurs ont tendance à se tourner vers la culture plutôt que vers l'exploitation bovine.</p> <p>Pour toutes ces raisons qui auraient tendance à freiner le développement du potentiel, on fait l'hypothèse que d'ici 2050, seulement la moitié du potentiel sera atteint, avec une progression linéaire jusque-là.</p> |
| 2022 → 2035                      |   |
| 2035 → 2050                      |   |
| Hypothèses déchets méthanisables |   |
| 2015 → 2022                      | <p>Les déchets méthanisables sont gérés dans le cadre du Plan de gestion des déchets, qui prévoit le traitement de l'ensemble de déchets sur 4 sites différents. Cependant aujourd'hui ce n'est pas entièrement le cas, car seulement 3 sites sur les 4 prévus sont en activité. De ce fait, le développement restant est lié à la mise en service du site de La Coulette, à la croissance démographique, et à la qualité du tri des déchets qui doit être améliorée.</p>   |
| 2022 → 2035                      |   |
| 2035 → 2050                      |   |
| Hypothèses déchets incinérables  |   |
| 2015 → 2022                      | <p>Le potentiel réaliste est déjà atteint, seule la centrale d'incinération TRIDEL contribue à la valorisation des déchets incinérables. Le développement du potentiel est simplement lié à la croissance démographique.</p>  |
| 2022 → 2035                      |   |
| 2035 → 2050                      |   |
| Hypothèses STEP                  |   |
| 2015 → 2022                      | <p>Le développement restant du potentiel des STEP est lié à la croissance démographique ainsi qu'à la régionalisation prévue pour 2035 qui prévoira entre autre la mise en place d'une valorisation énergétique (digestion).</p>  |
| 2022 → 2035                      |   |
| 2035 → 2050                      |   |
| Hypothèses rejets de chaleur     |   |
| 2015 → 2022                      | <p>Seulement hypothèses globales du potentiel.</p>  |
| 2022 → 2035                      |   |
| 2035 → 2050                      |   |

# Améliorer la résilience du canton en cas de panne électrique

## DESCRIPTIF

### Contexte

La panne d'approvisionnement en électricité est considérée par la Confédération comme l'un des plus grands risques d'approvisionnement actuels. Sous le terme «panne», il faut comprendre une rupture ou une limitation de la disponibilité. L'utilisation accrue des lignes de transport pour le transit d'énergie, les difficultés de réalisation de nouvelles lignes, les contraintes sur les coûts, l'augmentation des productions intermittentes et décentralisées (solaire, éolien), une utilisation accrue de l'électricité (déploiement des voitures électriques, substitution du gaz/mazout par des pompes à chaleur, etc.), des systèmes de plus en plus dépendants de réseaux informatiques accroissent nettement les risques de pannes majeures sur le réseau électrique. En raison de l'électrification de la société, les pannes auront des conséquences de plus en plus importantes. Les hivers 2015-2016 et 2016-2017 ont montré une situation tendue sur le réseau de transport avec une réduction de la capacité de production tant au niveau national (arrêt de centrales nucléaires, lacs d'accumulation faiblement remplis) et au niveau européen (arrêt de centrales nucléaires en France). La capacité d'énergie disponible en hiver au niveau national est insuffisante pour couvrir cette période de l'année. L'augmentation de la capacité de production en hiver, la réduction de la demande font partie des priorités pour le développement.

Une coupure électrique d'envergure et de longue durée mettra à mal le fonctionnement des entreprises, des institutions et impactera de manière significative la population. Il aura notamment une incidence majeure sur le système de santé, l'approvisionnement en eau et en nourri-

ture et sur la mobilité. La Suisse et le canton de Vaud ne sont pas préparés si un tel événement devait survenir, les infrastructures (gestion de crise et conduite, hôpitaux, EMS, eau potable, réseau de télécommunication, STEP, etc.) ne sont pas capables de fonctionner durant une absence d'électricité de quelques jours. Pour les secours, les groupes électrogènes au mazout restent actuellement fiables, mais ont une durée d'utilisation limitée du fait de la difficulté de disposer de stocks de combustible suffisants. Du point de vue financier, il est estimé qu'un blackout au niveau suisse coûterait entre 2 et 4 milliards par jour. Rapporté au PIB vaudois, l'impact serait de 160 à 320 millions par jour.

Au niveau de la gestion de crise, la gestion de la pénurie d'électricité (sans coupure de grande ampleur) est du domaine de la Confédération avec le plan OSTRAL, qui gèrera le contingentement de l'électricité et la réquisition des moyens de production au niveau national. Par contre, le Canton doit gérer la problématique de la panne d'électricité. Le Canton possède un plan de coordination lui permettant de mettre en œuvre rapidement les premières mesures, cependant il est indispensable que des mesures de prévention soient mises en œuvre en amont afin que ces infrastructures puissent continuer de fonctionner. A noter qu'il ne revient pas au gouvernement cantonal d'assurer l'ensemble des prestations de secours, mais qu'il a un devoir de sensibilisation et d'incitation pour que les acteurs concernés se préparent à un tel événement.

