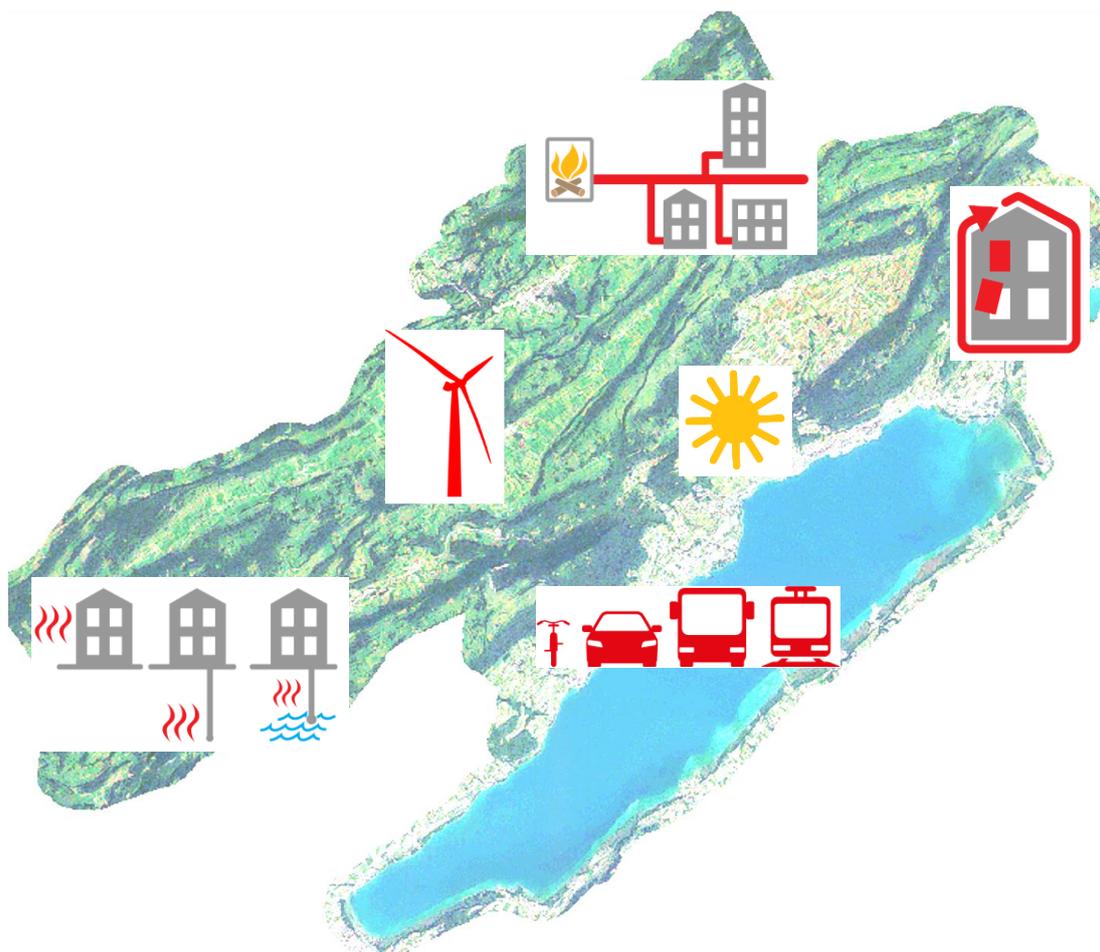


Conception directrice de l'énergie

Rapport d'experts



Impressum

Mandant	M. le Conseiller d'Etat Laurent Favre, chef du Département du développement territorial et de l'environnement (DDTE)
Elaboration	Service de l'énergie et de l'environnement (SENE), Stefano Giamboni, chef de projet
Contribution et validation technique	Commission cantonale consultative de l'énergie: Matthieu Aubert, Chambre neuchâteloise du commerce et de l'industrie (CNCI) Sylvie Barbalat, WWF Laurent Carminati, Union suisse des professionnels de l'immobilier (USPI) Nicolas Eymann, Association neuchâteloise des techniques du bâtiment Suissetec Michel Favre, Chambre immobilière neuchâteloise (CIN) Raphaël Grandjean puis Aël Kistler, Les Verts libéraux Etienne Grossenbacher, HabitatDurable Bernard Matthey Jean Martenet puis Marta Cassaro Hainard, Fédération romande des consommateurs (FRC) Jean-Luc Nagel, PopVertsSols Gervais Oreiller, Parti socialiste neuchâtelois Remigio Pian, Viteos SA Pierre Renaud, Société suisse des ingénieurs et des architectes (SIA) Christian Trachsel, villes Cité de l'énergie Jean-Bernard Wälti, Parti Libéral-Radical neuchâtelois Alain Widmer, administration cantonale, Service des bâtiments (SBAT) Walter Willener, Union démocratique du centre Yves Lehmann, administration cantonale, SENE, chef de service Marc-Hermann Schaffner, administration cantonale, SENE, chef de section sous la présidence du Conseiller d'Etat, chef du DDTE, Yvan Perrin puis Laurent Favre
Autres contributions	Association e'mobile, B. Matthey Ingénieurs-Conseils SA, Ernst Consulting, Planair SA, Service des transports (SCTR)
Publication	Peseux, le 15 avril 2016

