



Novembre 2022

Guide de régionalisation

Complément au Scénario-cadre 2030/2040 pour la planification du réseau électrique

Numéro de dossier: OFEN-471.3-20/6

Pour compléter le « Scénario-cadre 2030/2040 pour la planification du réseau électrique », et afin de soutenir les gestionnaires de réseau, l'OFEN met à disposition, au niveau de l'office, un guide relatif aux méthodes de régionalisation, qui propose des méthodes pour ventiler les indicateurs du Scénario-cadre sur les secteurs de réseau, puis sur les nœuds du réseau. Le guide de l'OFEN n'est pas un élément constitutif du Scénario-cadre et n'est pas contraignant juridiquement. L'aménagement de la régionalisation en tant que telle demeure de la compétence et du ressort des gestionnaires de réseau concernés.



Table des matières

1	Introduction	3
2	Contexte	3
3	Méthodes de régionalisation.....	4
3.1	Les méthodes en détails	5
3.1.1	Ventilation égale	5
3.1.2	Mise à l'échelle de la situation actuelle	5
3.1.3	Ventilation au moyen d'une clé de répartition	5
3.1.4	Pondération des différentes méthodes	5
3.1.5	Combinaison de différentes méthodes en plusieurs étapes	5
4	Processus de régionalisation	6
5	Paramètres du scénario-cadre	7
6	Principes de régionalisation des paramètres	8
6.1	Grandes centrales hydroélectriques	11
6.2	Petites centrales hydroélectriques	11
6.3	Centrales nucléaires.....	12
6.4	Centrales à cycle combiné	12
6.5	Usines d'incinération des ordures ménagères	12
6.6	Autres centrales thermiques	13
6.7	Biomasse (bois).....	13
6.8	Installations au biogaz.....	13
6.9	Épuration des eaux usées.....	14
6.10	Géothermie.....	14
6.11	Photovoltaïque	15
6.12	Éolien	15
6.13	Batteries décentralisées	16
6.14	Consommation d'électricité par secteurs	16
6.15	Électromobilité.....	17
6.16	Pompes à chaleur	17
6.17	Power-to-X	18
6.18	Captage et stockage du CO ₂	18

1 Introduction

En complément au Scénario-cadre pour la planification du réseau électrique (SC CH) qui sert de base à la planification des réseaux de transport et de distribution à haute tension, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) met à disposition un guide relatif aux méthodes de régionalisation des indicateurs fixés dans le SC CH. Le présent guide propose des méthodes pour ventiler les indicateurs des différents paramètres du SC CH sur les zones de dessertes des gestionnaires de réseau du niveau 3 (NR3), puis sur les nœuds de réseau (NR1 et NR3); il s'agit ici de créer la base de données nécessaire à la planification du réseau.

Les méthodes que fournit le présent guide permettent de déterminer à partir des indicateurs les données de chaque nœud de réseau. L'environnement étant très différent d'une région à l'autre, les gestionnaires du réseau de distribution (GRD) disposent de la marge de manœuvre nécessaire pour obtenir des résultats qui leur sont spécifiques. Le présent guide a été pensé comme un outil d'aide à la régionalisation; il ne prétend pas en spécifier chaque détail.

2 Contexte

S'agissant du scénario-cadre d'économie énergétique pour la planification du réseau électrique, la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI) ne donne aucune instruction concernant la forme que doit prendre la régionalisation. Une indication se trouve dans les commentaires concernant l'art. 9a, al. 2, LApEI du Message du 13 avril 2016 relatif à la loi fédérale sur la transformation et l'extension des réseaux électriques (Modification de la loi sur les installations électriques et de la loi sur l'approvisionnement en électricité) (FF 2016 3736): «Conformément à l'al. 2, l'élaboration du scénario-cadre tient compte des aspects régionaux». Le SC CH se limite donc aux indicateurs nationaux. Pour établir le SC CH, l'OFEN s'assure le concours approprié des cantons, de la société nationale du réseau de transport, des autres gestionnaires de réseau et des autres acteurs concernés afin de prendre en compte également les aspects régionaux (art. 9a, al. 2, LApEI).

Dans le cadre de l'élaboration du premier SC CH, l'OFEN a été sollicité pour que la Confédération formule des propositions quant à la régionalisation, ou du moins recommande une méthode à appliquer, en sus des indicateurs nationaux. Le présent document a donc pour objectif de présenter quelques méthodes de régionalisation, bien qu'il ne s'agisse pas de directives contraignantes. Seuls les indicateurs et les directives énoncés dans le SC CH que le Conseil fédéral a approuvé le sont. Le présent guide constitue uniquement une aide au traitement des indicateurs et des directives du SC CH.

En 2013, l'OFEN avait demandé à l'agence allemande pour l'énergie (Deutsche Energie-Agentur (dena)) de clarifier les exigences auxquelles doit répondre un scénario-cadre destiné au secteur de l'énergie. Celle-ci avait déjà traité le sujet de la régionalisation dans son étude «Anforderungen an einen energiewirtschaftlichen Szenariorahmen für die Netzplanung in der Schweiz¹». Le chapitre suivant s'appuie sur des résultats de l'étude susmentionnée.

¹ Anforderungen an einen energiewirtschaftlichen Szenariorahmen für die Netzplanung in der Schweiz (*Exigences auxquelles doit répondre un scénario-cadre destiné au secteur de l'énergie pour la planification du réseau en Suisse*), Deutsche Energie Agentur GmbH, 2013 (en allemand uniquement) https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/stromversorgung/stromnetze/netzentwicklung-strategie-stromnetze/_jcr_content/par/tabs/items/tab/tabpar/externalcontent.external.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9wdWJkYi5iZmUuYWRTaW4uY2gvZGUvcHVibGijYX/Rpb24vZG93bmxyYVQvNzNmMi5wZGY=.pdf

3 Méthodes de régionalisation

En vue de la planification du réseau, les données agrégées au niveau national dans le scénario-cadre doivent être régionalisées de manière pertinente. Cela signifie qu'elles doivent être ventilées sur les différents nœuds de réseau du NR1 et du NR3. Cette démarche est nécessaire pour pouvoir calculer le flux de charge et modéliser le réseau, puisque ces étapes requièrent une classification de l'offre et de la demande aux différents nœuds de réseau. Ce processus, qui consiste en l'éclatement des données agrégées pour de grandes unités (p. ex. au niveau national) afin de les utiliser pour des secteurs partiels (p. ex. cantons, zones de desserte et nœuds de réseau), s'appelle «régionalisation».

Les différentes approches en la matière peuvent être classées de la façon suivante, suivant leur orientation de base:

- Ventilation égale
- Mise à l'échelle de la situation actuelle
- Ventilation au moyen d'une clé de répartition
- Pondération de la mise à l'échelle ou distribution au moyen de facteurs de pondération
- Combinaison des points précités

Une régionalisation de l'offre et de la demande repose sur la connaissance de tous les nœuds de réseau et de leur position géographique pour chaque niveau de tension concerné.