### Périmètre

Réseaux électriques, production, infrastructures vitales.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |  | Intérêts   |
|-------------------|--|--|
| 1                 | Population   | Bénéficier d'un approvisionnement fiable en quantité suffisante et économiquement avantageux. En cas de crise, disposer d'un service minimum fourni par les infrastructures critiques. |
| 2                 | Industries, grands consommateurs                   | Bénéficier de conditions cadres attractives pour leur implantation dans le canton. Poursuite de leurs activités, éviter les dommages et les pertes économiques en cas de panne.        |
| 3                 | Distributeurs d'énergie                            | Exploiter les réseaux de manière fiable et économiquement viable.  |
| 4                 | Exploitants d'infrastructures critiques ou vitales | Etre reconnues en tant que telles, s'assurer que leur plan de continuité en cas de non alimentation électrique partielle ou totale fonctionne.   |
| 5                 | Collectivités publiques                            | Assumer ses responsabilités en tant qu'autorité et partie prenante dans les sociétés distributrices d'énergie et de responsable de la gestion de crise.                                |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins   | Leviers d'action  |
|----------------------------|--|---|
| <b>Economique</b>          | Coût des mesures pour adapter les infrastructures critiques.                                       | Soutien financier pour l'étude initiale.  |
| <b>Technique</b>           | Criticité du fonctionnement des réseaux de gaz vu la dépendance de l'approvisionnement électrique. | La convergence des réseaux peut apporter une solution pour augmenter la résilience des infrastructures électriques et gazières.<br>Production d'énergie par cogénération (CCF). |
| <b>Acceptation sociale</b> | Absence / faible prise de conscience qu'une panne de grande ampleur est possible.                  | Préparer la population et les entreprises à cette éventualité.<br>Montrer les avantages des énergies renouvelables et indigènes sur l'indépendance et la sécurité.              |
| <b>Législative</b>         | Coordination entre la Confédération et le Canton.  | Directives de la Confédération nécessaires.   |



## PISTES OPERATIONNELLES

- Garantir le fonctionnement des installations vitales pour le canton en cas d'absence d'électricité pendant 3 jours (coordination-conduite, information-communication, mobilité, sécurité publique, approvisionnement, santé, traitement des déchets & hygiène):
  - Mesures nécessaires:
    - Mettre en œuvre un suivi de la situation du réseau électrique, notamment en tenant compte des impacts de la stratégie énergétique;
    - S'assurer que les exploitants d'infrastructures critiques prennent les mesures techniques et organisationnelles nécessaires pour garantir le fonctionnement de leurs installations durant une absence prolongée d'électricité.
- A plus long terme, développer des microgrids pouvant fonctionner de manière indépendante en cas de panne.

## OBJECTIFS

| Année                     | Nb d'infrastructures critiques pouvant fonctionner 3 jours de manière autonome sans approvisionnement énergétique externe   |
|---------------------------|---|
| Situation 2000 (ou autre) |   |
| Situation 2015            | Peu d'infrastructures en mesure de tenir 3 jours sans électricité.  |
| Objectif 2022             | Quelques installations critiques peuvent fonctionner en cas d'absence d'électricité sur 3 jours. Les risques sont identifiés et des mesures proposées.  |
| Objectif 2035             | Toutes les structures critiques prioritaires identifiées (p. ex. santé pour les soins vitaux) sont en mesure de fonctionner durant 3 jours sans électricité.<br>Un approvisionnement minimal en eau est garanti pour 80 % de la population en cas d'absence d'électricité de 3 jours. |
| Objectif 2050             | Les autres structures indispensables (traitement de l'eau usée, mobilité, communication, approvisionnement en biens de première nécessité) assurent leur fonctionnement de base durant 3 jours sans électricité.  |

## Axe stratégique – Infrastructures

# Adapter les réseaux électriques, y compris pour la mobilité électrique

## Cible(s)

- Gestionnaires de réseaux de distribution
- Coopératives ou groupements équiv.
- Automobilistes

## DESCRIPTIF

**Contexte**

L'électricité est le second agent énergétique consommé dans le canton et est essentielle pour le bon fonctionnement de la société et de l'économie. Le réseau électrique est donc un élément névralgique pour l'ensemble des acteurs du canton de Vaud. Le développement des productions décentralisées et intermittentes, l'arrêt à terme des centrales nucléaires, l'émergence de solutions de stockage, la substitution d'agents fossiles par de l'électricité pour les pompes à chaleur, la convergence des réseaux (électricité, gaz, CAD) et la mobilité vont nécessiter une refonte complète du fonctionnement et de l'infrastructure du réseau en y intégrant, notamment, de l'intelligence (smart grids) et des micro-réseaux (micro grids). Les réseaux de communication deviennent de plus en plus importants dans la gestion de l'énergie. L'augmentation de l'autoconsommation entraîne également le défi du financement du développement et de la maintenance des infrastructures. La libéralisation

complète du marché de l'électricité, en discussion actuellement, aura aussi une influence sur l'avenir des réseaux.