TABLE DES MATIERES

RESUME	5
1 INTRODUCTION	17
1.1 Cadre légal.....	17
1.2 Historique	17
1.3 Conception directrice actuelle	18
2 CONTEXTE GENERAL ACTUEL	21
2.1 Contexte énergétique international.....	21
2.2 Consommation et production d'énergie en Suisse	23
2.2.1 Consommation d'énergie finale	23
2.2.2 Production d'énergies renouvelables indigènes	27
2.2.3 Consommation d'énergie finale par habitant et part des énergies renouvelables produites par rapport à la consommation totale d'énergie finale.....	27
2.2.4 Consommation d'énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre	28
2.3 Évolution du climat.....	31
2.3.1 Réchauffement planétaire	31
2.3.2 Conséquences mondiales	32
2.3.3 Conséquences en Suisse.....	33
2.4 Sécurité d'approvisionnement et dépendance énergétique de la Suisse	34
2.5 Lois, ordonnances et instruments en vigueur au niveau fédéral et intercantonal	36
2.6 Politiques énergétique et climatique nationales	38
2.6.1 Décision de sortir de l'énergie nucléaire	38
2.6.2 Stratégie énergétique 2050	38
2.6.3 Politique climatique de la Suisse	41
2.7 Stratégies énergétiques d'autres cantons.....	42
3 SITUATION ACTUELLE DU CANTON	47
3.1 Bilan de la période couverte par la dernière conception directrice de 2006	47
3.2 Consommation et production d'énergie dans le canton.....	50
3.2.1 Consommation d'énergie finale	50
3.2.2 Production d'énergies renouvelables indigènes	52
3.2.3 Consommation d'énergie finale par habitant et part des énergies renouvelables produites par rapport à la consommation totale d'énergie finale.....	53
3.2.4 Consommation d'énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre	54
3.3 Lois, règlements et instruments en vigueur au niveau cantonal	56
3.4 Politique énergétique cantonale	57
3.5 Autres politiques liées à l'énergie	58
4 VISION ET SCENARIOS ENERGETIQUES	61
4.1 Vision à long terme	61
4.2 Scénarios énergétiques	62
5 POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE ET CONSOMMATION SUPPLEMENTAIRE	65
5.1 Combustibles pour la chaleur et le froid.....	66
5.1.1 Potentiel d'économie de combustibles.....	66
5.1.2 Consommation supplémentaire de combustibles.....	67

5.2	Electricité.....	69
5.2.1	Potentiel d'économie d'électricité.....	69
5.2.2	Consommation supplémentaire d'électricité.....	71
5.3	Carburants.....	73
5.3.1	Potentiel d'économie de carburants.....	74
5.3.2	Consommation supplémentaire de carburants.....	75
5.4	Autres mesures	75
5.4.1	Technologies à haut rendement énergétique.....	75
5.4.2	Production décentralisée, réseaux intelligents et stockage de l'électricité.....	76
5.5	Synthèse	77
6	POTENTIEL DE PRODUCTION D'ENERGIES RENOUVELABLES	79
6.1	Combustibles pour la chaleur et le froid.....	79
6.2	Electricité.....	82
6.3	Carburant	85
6.4	Synthèse	85
7	STRATEGIE ENERGETIQUES ET OBJECTIFS.....	87
7.1	Stratégie énergétique.....	87
7.2	Objectifs en énergie finale.....	87
7.2.1	Objectifs d'économie d'énergie finale.....	88
7.2.2	Objectifs de production d'énergies renouvelables	89
7.2.3	Comparaison entre les scénarios "NPE-NE" et "Référence"	90
7.3	Objectifs en énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre	90
7.3.1	Objectifs d'économie d'énergie primaire	90
7.3.2	Objectifs de réduction des gaz à effet de serre	92
7.3.3	Comparaison entre les scénarios "NPE-NE" et "Référence"	94
8	MISE EN ŒUVRE DE LA CONCEPTION DIRECTRICE DE L'ENERGIE.....	97
8.1	Principes d'application	97
8.2	Mesures proposées	97
8.2.1	Mesures principales	98
8.2.2	Mesures supplémentaires	127
8.2.3	Mesures transversales	127
8.3	Synthèse des aspects liés à la mise en œuvre de la conception directrice de l'énergie.....	129
8.3.1	Synthèse par mesure	129
8.3.2	Synthèse globale	133
9	MONITORING ET CONTROLE DES RESULTATS.....	137
10	CONCLUSIONS	139
	BIBLIOGRAPHIE	141
	LEXIQUE.....	143
	LISTE DES FIGURES.....	145
	LISTE DES TABLEAUX	146
	LISTE DES BOX-INFO	148
	LISTE DES BOX-RECAPITULATIF.....	148
	ANNEXES	149