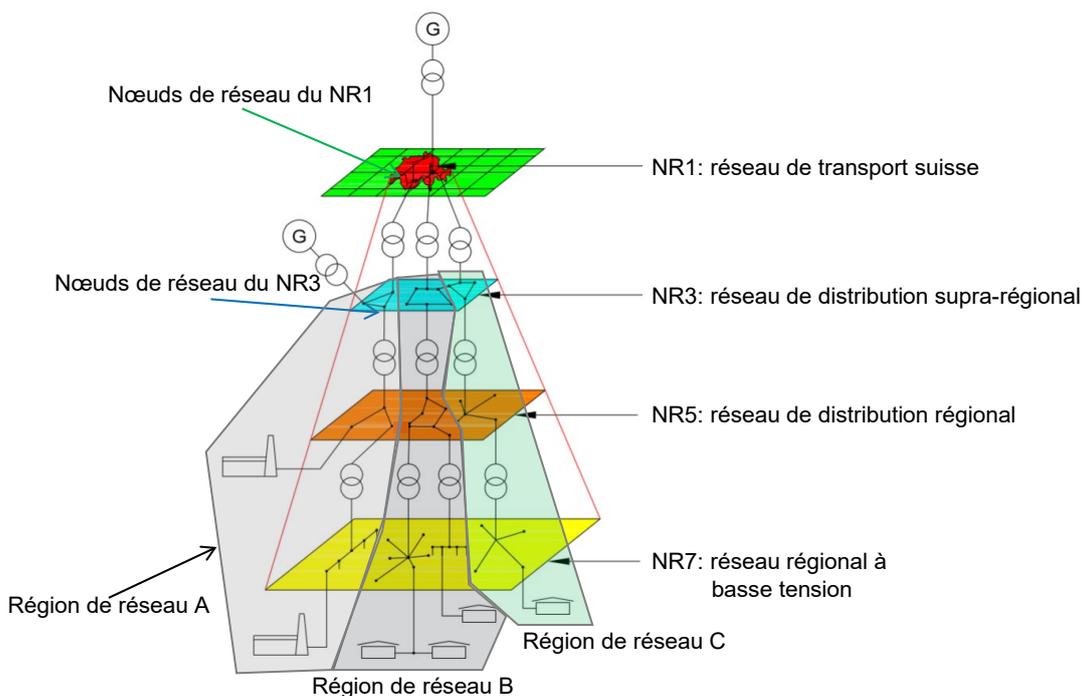


Illustration 1: régions de réseau et nœuds de réseau (source: Swissgrid)

Les gestionnaires du NR3 planifient par exemple leur zone de desserte en la divisant en régions de réseau (cf. illustration 1). Toute la zone de desserte ou de distribution d'un gestionnaire de réseau peut ainsi se subdiviser en régions de réseau plus petites. Les réseaux en aval (NR5-7) sont répartis dans ces régions de réseau; il faut toutefois veiller à ce qu'en situation d'exploitation normale, les réseaux des niveaux 5 à 7 de différentes régions ne soient pas raccordés électriquement entre eux. En règle générale, chaque région de réseau est raccordée au réseau de transport NR1 par un ou plusieurs nœuds de réseau. Nous ne savons pas si tous les gestionnaires du NR3 procèdent ainsi.

3.1 Les méthodes en détails

Afin de pouvoir ventiler les indicateurs agrégés au niveau national sur les nœuds de réseau des NR1 et 3, il convient d'élaborer une méthode individuelle de régionalisation solide pour les paramètres choisis et les niveaux de réseau concernés (NR1 et NR3 avec NR5-7). À cet effet, il faut tenir compte du cadre actuel (évolution technique, économique et spécifique au secteur de l'énergie, conditions locales, objectifs politiques, etc.) et des informations régionales actuelles. En pratique, il est également envisageable de combiner adéquatement différentes approches de régionalisation.

3.1.1 Ventilation égale

Une approche globale simplificatrice consiste à ventiler de manière égale la valeur agrégée sur les différents nœuds de réseau. Ici, on utilise soit la valeur globale, soit, si la valeur régionalisée est connue, uniquement l'objectif à atteindre comme valeur à ventiler. Si l'objectif de développement national pour le photovoltaïque vise, p. ex. une puissance installée de 5 GW et qu'il existe 50 nœuds de réseau dans le niveau de réseau concerné, chaque nœud de réseau recevrait une capacité photovoltaïque raccordée supplémentaire de 100 MW, indépendamment du nombre de consommateurs finaux ou de surface raccordés couverts par le nœud.

3.1.2 Mise à l'échelle de la situation actuelle

Afin de tenir compte des progrès des développements en cours, il est possible de mettre à l'échelle la situation actuelle. Celle-ci est actuellement en grande partie connue au niveau national, mais pas forcément au niveau régional (régions de réseau). Un premier pas consisterait à la déterminer au moyen des données des GRD. Il est indispensable de déterminer la situation actuelle qui doit concorder avec les chiffres agrégés au niveau national avant de pouvoir régionaliser les futurs scénarios. À l'heure actuelle, les GRD connaissent la consommation électrique nette dans leur zone de desserte respective. Ils connaissent également les installations de production raccordées à leur réseau. En partant d'un recul de la demande dû à une augmentation générale de l'efficacité, il serait possible de mettre à l'échelle en conséquence la charge à chaque nœud de réseau. C'est là qu'intervient le contre-argument de la saturation. Si les bons sites éoliens d'une région sont déjà construits, il serait inadéquat de recourir à la mise à l'échelle la situation actuelle pour régionaliser le développement à venir.

3.1.3 Ventilation au moyen d'une clé de répartition

La régionalisation est également possible en définissant des clés de répartition. Il peut s'agir, par exemple, de cartes des potentiels éoliens, d'espaces libres, de surfaces de toitures, de zones à potentiel avéré, des densités démographiques, du parc immobilier ou des scénarios économiques de la Chancellerie fédérale (ChF)².

3.1.4 Pondération des différentes méthodes

Il est aussi possible de pondérer tant la ventilation égale, que la mise à l'échelle de la situation actuelle et de la ventilation au moyen de clés de répartition comme les espaces libres. Il est ainsi possible de répartir proportionnellement sur les cantons un objectif national de développement de l'énergie éolienne au moyen des objectifs individuels de chaque canton et de les ventiler pour chaque nœud de réseau suivant la méthode choisie.

3.1.5 Combinaison de différentes méthodes en plusieurs étapes

En temps normal, aucune des méthodes présentées ici ne suffit seule à régionaliser de manière suffisamment fiable un paramètre du secteur énergétique. La complexité de la réalité nécessite presque toujours une combinaison de différentes méthodes sur plusieurs niveaux. Pour combiner différentes méthodes, il est important de pouvoir justifier tant leur choix que leur pondération.

² Cf. à ce propos: <https://www.bk.admin.ch/bk/fr/home/documentation/aide-a-la-conduite-strategique/scenarios-economiques.html>

4 Processus de régionalisation

Le SC CH fournit des indicateurs nationaux, tandis que le présent guide propose des méthodes de régionalisation. Les GRD du NR3 ne se coordonnent ainsi pas uniquement avec les autres GRD, mais également avec les différents cantons afin d'assurer l'harmonisation avec les plans directeurs cantonaux en matière d'énergie, s'il en existe (cf. illustration 3). Cette coordination permet d'obtenir des indicateurs pour les zones de desserte de chaque gestionnaire du NR3. Le processus détaillé est défini à titre subsidiaire dans un document distinct établi par Swissgrid et les gestionnaires du NR3.