Afin d'assurer le développement de la mobilité électrique, il est indispensable de pouvoir disposer de bornes de recharge en nombre suffisant.

Par ailleurs, la Suisse, avec ses réserves dans les barrages hydroélectriques, n'est pas en mesure de satisfaire la demande hivernale d'électricité sans avoir recours à des importations. Ce déficit tend à s'accroître au fil des années. Afin de garantir une sécurité d'approvisionnement à long terme, un des défis majeurs sera de développer les capacités de production en hiver et de limiter la consommation durant cette période. Des adaptations des outils de production, notamment décentralisés (panneaux solaires de différentes orientations et inclinaisons, parcs éoliens, utilisation de CCF pour le chauffage, etc.) ainsi qu'une limitation de la consommation électrique durant l'hiver (chauffage électrique direct, éclairage, etc.) devront être entreprises.

**Périmètre**

Réseaux électriques, smart- et micro grids, smart metering, bâtiments, adéquation entre production et consommation, mobilité électrique.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |  | Intérêts   |
|-------------------|--|--|
| 1                 | Petits producteurs d'énergie           | Volonté d'être indépendants énergétiquement.   |
| 2                 | Distributeurs d'énergie                | Assurer le fonctionnement du réseau à long terme.<br>Garantir un financement pour le développement des smart grids, l'entretien et l'extension du réseau en offrant des tarifs compétitifs sur le plan suisse.   |
| 3                 | Consommateurs                          | Bénéficier d'électricité en suffisance à un tarif compétitif.  |
| 4                 | Industries                             | Bénéficier d'électricité en suffisance à un tarif compétitif.<br>Prendre des mesures de réduction de la consommation si le bilan financier le justifie.  |
| 5                 | Collectivités publiques                | Garantir la compétitivité économique du Canton et des communes.<br>Garantir un niveau de vie adéquat de la population.<br>Développer la mobilité électrique.<br>Promouvoir l'efficacité énergétique, notamment électrique.<br>Conserver des moyens suffisants pour la politique énergétique. |
| 6                 | Propriétaires de véhicules électriques | Facilité de recharge des batteries des VE, optimisation avec leur éventuelle autoproduction d'électricité.   |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins   | Leviers d'action  |
|----------------------------|--|---|
| <b>Economique</b>          | Diminution des montants perçus pour l'entretien et le développement des réseaux.<br>Conséquence de l'augmentation de l'auto-consommation sur le financement des réseaux.<br>Investissement lourd pour le développement des réseaux.<br>La diminution de la consommation va réduire le montant des prestations aux collectivités publiques (PCP). | Repenser les modèles de rétribution des réseaux et les modèles des PCP.<br>Développement de nouveaux modèles d'affaires.<br>Nouvelle bases légales, soutien financier éventuel.<br>Soutien financier, mise en place de nouveaux modèles d'affaires. |
| <b>Acceptation sociale</b> | Désolidarisation entre les autoconsommateurs et les consommateurs vis-à-vis des taxes et frais de réseau.  | Mise en place de nouveaux modèles d'affaires plus équitables.   |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Développer le réseau électrique et sa gestion afin qu'il soit en mesure d'accepter les quantités d'énergies renouvelables décentralisées et intermittentes et de satisfaire les nouveaux besoins électriques (PAC, e-mobilité, smart grids).
- Maintenir la qualité du réseau électrique et de la fourniture d'énergie, particulièrement durant la période hivernale.  
Prémises de mesures: augmenter la capacité de production et les productions locales, limiter la consommation sur le réseau électrique durant la période hivernale.
- Développer le réseau de bornes de recharge pour la mobilité électrique.
- Développer le smart grid.
- Favoriser l'autoconsommation (individuelle, en communauté, etc.).
- Favoriser la convergence des réseaux (électriques, gaz, thermiques, communications, etc.) lorsque c'est pertinent et efficace du point de vue énergétique (et pouvant favoriser également le stockage de l'énergie).