RESUME

Introduction

Comme défini dans la Loi cantonale sur l'énergie (LCEn, art. 16), la conception directrice établit les principes fondamentaux de la politique énergétique cantonale et définit l'évolution souhaitée en tenant compte de la politique énergétique de la Confédération. Elle décrit la situation du canton en matière énergétique, fixe les objectifs et les étapes de la politique énergétique cantonale pour atteindre une société à 2000 watts et définit les mesures d'application nécessaires.

Précédée par les rapports établis en 1982, 1993 et 2006, la présente conception directrice fixe les objectifs à court (2025), moyen (2035) et long (2050) terme et doit servir de feuille de route pour les 10 prochaines années (horizon 2025) aux autorités cantonales et communales pour la définition et la mise en œuvre de la politique énergétique dans le canton de Neuchâtel.

Cette nouvelle conception directrice est structurée de la manière suivante:

- Situations énergétique internationale, nationale et cantonale actuelles,
- Vision et scénarios énergétiques du canton,
- Potentiels d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables dans le canton,
- Objectifs et stratégie énergétiques du canton,
- Mise en œuvre de la conception directrice cantonale de l'énergie.

Situation internationale, nationale et cantonale

Au niveau mondial, la consommation d'énergie ne cesse d'augmenter en affichant une croissance de 2.5% par an en moyenne entre 2003 et 2013. Selon les dernières projections, cette évolution devrait se poursuivre, avec une progression de plus de 50% entre 2010 et 2040. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) en 2011 sont en progression de 49% depuis 1990.

En Suisse, la consommation globale d'énergie finale s'est élevée à 229'380 GWh en 2014. Une tendance à la stabilisation est observée depuis le milieu des années 2000. La production d'énergies renouvelables est en progression continue pour atteindre 63'820 GWh en 2014. La consommation globale d'énergie primaire s'est élevée à 338'190 GWh en 2014 avec une tendance à la diminution observée depuis le début des années 2010. Les émissions de GES affichent une tendance à la diminution en atteignant 52 millions t CO_{2-éq.} en 2014.

Outre la diminution de la consommation et l'augmentation de la production d'énergies renouvelables, les autres grands défis de la Confédération liés au domaine de l'énergie consistent notamment dans la maîtrise des changements climatiques ainsi que dans la garantie de la sécurité d'approvisionnement et la diminution de la dépendance vis-à-vis de l'étranger.

La stratégie énergétique 2050 de la Confédération, lancée à la suite des accidents nucléaires de Fukushima en 2011, représente le principal outil nécessaire pour relever les défis susmentionnés. Le rôle des cantons et des communes reste néanmoins très important en vue de mettre concrètement en œuvre la stratégie fédérale.

Dans le canton de Neuchâtel, la consommation d'énergie finale s'est élevée à 4'494 GWh en 2014 en confirmant la tendance à la stabilisation observée depuis le début des années 2000 sous réserve de variations dues principalement aux conditions météorologiques (cf. Figure R-1, page 6).