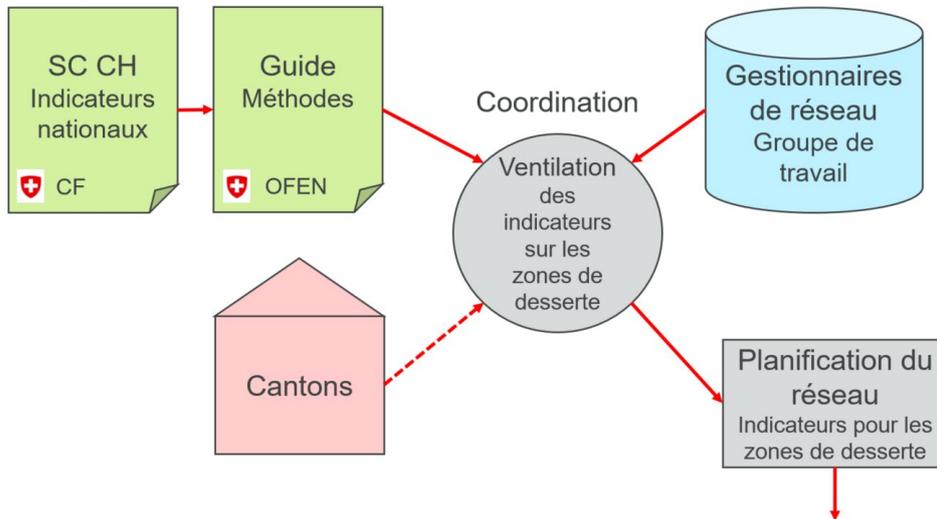


Illustration 3: Schéma du processus de régionalisation

Sur la base de leur expertise, les GRD du NR3 ventilent sur leurs régions de réseau ou nœuds de réseau au NR3 les indicateurs attribués à leur zone de desserte. Ils tiennent compte, ce faisant, des besoins spécifiques (cf. illustration 4). Ils fournissent ces données, agrégées par nœuds du NR3 raccordés au NR1, en temps voulu à Swissgrid. Ces données constituent pour les GRD du NR3 et pour Swissgrid la base sur laquelle repose la planification du réseau. La coordination entre les différents gestionnaires de réseau est réglementée à titre subsidiaire dans un document établi par Swissgrid et les gestionnaires du NR3.

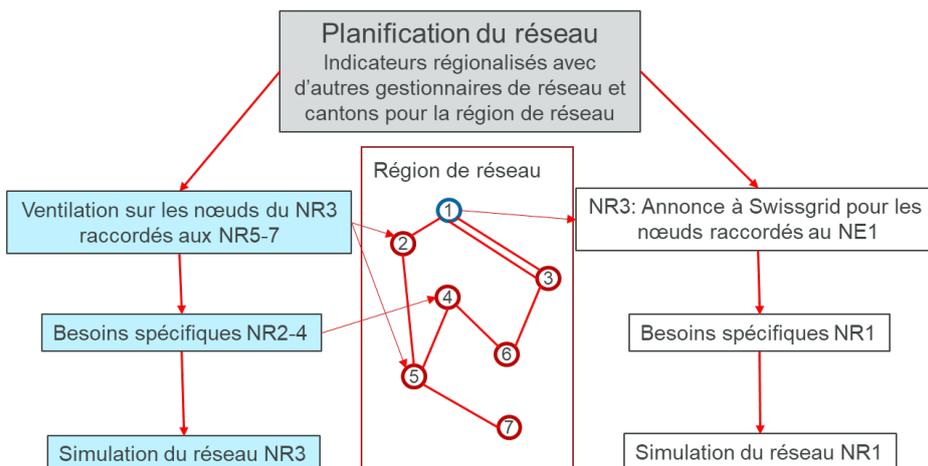


Illustration 4: Schéma du processus de régionalisation pour les gestionnaires de réseau

5 Paramètres du scénario-cadre

Pour chaque paramètre référencé dans le tableau 1, le SC CH fournira un indicateur national pour chaque année cible et une année de base.

Production d'électricité (1)	Agents de stockage (1)
Centrales au fil de l'eau	Centrales à pompage-turbinage (pompes/bassins d'accumulation)
Centrales à accumulation	Batteries décentralisées
Centrales à pompage-turbinage (turbines)	
Centrales nucléaires	Consommation d'électricité
Usines d'incinération des ordures ménagères	Secteur Ménages (sans pompes à chaleur)
Autres centrales thermiques	Secteur Industrie (sans pompes à chaleur / CCS)
Biomasse (bois)	Secteur Services, y c. agriculture
Centrales électriques au biogaz	Secteur Transports (sans électromobilité)
Épuration des eaux usées	Électromobilité
Géothermie	Pompes à chaleur
Photovoltaïque	Installations Power-to-X
Éolien	Installation de captage du CO ₂ (2)

Tableau 1: paramètres

Légende:

(1) La puissance de pompage et de charge ainsi que la capacité de stockage sont toujours indiquées pour les agents de stockage.

(2) Réparties en « Carbon Capture » (CC) dans les UIOM et les centrales à biomasse (production) et CC dans l'industrie du ciment (consommation).

6 Principes de régionalisation des paramètres

Une méthode de régionalisation doit être déterminée pour chaque paramètre du SC CH. Elle doit montrer comment les indicateurs des différents scénarios et régions doivent être interprétés, et comment une éventuelle progression ou diminution doit être ventilée sur la zone de desserte ou sur les nœuds de réseau de chaque gestionnaire du NR1 et NR3.

Les principes suivants ont été développés à des fins de simplification:

Principe A: installations ≥ 10 MW

Aucune régionalisation n'est effectuée pour les grandes installations ≥ 10 MW car la localisation et la puissance installée des quelques 250 installations existantes (dont 200 sont des grandes centrales hydroélectriques) est connue. Par ailleurs, il n'est pas possible de procéder à une régionalisation adéquate pour la planification du réseau concernant le développement de nouvelles installations, puisque le lieu précis d'installations futures est inconnu alors qu'il serait nécessaire pour une planification réaliste du réseau. En conséquence, il n'est possible de procéder à une agrégation des emplacements avec adaptation de la puissance sur les nœuds de réseau les plus proches que pour des installations existantes connues et pour des nouvelles installations ayant déposé une demande de raccordement et titulaires d'un permis de construire. Les principes suivants s'appliquent aux grandes installations (≥ 10 MW) existantes et prévues, à savoir producteurs, agents de stockage et consommateurs:

- Les producteurs d'électricité, les exploitants de stockage ou les gros consommateurs annoncent au gestionnaire du réseau auquel leur installation est ou sera raccordée à quel moment ils prévoient sa désaffectation ou l'augmentation de sa puissance, ou le lieu et la puissance prévue d'une nouvelle installation. Sans annonce de nouvelles installations, le gestionnaire du réseau ne tient compte d'aucune augmentation de puissance ou nouvelle construction dans la planification de son réseau.
- La planification du réseau ne tient compte que des modifications de puissance pour lesquelles un permis de construire a été octroyé ou une demande de raccordement déposée auprès du gestionnaire du réseau.

Ce principe peut être appliqué aux paramètres tels que les grandes centrales hydroélectriques, les centrales nucléaires, les installations Power-to-X et la géothermie.