## OBJECTIFS

| Année                     | Consommation en GWh/an<br>Part de renouvelable dans l'électricité distribuée<br>Réduction du nb de chauffages électriques directs<br>Disponibilité du réseau électrique (SAIDI, SAIFI)   |
|---------------------------|--|
| Situation 2000 (ou autre) | 3458 [GWh <sub>el</sub> /an].  |
| Situation 2015            | Consommation 4'188 [GWh/an] dont 62 % de sources renouvelables.<br>SAIDI: 20 minutes/an.<br>SAIFI: 0.31 coupures/an.   |
| Objectif 2022             | Consommation: 4'309 [GWh/an].<br>75 % de l'énergie distribuée aux consommateurs est renouvelable.<br>10 % de chauffages électriques directs en moins par rapport à 2015.<br>Indicateurs SAIDI/SAIFI au même niveau que 2015 (moyenne sur 5 ans) sous réserve d'aléa météo.   |
| Objectif 2035             | Consommation: 4'379 [GWh/an].<br>Le réseau peut fonctionner avec 20 % d'énergie décentralisée injectée dans le réseau.<br>90 % de l'énergie distribuée aux consommateurs est renouvelable.<br>50 % de chauffage électriques directs en moins par rapport à 2015.<br>Indicateurs SAIDI/SAIFI au même niveau que 2015 (moyenne sur 5 ans) sous réserve d'aléa météo. |
| Objectif 2050             | Consommation: 4'532 [GWh/an].<br>Le réseau peut fonctionner avec 30-35 % d'énergie décentralisée injectée dans le réseau.<br>100 % de l'énergie distribuée aux consommateurs est renouvelable.<br>Plus aucun chauffage électrique direct.<br>Indicateurs SAIDI/SAIFI au même niveau que 2015 (moyenne sur 5 ans) sous réserve d'aléa météo.                        |

## HYPOTHESES / SOURCES

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>Potentiel</b>               | <p>Le potentiel de réduction de la consommation d'électricité est important, mais contrecarré par le fait que ce vecteur énergétique est appelé à substituer les agents énergétiques fossiles (pompes à chaleur, véhicules électriques, etc.). La réduction de la consommation d'électricité par personne prévue par la Stratégie énergétique 2050 par rapport à 2000 est de -3% en 2020, de -13% en 2035 et de -18% en 2050. Pour le canton de Vaud, le scénario retenu prévoit une plus forte diminution de la consommation électrique par personne afin de pouvoir respecter également les objectifs de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> tout en tenant compte de la forte croissance démographique prévue. Les chiffres des objectifs sont issus de la compilation des fiches C1 à C3.</p> <p>Concernant les infrastructures, celles-ci n'ont pas fait l'objet de développement de différents scénarios.</p> |
| <b>Situation 2000 ou autre</b> | Enquête annuelle auprès des entreprises énergétiques (électricité).   |
| <b>Situation 2015</b>          | Enquête annuelle auprès des entreprises énergétiques (électricité).<br>Site marquage-courant pour la proportion renouvelable.   |
| Hypothèses                     |   |
| <b>Période concernée</b>       | <b>Générales</b>  |
| <b>2015 → 2022</b>             | Augmentation de la population vaudoise selon scénario STAT VD, soit +35.7% p.r. à 2000.   |
| <b>2022 → 2035</b>             | Augmentation de la population vaudoise selon scénario STAT VD, soit +53% p.r. à 2000.   |
| <b>2035 → 2050</b>             | Augmentation de la population de selon scénario STAT VD, soit +74% p.r. à 2000.   |

## Axe stratégique – Infrastructures

# Développer les infrastructures de stockage des énergies et favoriser la convergence des réseaux

## Cible(s)

- Entreprises énergétiques
- Communes
- Coopératives ou groupements équiv.
- Propriétaires privés
- Propriétaires d'immeubles

## DESCRIPTIF

## Contexte

Le stockage d'énergie dans les grands volumes d'eau des barrages alpins est une longue tradition de la Suisse qui est à ce titre souvent désignée comme la batterie de l'Europe. Ces ouvrages permettent d'effectuer du stockage saisonnier dans le but de faire face au déficit de production d'électricité durant la période hivernale. Le stockage d'électricité journalier est, quant à lui, un défi important pour le développement des énergies renouvelables décentralisées et intermittentes telles que le solaire et l'éolien. Entre ces extrêmes, les installations de pompage-turbinage offrent de plus grandes souplesses dans les intervalles de stockage, notamment l'aménagement de FMHL (Forces Motrices Hongrin-Léman) qui représente un grand atout pour le canton. D'autre part, le stockage d'électricité permet d'optimiser et de limiter les pics de puissance dans l'industrie. En premier lieu, il est clair qu'il convient d'optimiser la consommation électrique avant de la stocker.