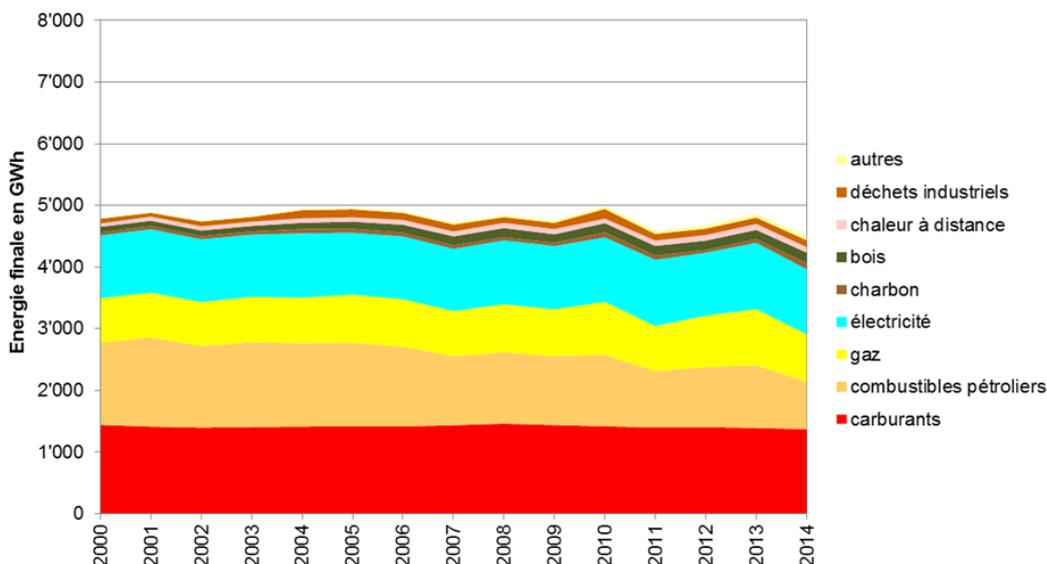


Figure R-1: Evolution de la consommation totale d'énergie finale selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014

Comme montré dans la Figure R-2, la production d'énergies renouvelables indigènes a atteint 410 GWh en 2014. Une tendance à la croissance continue est observée, même si d'importantes variations annuelles au niveau de la production d'énergie hydraulique apparaissent à cause de la pluviométrie notamment.

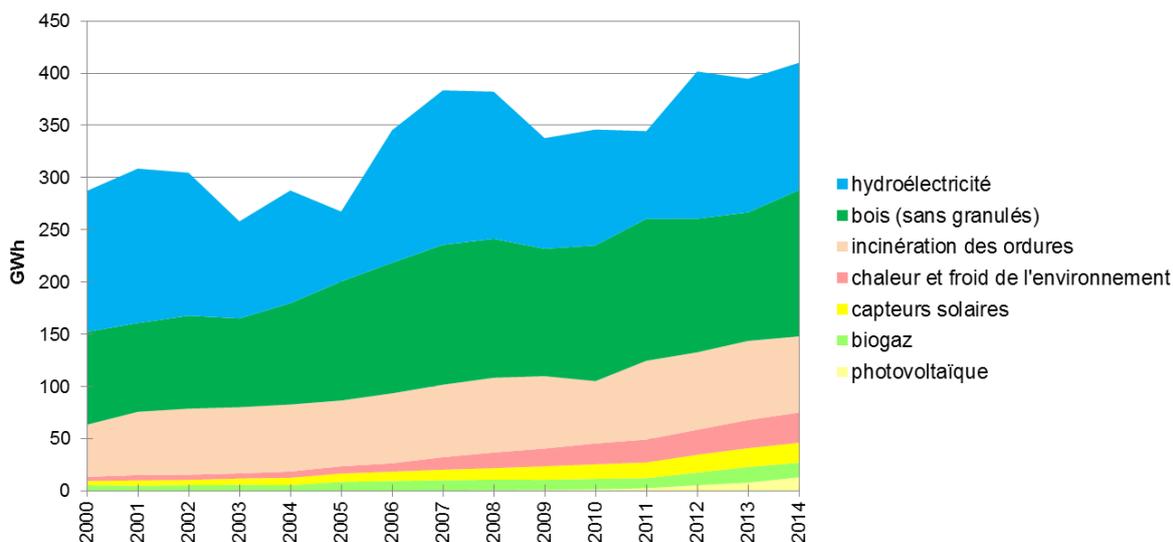


Figure R-2: Evolution de la production indigène d'énergies renouvelables selon les agents énergétiques dans le canton de Neuchâtel entre 2000 et 2014

Dans les Figures R-3 et R-4, on peut constater qu'en 2014, la consommation globale d'énergie primaire s'est élevée à 6'841 GWh et les émissions de GES à 1'261'650 t CO₂-éq. Une tendance à la stabilisation – avec des importantes variations d'une année à l'autre dues notamment aux conditions climatiques et au mix de consommation d'électricité – est observée depuis le début des années 2000.