Principe B: installations < 10 MW

L'indicateur concernant l'évolution de la puissance installée peut être ventilé proportionnellement à la puissance installée sur les installations existantes. Il est également possible de procéder de la sorte pour la ventilation des augmentations ou diminutions de puissance sur les nœuds de réseau (proximité des sites par rapport aux nœuds de réseau). Ce principe peut être appliqué aux centrales hydroélectriques < 10 MW et à différentes installations thermiques (UIOM, autres centrales thermiques, biomasse, centrales à biogaz, STEP). En principe, il est adéquat pour les extensions de moindre envergure ou à proximité de sites existants.

Principe C: développement d'installations (zones à potentiel)

L'indicateur concernant l'évolution de la puissance ne peut pas être lié à des sites concrets déjà existants, car les installations sont encore trop peu nombreuses, réparties de manière inégale ou inexistantes. Dans ce cas, on essaie d'identifier de potentielles régions de développement (zones à potentiel) au moyen d'informations supplémentaires et d'effectuer grâce à cela une ventilation sur les nœuds de réseau. Les centrales éoliennes appliquent d'ailleurs ce principe, qui est bien adapté aux grosses variations de puissance, impossibles à ventiler sur les sites existants.

Principe D: développement à grande échelle

Certains paramètres comme la consommation électrique ne peuvent pas être ventilés par site ou régions à potentiel de développement. Dans ce cas, l'évolution est répartie proportionnellement à l'évolution des paramètres et selon l'évolution démographique sur chaque région ou nœud de réseau. Le principe D est aussi adapté aux nouvelles constructions à grande échelle auxquelles il n'est pas possible d'affecter des sites spécifiques et qui ne sont pas des zones à potentiel.

Les données concernant l'évolution démographique de demain peuvent être demandées à des fins d'analyse auprès de l'Office fédéral du développement territorial (ARE) moyennant la conclusion préalable d'un contrat de protection des données. Il convient d'accorder une attention particulière au fait que les indicateurs du SC CH pour les années cibles 2030/2040 ont été modélisés sur la base des scénarios de l'évolution démographique de l'année 2015. En conséquence, la régionalisation doit elle aussi s'appuyer sur ces hypothèses par souci de cohérence. Les bases sur lesquelles reposent les PE2050+ sont publiées sur <http://www.perspectives-energetiques> à la rubrique « Digressions » dans le document *Exkurs Rahmendaten*.

Ce principe est utilisé pour les paramètres comme la consommation d'électricité dans toutes les catégories; pompes à chaleur, électromobilité, installations photovoltaïques et centrales thermiques (UIOM, autres centrales thermiques, biomasse, centrales à biogaz, STEP).

Production d'électricité	Principe	Agent de stockage	Principe
Centrales au fil de l'eau	A ou C	Centrales à pompage-turbinage	A
Centrales à accumulation	A	Batteries décentralisées	D
Centrales à pompage-turbinage	A		
Centrales nucléaires	A	Consommation d'électricité	
Usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM)	A et B ou D	Secteur Ménages	D
Autres centrales thermiques	A et B ou D	Secteur Industrie	D
Biomasse (bois)	A et B ou D	Secteur Services	D
Centrales électriques au biogaz	A et B ou D	Secteur Transports	D
Épuration des eaux usées	B ou D	Électromobilité	D
Géothermie	A	Pompes à chaleur	D
Photovoltaïque	C et D	Installations Power-to-X	A
Éolien	C	Installations de captage du CO ₂	B

Tableau 2: principes destinés aux paramètres du scénario-cadre pour la Suisse (SC CH)

Comme le montre l'illustration 5, on considère les installations existantes ≥ 10 MW (point 1 de l'illustration 6) et celles pour lesquelles un permis de construire a été octroyé et une demande de raccordement déposée (2). Les installations ≥ 10 MW ne remplissant pas ces critères ne sont pas prises en compte dans la planification du réseau (7). Pour chaque niveau de réseau, les nouvelles installations et les extensions < 10 MW (4) sont réparties sur les installations existantes < 10 MW (3). Il convient de procéder à une répartition par zones à potentiel pour les autres installations < 10 MW pour lesquelles il existe trop peu ou pas d'installations existantes, ou encore si celles-ci sont réparties de manière inégale (5). La consommation électrique et les autres installations < 10 MW, pour lesquelles il n'existe pas de zone à potentiel avérée, sont ventilées sur tous les nœuds de réseau selon l'évolution démographique (6).