Les batteries électriques permettent un stockage journalier, en particulier pour la production photovoltaïque. Celles du futur parc de véhicules électriques seront aussi à prendre en considération suite aux rapides progrès observés dans l'accroissement de leur capacité. D'autres technologies de stockage sont en développement et il est hasardeux de prévoir quelles technologies de stockage (volants d'inertie, air comprimé, hydrogène, méthanol, gaz synthétique, etc.) émergeront. La localisation du stockage a une importance sur l'influence que celui-ci peut avoir sur la stabilité du réseau électrique. Des synergies entre l'électricité et le gaz

sont certainement appelées à jouer un rôle: le canton de Vaud est raccordé, par La Cure, à un stockage de gaz saisonnier en France dont l'artère a été financée par la Suisse romande. En outre, le réseau de gaz offre un stockage en conduite qui est utilisé pour couper les pointes hivernales. Le futur power-to-gas et la cogénération sont intéressants pour utiliser la convergence des réseaux et optimiser la gestion pendant les périodes hivernales.

De manière plus générale, le power-to-X (PtX) décrit la conversion de l'électricité en combustible facilement stockable, liquide ou gazeux. Ces combustibles synthétiques renferment également le potentiel pour développer des solutions de stockage saisonnier permettant de faire passer la production excédentaire estivale vers la saison hivernale.

Des possibilités de stockage thermique se développent également, par exemple à partir d'énergie solaire thermique et via des cuves d'eau chaude ou des matériaux à changement de phase.

*Convergence des réseaux*

La convergence des réseaux (électriques, gaziers et thermiques) consiste à planifier et exploiter ces différents réseaux comme un système énergétique global; cette coordination permet de mieux intégrer les productions renouvelables décentralisées et intermittentes, notamment en les stockant lorsqu'elles sont excédentaires. Une planification coordonnée des réseaux offre également des perspectives en termes d'efficacité énergétique globale.

Les domaines du stockage et de la convergence des réseaux étant encore en plein développement, notamment technologique, aucun objectif chiffré n'a été formulé.

## Périmètre

Réseaux électriques, réseaux énergie, réseaux de gaz, bâtiments, infrastructures de stockage (aménagements hydroélectriques, batteries, volants d'inertie, air comprimé, hydrogène, méthanol, gaz synthétique, eau chaude, stockage chimique, etc.).

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |  | Intérêts  |
|-------------------|--|---|
| 1                 | Producteurs d'énergie                            | Valorisation des investissements dans la production des nouvelles énergies renouvelables (éolien, solaire, autres).                                       |
| 2                 | Distributeurs d'énergie                          | Assurer le fonctionnement des réseaux à long terme.<br>Garantir un financement pour l'entretien et le développement des réseaux.                          |
| 3                 | Commercialisateurs d'infrastructures de stockage | Gain économique et conscience écologique pour le développement de leurs produits.   |
| 4                 | Consommateurs d'énergie                          | Optimiser la rentabilité des installations, notamment photovoltaïques.<br>Volonté d'être indépendant énergétiquement.<br>Diminuer ses coûts énergétiques. |
| 5                 | Associations de protection de l'environnement    | Diminuer les conséquences écologiques de l'usage des solutions de stockage et de leur recyclage.  |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins  | Leviers d'action   |
|----------------------------|---|--|
| <b>Economique</b>          | Mise en péril économique des aménagements de pompage-turbinage et d'accumulation hydraulique.<br>Diminution des montants perçus pour l'entretien des réseaux.<br>Solution de stockage décentralisé encore coûteuse. | Accords sur le marché de l'électricité européen.<br>Libéralisation complète du marché de l'électricité.<br>Nouveaux modèles d'affaires.<br>R&D, projets pilotes.<br>Industrialisation de masse.<br>Stockage virtuel pour particuliers. |
| <b>Acceptation sociale</b> | Atteinte à l'environnement et/ou au paysage par les aménagements de pompage-turbinage.  | Information / sensibilisation.   |
| <b>Environnementale</b>    | Usage à grande échelle de matériaux rares pour la construction de batteries et nouvelles dépendances étrangères pour se les procurer.   | R&D et filières de recyclage.  |
| <b>Législative</b>         | Bases légales pas adaptées pour l'utilisation de capacités de stockage existantes.  |  |



## PISTES OPERATIONNELLES

---

- Apporter de nouveaux débouchés (stockage virtuel) pour les infrastructures de stockage existantes, notamment les installations de pompage-turbinage.
- Développer le stockage saisonnier (power-to-gas, thermique, etc.), là où cela fait économiquement sens (par exemple réseaux thermiques).
- Développer le stockage journalier dans les quartiers, au sein des regroupements de consommateurs et dans l'industrie.
- Optimiser la consommation électrique et le stockage dans l'industrie.
- Favoriser la convergence des réseaux (électriques, gaz, thermiques, communications, etc.) lorsque c'est pertinent et efficient du point de vue énergétique (et pouvant favoriser également le stockage de l'énergie).