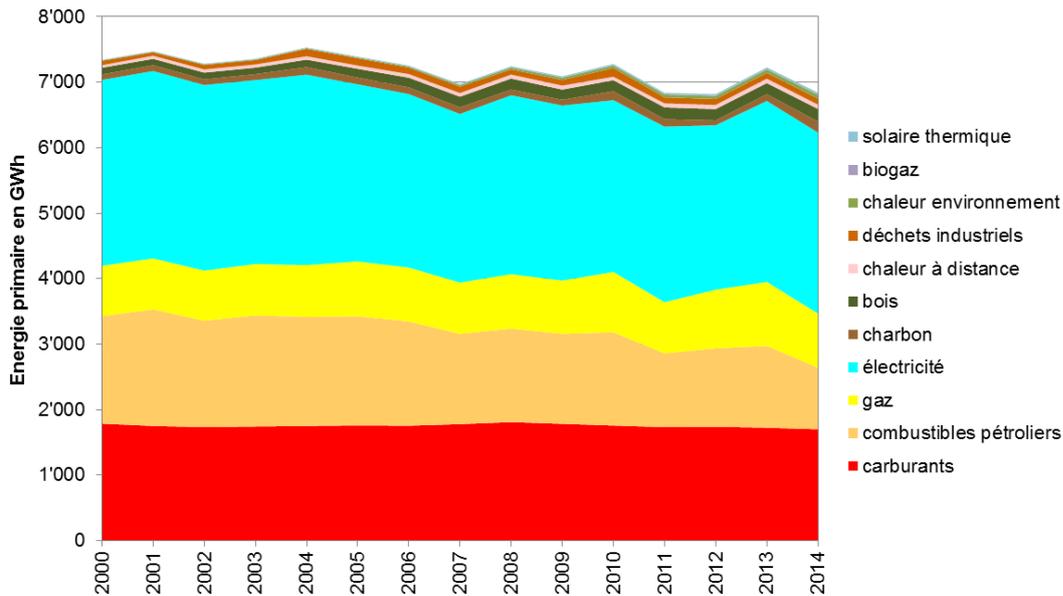


Figure R-3: Evolution de la consommation d'énergie primaire selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014

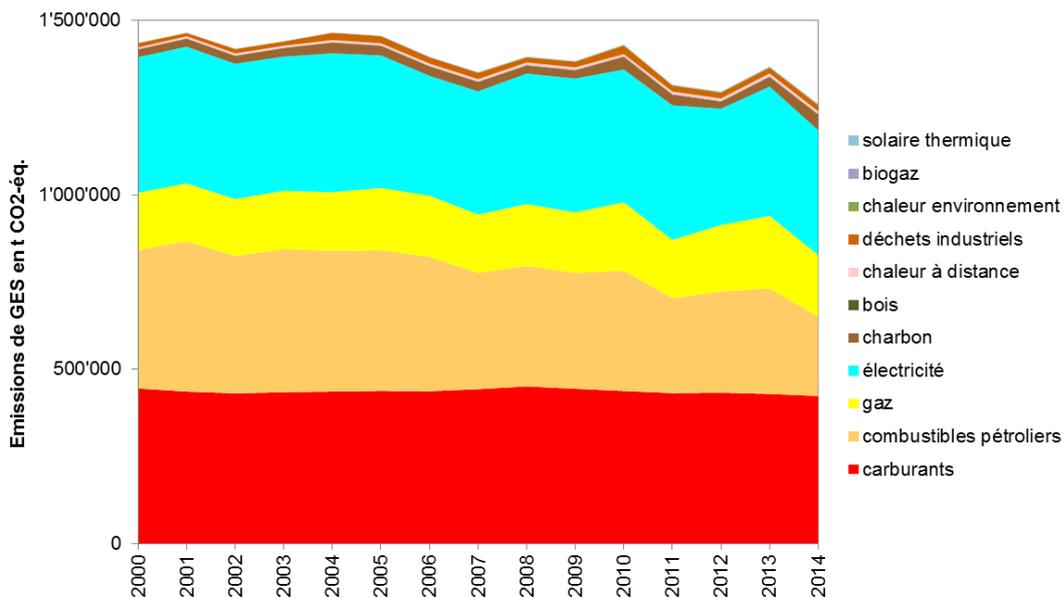


Figure R-4: Evolution des émissions de gaz à effet de serre selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014

Vision et scénarios énergétiques

Dans sa vision à long terme, le canton souhaite tendre vers la société à 2000 watts à l'horizon 2050. A partir de ce constat et en s'inspirant de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, le scénario "Nouvelle politique énergétique du canton de Neuchâtel (NPE-NE)" a été défini.