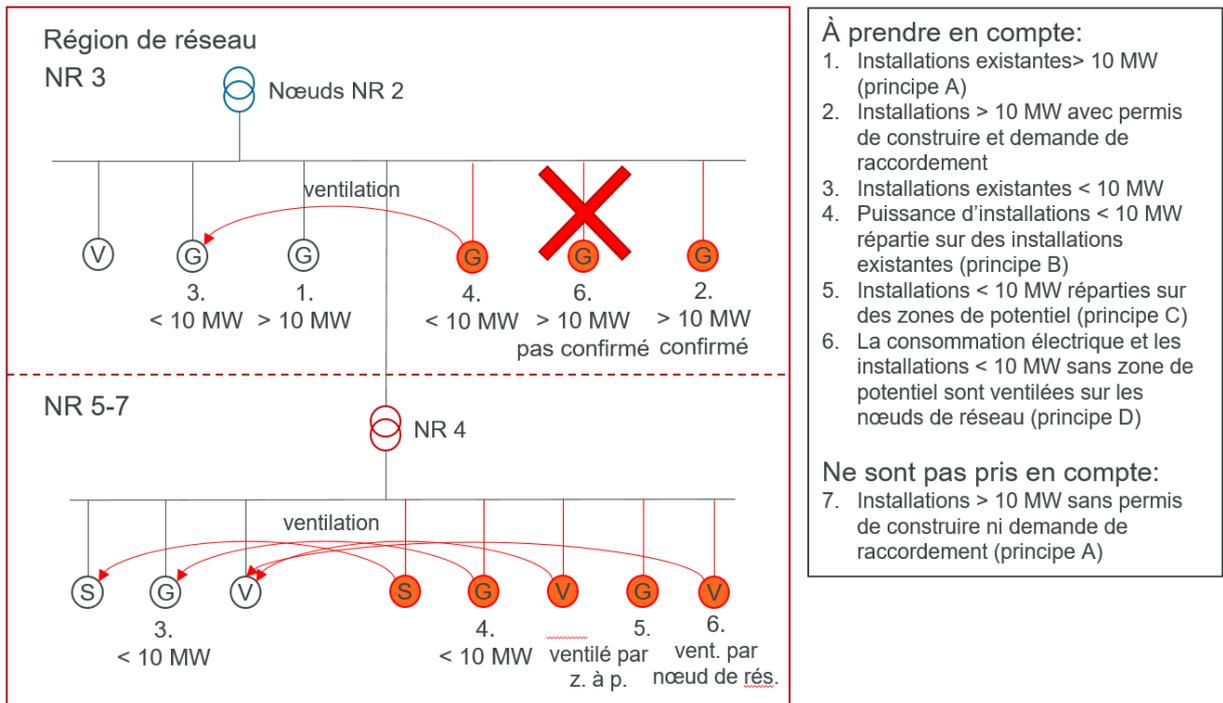


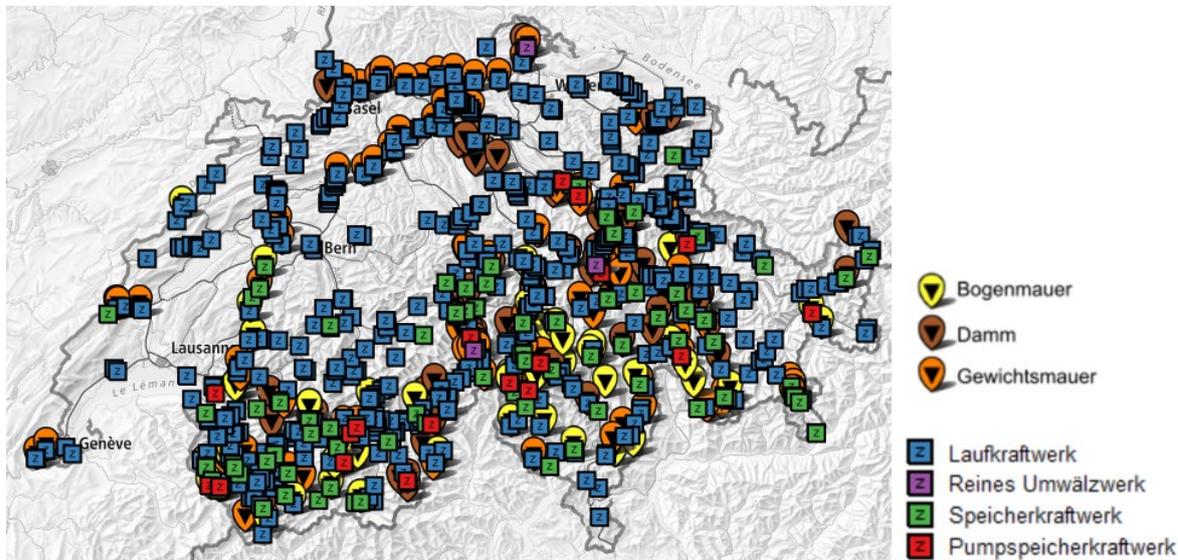
Illustration 5: régionalisation sur la base des principes proposés

Légende:

- Points blancs: installations virtuelles existantes
- Points rouges: modification selon SC CH

6.1 Grandes centrales hydroélectriques

L'emplacement et le raccordement au réseau de toutes les grandes centrales hydroélectriques actuelles sont connus (centrales au fil de l'eau, à accumulation ou à pompage-turbinage > 10 MW). Environ 200 installations >10 MW sont listées dans la statistique des aménagements hydroélectriques (SAHE³). Pour classer les centrales hydroélectriques aux frontières de la Suisse, on peut s'appuyer sur les quotas (énergie et puissance) qui reviennent à la Suisse et qui sont inclus dans la SAHE. Les capacités en GWh des différents lacs ne sont pas publiques, de même que les systèmes d'amenée d'eau des différentes centrales électriques, mais cela n'est pas directement pertinent pour la planification du réseau.



Légende:

Barrage de type voûte
Digue
Barrage-poids

Centrale au fil de l'eau
Centrale de pompage-turbinage pur
Centrale à accumulation
Centrales mixtes de pompage-turbinage

Illustration 6: grandes centrales hydroélectriques de Suisse (source: <https://map.geo.admin.ch/>)

Le potentiel de développement⁴ de la force hydraulique comprend la construction de nouvelles grandes centrales hydroélectriques, les rénovations et agrandissements des installations existantes, et l'utilisation des eaux de certains lacs glaciaires⁵.

La régionalisation suit le principe A.

6.2 Petites centrales hydroélectriques

Petites centrales hydroélectriques (centrales au fil de l'eau, à accumulation et à pompage-turbinage < 10 MW): il y a actuellement environ 900 petites unités de production hydroélectrique < 0,3 MW, qui fournissent chaque année environ 300 GWh et 471 petites centrales hydroélectriques (≥ 0,3 MW et < 10 MW) qui produisent 3,715 TWh de courant supplémentaire par an. Au total, les 1371 petites centrales hydroélectriques suisses produisent environ 4 TWh d'électricité par année avec une puissance installée de 981 MW. Les petites centrales hydroélectriques existantes, qui bénéficient d'une aide, sont toutes

³ Les centrales électriques actuelles se trouvent dans la SAHE <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/energies-renouvelables/force-hydraulique.html>

⁴ L'étude Potentiel hydroélectrique de la Suisse présente d'autres projets (tableau final) <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/58259.pdf>

⁵ Eau énergie air 4/2019, revue spécialisée du secteur hydraulique (en allemand uniquement) https://issuu.com/swv_wel/docs/wel_4_dezember_2019_issuu

répertoriées dans la base de données des garanties d'origine (GO) de Pronovo. Ces données sont publiques depuis 2021 et connues des GRD.

Pour les petites centrales hydroélectriques et les petites unités de production hydroélectrique, le potentiel lié aux extensions et aux nouvelles constructions d'ici 2050 se situe entre 110 et 550 GWh/année⁶, ce qui correspond à une augmentation de la puissance de 30 à 100 MW.

La régionalisation suit les principes B ou C.

Les nouvelles petites centrales hydroélectriques peuvent en principe être réparties sur les sites existants. Si les zones à potentiel sont connues des gestionnaires de réseau, ces informations peuvent être utilisées pour la régionalisation.

6.3 Centrales nucléaires

Les sites, la puissance et les points de raccordement au réseau sont connus pour les centrales nucléaires (CN) suisses.

La Suisse ne prévoit pas de développer le nucléaire. L'année de désaffectation des CN existantes est indiquée dans les scénarios du SC CH.

Il n'y a donc pas de régionalisation pour ce paramètre. Si cela devait être le cas, il faudrait appliquer le principe A.

6.4 Centrales à cycle combiné

À l'heure actuelle, il n'y a pas de grandes centrales à cycle combiné (gaz) en Suisse.

Une éventuelle régionalisation reposerait sur le principe A.

Indication: la proximité du réseau de gaz à haute pression et du réseau électrique à haute tension en Suisse ainsi que les possibilités de refroidissement sont déterminantes pour l'implantation des centrales à gaz à cycle combiné.

6.5 Usines d'incinération des ordures ménagères

L'emplacement et les points de raccordement au réseau des 30 usines d'incinération des ordures ménagères⁷ (UIOM) sont connus du public.

La régionalisation suit les principes A et B ou D. Le principe D est appliqué s'il n'y a pas ou pas suffisamment d'installations existantes dans la zone de desserte.

Indication: les Perspectives énergétiques 2050+ (PE2050+) ne prévoient pas de nouvelle construction d'UIOM. On part du principe que la quantité d'ordures ménagères disponible est constante. À l'avenir, il ne sera ni possible ni permis d'incinérer davantage d'ordures. La proximité avec les déchets produits et la possibilité d'exploiter les rejets de chaleur sont déterminantes pour l'implantation d'éventuelles nouvelles UIOM.