*Faute d'indicateurs, pas d'objectifs énergétiques chiffrés à ce stade.*

## Axe stratégique – Infrastructures

# Développer les réseaux thermiques

## Cible(s)

- Entreprises énergétiques
- Communes
- Propriétaires d'immeubles
- Entreprises

## DESCRIPTIF

### Contexte

Les réseaux thermiques permettent de fournir à distance de la chaleur et/ou du froid aux bâtiments. Cela permet une grande adaptabilité vis-à-vis des sources thermiques, pouvant passer d'un agent énergétique à un autre selon les évolutions technologiques ou politiques. Cela permet également d'intégrer les rejets de chaleur provenant des industries ou des infrastructures si les niveaux de températures sont suffisants.

L'Etat et les communes encouragent déjà les installations de chauffage à distance (CAD). Les bâtiments neufs et ceux dont l'installation subit des transformations importantes ont l'obligation de s'y

raccorder sauf si leurs besoins sont déjà couverts par des énergies renouvelables. Les bâtiments existants sont incités à se raccorder à un réseau CAD existant. Les CAD constituent aussi une condition initiale très favorable pour la cogénération, c'est-à-dire la production simultanée de chaleur et d'électricité (CCF), que ce soit à partir d'agents énergétiques renouvelable ou de gaz naturel.

D'autre part, les réseaux basse énergie (par exemple, à partir de l'eau d'un lac) permettent de faire du rafraîchissement direct, évitant ainsi l'utilisation de machines frigorifiques. Lorsque les réseaux se développent et le nombre de raccordements augmente, il est nécessaire de

compléter l'injection de chaleur issue de rejets et de sources renouvelables pour maintenir une part renouvelable majoritaire dans le réseau.

Les réseaux thermiques permettent également de développer des solutions de stockage thermique saisonnier, par exemple avec des cuves d'eau chaude ou d'autres solutions.

### Périmètre

Réseaux de chaleur, systèmes de chauffage, entreprises, zones de densité de population suffisante.

## PARTIES PRENANTES

|   | Parties prenantes                            | Intérêts  |
|---|--|---|
| 1 | Consommateurs d'énergie                      | Bénéficier d'un approvisionnement fiable en quantité suffisante et économiquement avantageux.                     |
| 2 | Distributeurs d'énergie                      | Exploiter et développer les réseaux de manière fiable et économiquement viable.                                   |
| 3 | Producteurs d'énergie (centrales de chauffe) | Bénéficier d'un tarif d'achat viable économiquement.  |
| 4 | Producteurs d'énergie (rejets de chaleur)    | Limiter les coûts / pertes induits par les rejets de chaleur.   |
| 5 | Collectivités publiques                      | Favoriser le développement des réseaux CAD pour offrir une flexibilité dans les sources de production de chaleur. |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques             | Freins   | Leviers d'action   |
|----------------------------|--|--|
| <b>Economique</b>          | <p>Concurrence entre différentes énergies de réseau.</p> <p>Viabilité financière des réseaux CAD.</p> <p>Coût du raccordement.</p>   | <p>Structure d'arbitrage avec des critères approuvés par les parties.</p> <p>Mise en œuvre de la planification énergétique territoriale.</p> <p>Soutien financier pour l'étude initiale.</p> <p>Soutien financier pour la création et l'extension des réseaux.</p> <p>Développement de nouveaux modèles d'affaires pour garantir la viabilité à long terme des réseaux.</p> <p>Subvention pour le raccordement pour les preneurs et les producteurs.</p> |
| <b>Acceptation sociale</b> | <p>Garantie de fourniture de l'énergie thermique à long terme.</p>   | <p>Assurer la viabilité et solidité financières des entreprises exploitantes.</p>  |
| <b>Législative</b>         | <p>Exigences légales trop contraignantes pour les bâtiments raccordés ou à raccorder.</p> <p>Nécessité d'avoir suffisamment de sources d'approvisionnement (rejets de chaleur, biogaz, bois, etc.) pour garantir une part renouvelable significative dans le réseau.</p> | <p>Adaptation des bases légales (30 % ECS, isolation).</p> <p>Recherche de nouvelles sources d'approvisionnement.</p>  |

## PISTES OPERATIONNELLES

- Implanter les projets aux bons endroits (densité thermique satisfaisante, proximité de sources de chaleur renouvelables ou de rejets de chaleur soit en exploitation, soit en développement).
- Favoriser l'efficacité des réseaux, à construire et existants (basse et moyenne température, densification sous condition [part renouvelable], diversification, etc.).
- Densifier et étendre les réseaux CAD existants sous conditions (maintien ou augmentation de la part renouvelable).
- Développer le stockage thermique, notamment saisonnier, au sein des réseaux, là où cela fait économiquement sens.
- Favoriser la convergence des réseaux (électriques, gaz, thermiques, communications, etc.) lorsque c'est pertinent et efficace du point de vue énergétique (et pouvant favoriser également le stockage de l'énergie).