Potentiels d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables

Les estimations des potentiels d'économie d'énergie dans le canton depuis l'année 2015 se basent sur la littérature spécialisée et les données statistiques à disposition et sont représentées dans le Tableau R-1. Afin de pouvoir définir l'effet énergétique réel à l'horizon 2050, il a également été tenu compte de la consommation supplémentaire due aux nouvelles constructions, aux nouvelles entreprises, aux nouveaux véhicules, etc.

	Consommation finale en 2014 en GWh	Potentiel d'économie en GWh	Potentiel d'économie en %	Consommation finale si tout le potentiel est exploité en GWh
Total combustibles (sans consomm. supplém.)	2'070	-1'130	-55%	940
Total combustibles (y.c. consomm. supplém.)		-890	-43%	1'180
Total électricité (sans consomm. supplém.)	1'055	-371	-35%	684
Total électricité (y.c. consomm. supplém.)		-19	-2%	1'036
Total carburants (sans consomm. supplém.)	1'370	-880	-64%	490
Total carburants (y.c. consomm. supplém.)		-780	-57%	590
Total global (sans consomm. supplém.)	4'495	-2'381	-53%	2'114
Total global (y.c. consomm. supplém.)		-1'689	-38%	2'806

Tableau R-1: Synthèse des potentiels d'économie d'énergie (sans et avec consommations supplémentaires)

Les estimations des potentiels de production d'énergies renouvelables dans le canton se basent sur les études réalisées et sur des hypothèses. Un aperçu de ces potentiels est présenté dans le Tableau R-2.

	Production finale en 2014 en GWh	Potentiel de production total (y.c. la production actuelle) en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Total combustibles	244	1'040	23%
Total électricité	168	635	26%
Total carburants	0	0	-
Total global	412	1'675	25%

Tableau R-2: Synthèse des potentiels de production d'énergies renouvelables indigènes

Stratégie et objectifs énergétiques

La stratégie que le canton souhaite mettre en place pour atteindre les objectifs présentés dans le Tableau R-3 (page 9) prévoit les éléments suivants:

- privilégier l'efficacité énergétique pour diminuer la consommation globale d'énergie et plus particulièrement des énergies non renouvelables,
- augmenter la production d'énergies renouvelables indigènes et la valorisation des rejets de chaleur jusqu'à l'exploitation du potentiel existant,
- renforcer les exigences dans le domaine du bâtiment et des processus industriels,
- privilégier les technologies à haut rendement énergétique à savoir, le couplage chaleur-force (CCF), les piles à combustible ou les réseaux de chauffage à distance,
- développer de manière coordonnée les systèmes de transport, distribution et stockage de l'énergie novateurs,
- renforcer et soutenir l'information et le conseil, la formation ainsi que la recherche dans les domaines énergétiques,
- renforcer l'exemplarité des collectivités publiques,
- se donner les ressources nécessaires suffisantes, tant financièrement que structurellement.

Les objectifs du canton selon le scénario NPE-NE à court (2025), moyen (2035) et long (2050) terme au niveau des économies d'énergie finale, de production d'énergies renouvelables, des économies d'énergie primaire et de réduction des émissions de GES sont synthétisés dans le tableau suivant. L'année de référence retenue est 2000 en adéquation avec la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération.