⁶ Étude Potentiel hydroélectrique de la Suisse, OFEN, 2019 <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/58260.pdf> et Small Hydro <https://swissmallhydro.ch/wp-content/uploads/2019/09/Fiche-technique-PCH-2019-v190903.pdf>

⁷ Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung in der Schweiz, édition 2018, 2019 (en allemand uniquement) https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewikxNWS5r_pAhWllqQKHQifBW8QFjAAegQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fpubdb.bfe.admin.ch%2Fde%2Fpublication%2Fdownload%2F9475&usq=AOvVaw2T5sGxtdluiaBD1MMLy2-b

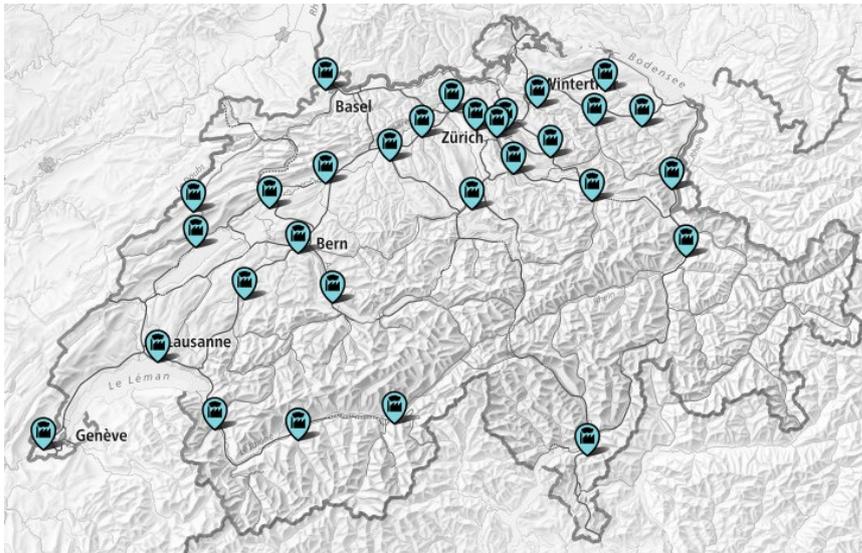


Illustration 7: UIOM en Suisse (source: <https://map.geo.admin.ch/>)

6.6 Autres centrales thermiques

Il y a en Suisse une centaine de petites centrales de couplage chaleur-force (CCF) (turbines à gaz < 1 MW et centrales de cogénération < 10 MW) qui fonctionnent thermiquement au gaz, au mazout ou autres et environ 15 grandes CCF dans les secteurs de l'industrie, des services ou de l'énergie⁸. Ces centrales doivent être réparties sur les zones de dessertes.

La question de la construction, du démantèlement ou de la transformation des centrales thermiques est traitée dans les scénarios du SC CH.

Il convient de procéder selon les principes A et B ou D. Le principe D est appliqué s'il n'y a pas ou pas suffisamment d'installations existantes dans la zone de desserte.

Indication: les installations CCF qui fonctionnent actuellement avec des combustibles fossiles pourraient à l'avenir se convertir vers des combustibles de source renouvelable (biomasse ou biogaz). Les centrales thermiques à combustibles fossiles sont construites dans des zones avec une demande de chaleur où des installations CCF existent déjà à l'heure actuelle. Les installations X-to-Power appartiennent également à la catégorie «autres centrales thermiques».

6.7 Biomasse (bois)

En Suisse, certaines installations CCF sont alimentées avec de la biomasse (bois). Il y a en Suisse près de 10 000 chaudières automatiques à bois qui produisent au total environ 290 GWh d'électricité par année.

La question de la construction de centrales à biomasse est traitée dans les scénarios du SC CH.

Il convient de procéder selon les principes A et B ou D. Le principe D est appliqué s'il n'y a pas ou pas suffisamment d'installations existantes dans la zone de desserte.

6.8 Installations au biogaz

Il y a environ 140 installations au biogaz dans les secteurs de l'agriculture et de l'industrie qui produisent au total 240 GWh d'électricité par année. Actuellement, deux installations ont une puissance supérieure à 10 MW et 4 au-dessus de 5 MW.

⁸ Thermische Stromproduktion inklusive Wärmekraftkopplung in der Schweiz, Ausgabe 2018, 2019 (en allemand uniquement)
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewikxNWS5r_pAhWllqQKHQifBW8QFjAAeqQIBRAB&url=https%3A%2F%2Fpubdb.bfe.admin.ch%2Fde%2Fpublication%2Fdownload%2F9475&usq=AOvVaw2T5sGxtdluiaBD1MMLy2-b

La construction de centrales thermiques supplémentaires se limitera principalement à de grandes installations au biogaz qui peuvent être considérées comme des installations de plus grande taille nécessitant un accord distinct avec les producteurs d'énergie et les gestionnaires de réseau⁹.

Il convient de procéder selon les principes A et B ou D. Le principe D est appliqué s'il n'y a pas ou pas suffisamment d'installations existantes dans la zone de desserte.

6.9 Épuration des eaux usées

En Suisse, il y a environ 300 installations au gaz d'épuration et au biogaz provenant des eaux usées industrielles qui produisent près de 200 GWh par an.

La question de la construction de ce type de centrales est traitée dans les scénarios du SC CH.

Il convient de procéder selon les principes B ou D. Le principe D est appliqué s'il n'y a pas ou pas suffisamment d'installations existantes dans la zone de desserte.

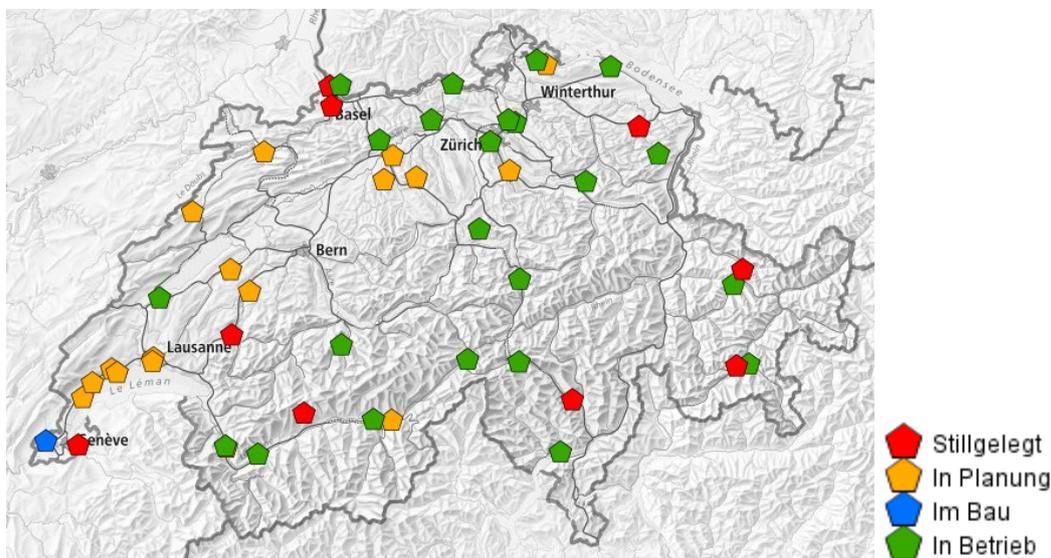
6.10 Géothermie

Jusqu'à présent, il n'y a aucune grande installation de géothermie profonde qui produit de l'électricité. Certains projets ont été interrompus.

Les scénarios du SC CH partent du principe que la géothermie sera développée.

La régionalisation suit le principe A.