## OBJECTIFS

| Année                            | <b>Nb de raccordements</b><br><b>Quantité de chaleur distribuée</b><br><b>Part de rejets de chaleur et d'ER dans l'ensemble des CAD</b> |
|----------------------------------|---|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> |   |
| <b>Situation 2015</b>            |   |
| <b>Objectif 2022</b>             | Les objectifs seront chiffrés sur la base notamment des résultats de l'enquête en cours auprès des réseaux thermiques existants.        |
| <b>Objectif 2035</b>             |   |
| <b>Objectif 2050</b>             |   |
| <b>Potentiel</b>                 | Le potentiel sera chiffré sur la base notamment des résultats de l'enquête en cours auprès des réseaux thermiques existants.            |

## Axe stratégique – Infrastructures

## Cible(s)

- Entreprises énergétiques
- Communes

# Redéfinir le rôle du gaz dans la distribution et le stockage d'énergie

## DESCRIPTIF

### Contexte

Le gaz naturel est devenu le premier agent énergétique du canton pour les applications thermiques, devançant le mazout depuis 2013. Cependant, le gaz naturel est une ressource fossile. Bien qu'au niveau des émissions de CO<sub>2</sub> et des polluants atmosphériques, le gaz naturel soit plus favorable que le mazout, une augmentation de sa consommation péjore l'atteinte des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre au niveau national et vaudois. La combustion du gaz naturel pour chauffer de l'eau à basse température (chauffage de locaux, préparation de l'eau sanitaire) ne se justifie théoriquement plus d'un point de vue énergétique et climatique. Cet agent énergétique doit plutôt être privilégié pour les processus industriels nécessitant des hautes températures, la production d'électricité avec valorisation des rejets de chaleur par la cogénération (couplage chaleur-force), comme secours, voire complément dans l'alimentation de réseaux de chauffage à distance alimentés principalement par des énergies

renouvelables, ainsi qu'en tant que carburant, dans les moyens de transports qui s'y prêtent et en complément des autres nouveaux agents énergétiques (électricité, hydrogène, etc.). Bien que l'extension des réseaux de gaz ne soit plus d'actualité, la densification des réseaux existants pourra prélude à un accroissement momentané, sur les zones concernées, de la consommation de gaz naturel. Quant aux réseaux de gaz existants, largement financés grâce aux investissements publics, ils représentent une infrastructure qui reste pertinente. Ceci indépendamment du gaz naturel, mais dans une perspective plus large incluant le transport et la distribution de toutes sortes de gaz de synthèse, d'hydrogène et de biocombustibles et bio-carburants, ainsi que pour favoriser le stockage d'énergie et la convergence des réseaux. A titre historique, on rappellera que les premiers réseaux de gaz étaient alimentés à partir de distillation de houille ou de craquage d'essence légère.

La production d'électricité à large échelle à partir de gaz naturel consommé dans

des centrales à cycle combiné n'est pas exclue en Suisse, mais il n'y aura vraisemblablement pas de projet dans le canton de Vaud.

La consommation actuelle de gaz naturel ne pourra être que partiellement substituée avec du biogaz, dont le potentiel cantonal est limité par les ressources disponibles (biomasse agricole, déchets méthanisables, STEP, méthanation du bois). Les gaz synthétiques auront un rôle à jouer dans le stockage des énergies renouvelables aléatoires (power-to-gas, injection d'hydrogène). Les entreprises énergétiques actives dans les réseaux (gaz, électricité, réseaux thermiques) prévoient que la convergence des réseaux (p. ex. power-to-gas) s'intensifiera ces prochaines années.

### Périmètre

Réseaux de gaz dans le canton de Vaud. Chauffage des locaux et de l'eau sanitaire. Processus industriels HT. Production d'électricité. Véhicules à gaz. Biogaz et gaz synthétiques.

## PARTIES PRENANTES

| Parties prenantes |  | Intérêts  |
|-------------------|--|---|
| 1                 | Consommateurs d'énergie                        | Bénéficier d'un approvisionnement fiable en quantité suffisante et économiquement avantageux.                   |
| 2                 | Distributeurs d'énergie / entreprises gazières | Exploiter les réseaux de manière fiable et économiquement viable; maintenir les revenus liés à la vente de gaz. |
| 3                 | Collectivités publiques                        | Implication dans les sociétés de distribution d'énergie (dividendes).   |
| 4                 | Producteurs d'énergie, de biogaz               | Limiter les coûts/pertes induits par les rejets de chaleur.   |
| 5                 | Promoteurs de projets power-to-gas             | Acquérir de l'expérience grâce à des projets pilotes.   |