	Référence	Objectifs / Valeurs prévues					
	2000	2025		2035		2050	
Consommation d'énergie finale en GWh							
Combustibles	2'336	1'891	-19%	1'593	-32%	1'180	-49%
Electricité	1'019	1'039	2%	1'038	2%	1'036	2%
Carburants	1'441	1'083	-25%	790	-45%	590	-59%
Consommation totale	4'796	4'013	-16%	3'421	-29%	2'806	-41%
Population résidante moyenne							
	166'092	187'000	13%	196'000	18%	205'000	23%
Consommation d'énergie finale par habitant en kWh							
Combustibles	14'060	10'110	-28%	8'130	-42%	5'760	-59%
Electricité	6'140	5'560	-9%	5'300	-14%	5'050	-18%
Carburants	8'680	5'790	-33%	4'030	-54%	2'880	-67%
Consommation totale par habitant	28'880	21'460	-26%	17'450	-40%	13'690	-53%
Production d'énergies renouvelables en GWh							
Combustibles	129	400	210%	475	268%	940	629%
Electricité	160	320	101%	405	154%	635	298%
Carburants	0	0	0%	0	0%	0	0%
Production totale	289	720	150%	880	205%	1'575	446%
Consommation d'énergie primaire en GWh							
Consommation combustibles	2'715	2'289	-16%	1'971	-27%	1'708	-37%
Consommation électricité	2'839	2'047	-28%	1'632	-43%	1'368	-52%
Consommation carburants	1'787	1'342	-25%	980	-45%	732	-59%
Consommation d'énergie	7'341	5'678	-23%	4'582	-38%	3'807	-48%
Emissions de gaz à effet de serre (GES) en t CO₂-éq.							
Emissions combustibles	602'310	410'860	-32%	304'750	-49%	128'060	-79%
Emissions électricité	388'860	195'150	-50%	112'740	-71%	45'380	-88%
Emissions carburants	445'270	334'510	-25%	244'110	-45%	182'310	-59%
Emissions totales	1'436'440	940'520	-35%	661'600	-54%	355'750	-75%
Puissance primaire par habitant en W	5'050	3'470	-31%	2'670	-47%	2'120	-58%
Emissions de GES par habitant en t CO₂-éq.	8.6	5.0	-42%	3.4	-61%	1.7	-80%

Tableau R-3: Objectifs en énergie finale, en énergie primaire et émissions de GES selon le scénario NPE-NE

Mise en œuvre de la conception directrice

La réalisation des mesures proposées dans le cadre de la conception directrice doit se baser sur les principes d'application tels que la proportionnalité, le bon équilibre entre mesures volontaires et contraignantes, une mise en œuvre harmonieuse dans l'espace et le temps et adaptée aux spécificités neuchâteloises, une harmonisation avec la politique de la Confédération et des autres cantons, ainsi que la collaboration et le partenariat avec tous les acteurs concernés.

La mise en œuvre des mesures identifiées dans tous les domaines touchant à l'énergie a lieu à des rythmes plus ou moins soutenus depuis plusieurs années et sera poursuivie et intensifiée pendant la décennie couverte par la présente conception directrice, à savoir de 2015 à 2025. Outre les effets énergétiques des mesures proposées, une évaluation des aspects économiques et financiers sur la même période sera effectuée.

La conception directrice prévoit les 13 mesures principales suivantes faisant chacune l'objet d'une fiche. Elles sont regroupées par thème (9 mesures d'économie d'énergie et 4 mesures de production d'énergies renouvelables) et par sous-thème (combustibles, électricité et carburants).

Thème: Mesures d'économie d'énergie (EE)
<u>Sous-thème: Combustibles pour la chaleur et le froid</u>
EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants
EE2 Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire
EE3 Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises
<u>Sous-thème: Electricité</u>
EE4 Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification
EE5 Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments
EE6 Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises
EE7 Efficacité énergétique de l'éclairage public
<u>Sous-thème: Carburants</u>
EE8 Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique
EE9 Amélioration des flux de trafic
Thème: Mesures de production d'énergies renouvelables (ER)
<u>Sous-thème: Combustibles pour la chaleur et le froid</u>
ER1 Bois-énergie
ER2 Solaire thermique
ER3 Chaleur et froid de l'environnement
<u>Sous-thème: Electricité</u>
ER4 Solaire photovoltaïque

Les 8 mesures supplémentaires listées ci-dessous ne font pas l'objet d'une fiche, mais contribuent aussi à l'atteinte des objectifs de la conception directrice.

Mesures d'économie d'énergie:
- Technologies à haut rendement énergétique,
- Optimisation de la gestion de la production et la consommation d'électricité.
Mesures de production d'énergies renouvelables:
- Incinération des ordures,
- Biogaz,
- Energie hydraulique,
- Energie éolienne,
- Géothermie profonde,
- Biocarburants liquides et biogaz carburant.

En outre, afin d'assurer une mise en œuvre cohérente et coordonnée de la politique énergétique cantonale, les 7 mesures transversales listées ci-dessous ont été définies. Ces dernières ont une influence sur la totalité des mesures principales et supplémentaires, mais ne sont pas liées directement et exclusivement à chacune d'entre elles. Elles ne font pas l'objet de fiches de mesures.