Indication: il convient de souligner ici que le sous-sol de Suisse est encore largement méconnu actuellement. Des projets pilotes existent certes mais, à l'heure actuelle, ce type d'installations pourrait voir le jour n'importe où en Suisse. L'idéal serait d'implanter ces installations là où le sous-sol s'y prête le mieux et où une demande de chaleur existe.



Légende

Rouge: Désaffectée
Jaune: En planification
Bleu: En construction
Vert: En service

⁹ <https://oekostromschweiz.ch/biogasanlagen/mitglieder-standorte/>
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/geoinformation/geodonnees/biomasse/biogasanlagen.html>

Illustration 8: projets de géothermie en Suisse (pas uniquement celles destinées à produire de l'électricité) (source: <https://map.geo.admin.ch/>)

6.11 Photovoltaïque

En Suisse, près de 100 000 installations photovoltaïques sont en service pour une puissance totale supérieure à 2 GW (la plus grande installation jusqu'à présent est < 10 MW). Leur emplacement, leur puissance et leur production figurent pour la plupart dans la base de données GO. En outre, l'OFEN mène une enquête auprès des GRD dans le cadre de la Stratégie énergétique SE2050 qui doit recenser toutes les installations photovoltaïques.

La régionalisation suit le principe D. Le développement du photovoltaïque doit être réparti uniformément sur les nœuds de réseau selon l'évolution démographique. L'étude de l'OFS sur l'évolution démographique et les informations cantonales servent de source (voir chapitre **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Les potentiels permettant une régionalisation selon le principe C peuvent également être définis sur facade-au-soleil.ch¹⁰. Si un projet concret > 10 MW est planifié, il n'est pris en compte dans la planification du réseau qu'une fois le permis de construire octroyé. Si ce projet dispose d'un permis de construire, sa production d'électricité peut être déduite de la quantité à régionaliser selon le principe D.

6.12 Éolien

Les quelque 40 éoliennes actuellement en service produisent environ 100 GWh/a. Jusqu'à présent, le parc éolien le plus important est le Mont Crosin avec une puissance de 37,2 MW suivi par celui de Gries avec une puissance de presque 10 MW.

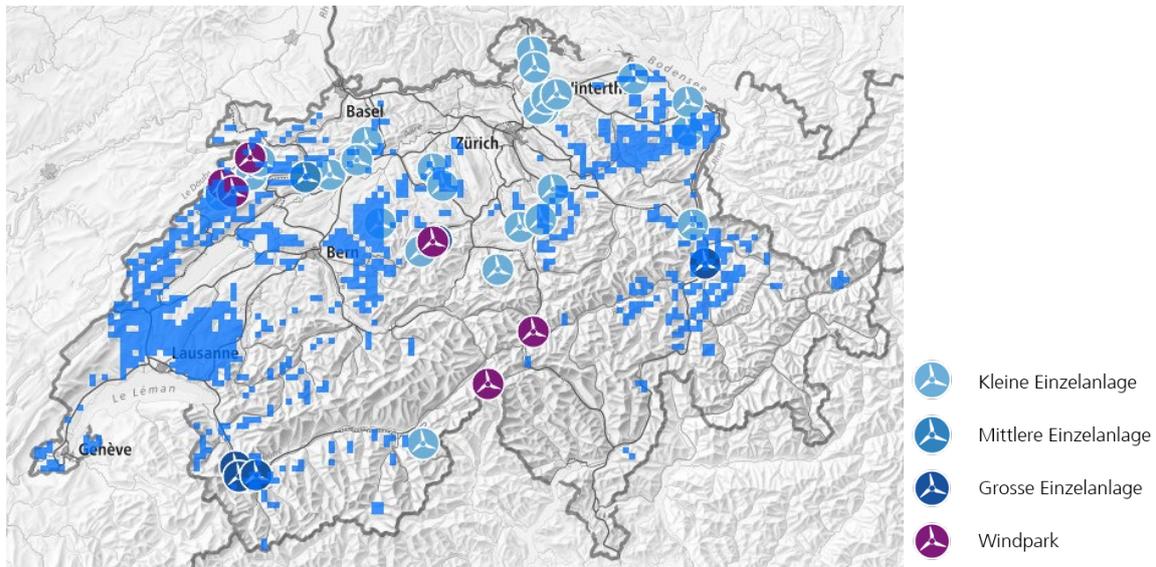
Il convient de procéder conformément au principe C. Si un projet concret > 10 MW est planifié, il n'est pris en compte dans la planification du réseau qu'une fois le permis de construire octroyé. Si ce projet dispose d'un permis de construire, sa production d'électricité peut être déduite de la quantité à régionaliser selon le principe C.

Indication: pour les nouvelles installations, il convient de tenir compte dans la régionalisation des informations locales comme l'atlas des vents¹¹, les zones à protéger & lieux d'habitation, les plans directeurs cantonaux (pour autant qu'une planification positive existe), les projets éoliens prévus (Guichet unique), la « Conception énergie éolienne »¹² de l'ARE, etc. Les critères pour la construction de projet éoliens dans les régions à potentiel sont la vitesse du vent (5-10 m/s), les lignes électriques à proximité et les liaisons routières.

¹⁰ Geodonnées, DETEC, https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Elektrizitaetsproduktionsanlagen/?lang=fr

¹¹ Atlas des vents, DETEC, https://www.uvek-gis.admin.ch/BFE/storymaps/EE_Windatlas/?lang=fr

¹² Conception énergie éolienne, ARE, <https://www.aren.admin.ch/aren/fr/home/developpement-et-amenagement-du-territoire/strategie-et-planification/conceptions-et-plans-sectoriels/conceptions/conception-energie-eolienne.html>



Légende

- Petite installation individuelle
- Installation individuelle moyenne
- Grande installation individuelle
- Parc éolien

-  Kleine Einzelanlage
-  Mittlere Einzelanlage
-  Grosse Einzelanlage
-  Windpark

Illustration 9: installations éoliennes et zones à potentiel en Suisse (source: <https://map.geo.admin.ch/>)

6.13 Batteries décentralisées

Aujourd’hui déjà, de plus en plus de batteries décentralisées sont utilisées sur les nouvelles installations photovoltaïques. On estime qu’il y en a déjà plus de 3000 en Suisse¹³, utilisées majoritairement pour augmenter la consommation propre. Les batteries permettent de différer jusqu’au soir ou à la nuit l’utilisation du courant excédentaire produit par les installations photovoltaïques.

À l’avenir, la part des installations avec batteries va augmenter. Une grande part d’installations photovoltaïques pourra en être équipée. Ainsi, par analogie, la régionalisation des batteries décentralisées suit le même principe que celle des installations photovoltaïques (principe D).

6.14 Consommation d’électricité par secteurs

Dans la statistique de l’électricité, la consommation électrique est subdivisée selon la «Nomenclature générale des activités économiques (NOGA)» de l’OFS (ménages privés, industrie, services [y c. agriculture] et transports). Cependant, ces consommations d’énergie font aussi en partie l’objet d’enquêtes représentatives auprès d’environ 11 000 entreprises et sites de travail. Les gestionnaires de réseau ne connaissent pas la consommation électrique en temps réel de chaque secteur. Les courbes de charge et les mesures d’énergie sont effectuées principalement aux interfaces entre les niveaux de réseau ou les zones de desserte. Mais elles comprennent toujours la consommation électrique globale et les pertes, moins le courant injecté par des installations de production situées à des niveaux de réseau inférieurs (y c. la part imposable).