## PROBLEMATIQUES ET REPONSES

| Problématiques               | Freins  | Leviers d'action  |
|------------------------------|---|---|
| <b>Economique</b>            | <p>Prix du gaz à court, moyen et long termes (un prix du gaz élevé favorise les solutions alternatives, un prix du gaz bas favorise le gaz).</p> <p>Coûts des solutions alternatives au gaz (ER, CAD, etc.) ou complémentaires (PAC à gaz, cogénération).</p> | <p>Taxe sur le CO<sub>2</sub>.</p> <p>Subventions.</p>                    |
| <b>Acceptation politique</b> | <p>Disponibilité du gaz à long terme.</p> <p>Volonté d'expansion des sociétés gazières.</p> <p>Limitation du gaz pour le chauffage de bâtiments en zone urbaine.</p> <p>Concurrence avec le CAD.</p>  | <p>Planification énergétique territoriale.</p> <p>Organe d'arbitrage.</p> |

## PISTES OPERATIONNELLES

• *Réseaux:*

Maintenir et densifier le gaz uniquement là où il s'inscrit en soutien au déploiement des énergies renouvelables, ceci via une prise en compte dans la planification énergétique territoriale.

Soutenir les solutions de stockage des énergies renouvelables dans le réseau de gaz naturel en veillant à ce que cela ne se fasse pas, globalement et en valeur absolue, en faveur d'une augmentation de la part non renouvelable consommée.

Par conséquent:

- Aucune extension du réseau gaz dans les zones favorables au CAD;
- Pas de substitution du chauffage au mazout par du gaz dans les zones urbaines si un CAD est présent ou pourra être implanté.

• *Usages:*

Utiliser le gaz prioritairement pour les processus industriels HT, comme appoint dans les CAD, pour la cogénération (couplages chaleur-force et piles à combustible) et les pompes à chaleur à gaz. Optimiser l'utilisation du gaz naturel comme carburant de transition permettant d'accélérer la décarbonisation du secteur des transports.

• *Relations avec les autres réseaux:*

Favoriser la convergence des réseaux (électriques, gaz, thermiques, communications, etc.) lorsque c'est pertinent et efficient du point de vue énergétique (et pouvant favoriser également le stockage de l'énergie).

## OBJECTIFS

| Année                            |  |
|----------------------------------|--|
| <b>Situation 2000 (ou autre)</b> | 2'822 [GWh <sub>th</sub> /an]  |
| <b>Situation 2015</b>            | 4'209 [GWh <sub>th</sub> /an]  |
| <b>Objectif 2022</b>             | Diminution de 5 % de la consommation globale de gaz par rapport à 2015 : 4'000 [GWh <sub>th</sub> /an] (selon Rapport Prognos, 2012) |
| <b>Objectif 2035</b>             | Diminution de 20 % par rapport à 2015 : 3'400 [GWh <sub>th</sub> /an] (selon Rapport Prognos, 2012)                                  |
| <b>Objectif 2050</b>             | Diminution de 40 % par rapport à 2015 : 2'500 [GWh <sub>th</sub> /an] (selon Rapport Prognos, 2012)                                  |

## HYPOTHESES / SOURCES

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>Potentiel</b>               | Le potentiel de réduction de la consommation de gaz consiste en la diminution de l'utilisation du gaz pour le chauffage des bâtiments. Le potentiel de réduction de la consommation de gaz dans le canton a été estimé sur la base du Rapport Prognos, 2012. Il est envisageable que la consommation de gaz reste supérieure à ces valeurs dans les cas où le développement des ER et la réduction de la consommation d'énergie ne se développerait pas selon les prévisions. Le gaz serait alors mis plus longtemps à contribution comme énergie de transition. Concernant les infrastructures, il n'y a pas eu de développement de différents scénarios. |
| <b>Situation 2000 ou autre</b> | Enquête annuelle auprès des entreprises énergétiques (gaz).  |
| <b>Situation 2015</b>          | Enquête annuelle auprès des entreprises énergétiques (gaz). Ces chiffres collectés dans le cadre de l'étude sur le secteur du gaz dans le canton de Vaud, qui a recensé les réseaux de gaz et les quantités de gaz distribuées pour les années 2014 à 2016, contiennent la totalité du gaz distribué, y compris celui pour la chaleur à distance, contrairement aux chiffres collectés annuellement par STAT VD.   |
| Hypothèses                     |  |
| <b>Période concernée</b>       | <b>Générales</b>   |
| <b>2015 → 2022</b>             | Le prix du gaz (indexé sur celui du pétrole) au niveau mondial se maintient à ses niveaux actuels.<br>Le marché du gaz n'est pas encore libéralisé en Suisse.<br>Le Canton de Vaud révisé son règlement sur la pose des conduites de gaz.  |
| <b>2022 → 2035</b>             | Le marché du gaz en Suisse est libéralisé (partiellement ou totalement).   |
| <b>2035 → 2050</b>             | Le gaz naturel n'est plus utilisé pour les applications à basse température (chauffage des locaux et de l'eau sanitaire).  |