Le SC CH indiquera des valeurs de consommation électriques nationales séparées pour les quatre secteurs. En outre, la consommation électrique qui est répartie sur plusieurs secteurs, est indiquée séparément pour les pompes à chaleur et l’électromobilité. Cela permet de ventiler la charge plus finement pour chaque nœud de réseau en suivant l’évolution de ces deux composantes de charge.

La régionalisation suit le principe D, en admettant que pour chaque nœud de réseau, la consommation électrique de chaque secteur évolue proportionnellement à l’évolution démographique de la région

¹³ Enquête de marché relative à l’énergie solaire 2019, OFEN, 2020 <https://www.swissolar.ch/fr/energie-solaire/faits-et-chiffres/enquetes-de-marche/>

de réseau. En outre, il convient de tenir compte des évolutions locales telle que l'arrivée de grands consommateurs (p. ex. centres de calcul) (principe A) et il est possible de procéder à la déduction *ad hoc* dans la quantité à régionaliser selon le principe D.

6.15 Électromobilité

Il y a actuellement en Suisse environ 30 000 véhicules à batteries, auxquels s'ajoutent les véhicules hybrides rechargeables (plug-in). Si la consommation d'énergie peut être estimée sur la base du kilométrage annuel moyen, elle ne fait toutefois pas l'objet de relevés spécifiques. Aujourd'hui, les GRD n'ont pas une connaissance suffisante de la part de l'électromobilité par rapport à la consommation électrique globale ni de l'endroit où se trouvent les véhicules électriques et leurs stations de recharge.

En fonction du scénario retenu, il y aura à l'avenir de très nombreux véhicules à batteries. Le SC CH présente le nombre, la consommation d'énergie, la puissance de charge moyenne et la capacité des batteries des véhicules électriques. Le présent guide propose une ventilation plus détaillée pour les voitures de tourisme (VT), les véhicules utilitaires légers (VUL), les poids lourds et les bus.

La régionalisation suit le principe D.

Le SC CH indique le nombre de véhicules électriques pour chaque année cible. Le nombre de véhicules total peut éventuellement être utile à titre comparatif. La régionalisation concernant les zones de desserte et les nœuds de réseau est effectuée proportionnellement à l'évolution démographique des régions de réseau. Les gestionnaires du NR3 déterminent pour chaque région de réseau la part de la population résidente, ce qui leur permet de calculer le nombre de véhicules électriques.

6.16 Pompes à chaleur

Le Registre fédéral des bâtiments et logements de Suisse (OFS) contient des caractéristiques énergétiques. Elles ont été surtout relevées pour les bâtiments d'habitations dans le cadre des recensements de la population de 1980, 1990 et 2000. Depuis lors, le registre est tenu par les cantons et les communes sur la base de relevés fondés sur les registres. La gestion des données se poursuit en interne dans le cadre du modèle de consommation d'énergie des ménages sur la base des chiffres de vente des systèmes de chauffage et des informations relatives aux constructions nouvelles. En outre, Wüest & Partner actualise chaque année les estimations de surfaces de référence énergétiques par secteurs économiques en se fondant sur les données relatives aux constructions nouvelles et aux investissements dans les constructions. Toutefois, les GRD du NR3 ne savent pas nécessairement combien de pompes à chaleur sont raccordées dans leur zone de desserte ou dans les réseaux sous-jacents NR 5 à 7.

Tandis qu'actuellement on compte environ 300 000 pompes à chaleur installées, il y aura à l'avenir, suivant le scénario choisi, une forte augmentation de cet effectif. Le SC CH fournit le nombre, la puissance installée et la consommation d'énergie pour chaque secteur (ménages, industrie, services y c. l'agriculture et chauffage à distance). Les courbes de charge issues des PE2050+ peuvent éventuellement être mises à disposition à titre indicatif.

La régionalisation suit le principe D.

Comme pour l'électromobilité, la régionalisation est effectuée proportionnellement à l'évolution démographique de la région de réseau. Ici également, une comparaison avec le nombre total de chauffages peut être utile. Les gestionnaires du NR3 déterminent pour chaque région de réseau la part de la population résidente, ce qui leur permet de calculer le nombre de pompes à chaleur. Si les données de l'année cible sont disponibles, la régionalisation peut être effectuée selon la surface des bâtiments et la surface de référence énergétique.

6.17 Power-to-X

Jusqu'à présent, on ne compte que quelques installations pilotes et des planifications isolées d'installations PtX (en service: centrale hydroélectrique d'Aarau, en planification: centrale hydroélectrique de Gösgen Birsfelden et d'Eglisau-Glattfelden, etc.).

La régionalisation suit le principe A, les installations PtX étant vraisemblablement implantées à proximité de centrales au fil de l'eau ainsi que des UIOM.

Indication: selon les nouvelles PE2050+, il faudra mettre en place quelques nouvelles installations PtX d'ici 2050 afin d'atteindre l'objectif de zéro émission nette fixé pour 2050. Il est vraisemblable que certaines de ces installations (installations à électrolyse avec environ 50 MW par site) seront implantées à proximité de centrales au fil de l'eau ou, potentiellement, dans des UIOM. Cependant, lorsqu'une installation PtX fonctionne dans l'enceinte d'une centrale hydroélectrique ou d'une UIOM, c'est-à-dire lorsque l'électricité est consommée avant son injection dans le réseau, cela réduit la production et la puissance de la centrale ou de l'UIOM. Dès lors, le développement de l'installation PtX n'est pas pertinente pour la planification du réseau. En effet, c'est la puissance de raccordement des installations de production qui est déterminante.

6.18 Captage et stockage du CO₂

En Suisse, il n'y a pas encore d'installations de captage et de stockage du CO₂.

Pour atteindre l'objectif de zéro émission nette d'ici 2050, il faudra mettre en place quelques installations de captage du CO₂. En revanche, le stockage du CO₂ en Suisse n'est prévu qu'en partie.

La régionalisation suit le principe B, les UIOM, les grandes centrales à biomasse et l'industrie du ciment correspondant aux sites existants.

- Indication: dans le SC CH la consommation, la puissance installée et le nombre d'installations « Carbon capture » CC sont fournis séparément pour les UIOM et la biomasse (5 à 10 MW) et pour l'industrie du ciment. Cela afin que les installations CC dans l'industrie du ciment puissent être considérées dans la planification du réseau comme un point de consommation supplémentaire et que celles implantées dans les UIOM et les centrales à biomasse comptent comme un point de réduction des revenus. L'emplacement actuel de ces installations et de ce type d'industrie est partiellement connu du public, notamment pour les UIOM ainsi que pour l'industrie du ciment (env. six sites¹⁴) ou dans les centrales à biomasse. Dans les installations de captage du CO₂, le transfert du CO₂ doit être assuré (proximité du rail ou réseau de CO₂ séparé).

¹⁴ Les six sites (fours à haute température, env. 1500 degrés Celsius) de l'industrie du ciment qui produisent du CO₂, sont: Lafarge Holcim Siggenthal, commune d'Untersiggenthal (AG), Lafarge Holcim Untervaz (GR), Lafarge Holcim Eclépens (VD), Jura-Zement Möriken-Wildegg (AG), Jura-Zement Cornaux (NE), Vigier Ciments Péry-La Heutte (BE).