- | | |
|-----|---|
| TR1 | Législation ainsi que planification et monitoring de la politique énergétique |
| TR2 | Exemplarité des collectivités publiques |
| TR3 | Energie dans les communes |
| TR4 | Entreprises d'approvisionnement en énergie |
| TR5 | Communication, information et conseil |
| TR6 | Formation |
| TR7 | Mesures d'encouragement et incitatives |

Les éléments quantitatifs selon le scénario NPE-NE à l'horizon 2025 concernant les 9 mesures principales d'économie d'énergie ainsi que ceux concernant les 4 mesures principales et les 4 mesures supplémentaires de production d'énergies renouvelables sont présentés dans les Tableaux R-4 et R-5 ci-dessous.

	Potentiel annuel total réalisable	Objectif énergétique annuel de 2015 à 2025	Consommation supplémentaire de 2015 à 2025	Investissement total de 2015 à 2025	Prix de revient de l'énergie économisée	Subventions de tiers de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (S) de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (MRF) de 2015 à 2025	Retombées économiques pour le canton (CA) de 2015 à 2025	Retombées économiques pour le canton (EPT) de 2015 à 2025
	GWh	GWh	GWh	MCHF	CHF/kWh	MCHF	MCHF	MCHF	MCHF	nombre emplois
Combustibles										
EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants	-710	-160		1'470	0.31	63	24	176	955	289
EE2 Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire	-350	-60								
EE3 Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises	-70	-30		18	<0.10	0	0	0	6	3
Total combustibles	-1'130	-250	73	1'488		63	24	176	961	292
Total combustibles y.c. consomm. supplém.	-890	-177								
Electricité										
EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants	-10	-2		21	0.31	0.9	0.3	2.5	13	4
EE4 Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification	-40	-14		13	0.10	0	1.8	1.5	9	2
EE5 Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments	-235	-60								
EE6 Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises	-80	-40		36	<0.15	0	0	0	12	5
EE7 Efficacité énergétique de l'éclairage public	-6	-6		20	0.13	0.4	0	0	4	2
Total électricité	-371	-122	108	90		1.3	2.1	4	38	13
Total électricité y.c. consomm. supplém.	-19	-15								
Carburants										
EE8 Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique	-830	-300								
EE9 Amélioration des flux de trafic	-50	-20								
Total carburants	-880	-320	31	0		0	0	0	0	0
Total carburants y.c. consomm. supplém.	-780	-289								
Total global sans consommations supplém.	-2'381	-692	211	1'578		64	26	180	999	305
Total global y.c. consommations supplém.	-1'689	-481								

Tableau R-4: Eléments quantitatifs concernant les mesures d'économie d'énergie (EE)

Les mesures qui affichent le plus grand effet énergétique par forme d'énergie à l'horizon 2025 sont la EE1 "Enveloppe thermique des bâtiments existants" pour les combustibles, la EE5 "Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments pour l'électricité et la EE8 "Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique" pour les carburants.

	Potentiel annuel total réalisable	Objectif énergétique annuel à l'horizon 2025	Investissement total de 2015 à 2025	Prix de revient de l'énergie produite	Subventions de tiers de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (S) de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (MRF) de 2015 à 2025	Retombées économiques (CA) pour le canton de 2015 à 2025	Retombées économiques pour le canton (EPT) de 2015 à 2025
	GWh	GWh	MCHF	CHF/kWh	MCHF	MCHF	MCHF	MCHF	MCHF
Chaleur et froid									
ER1 Bois-énergie	180	160	50	0.15	4	2	0	33	10
ER2 Solaire thermique	95	35	90	0.25-0.30	7	4	11	59	18
ER3 Chaleur et froid de l'environnement	700	150							
Incinération des ordures (CCF)	50	45							
Biogaz (CCF)	15	10							
Total chaleur et froid	1'040	400	140		11	6	11	92	28
Electricité									
ER4 Solaire photovoltaïque	180	40	76	0.10-0.25	33	0	4	27	12
Energie hydraulique	210	149							
Energie éolienne	208	98							
Incinération des ordures (CCF)	30	28							
Biogaz (CCF)	7	5							
Total électricité	635	320	76		33	0	4	27	12
Carburant									
Aucune mesure prévue									
Total carburant	0	0	0		0	0	0	0	0
Total global	1'675	720	216		44	6	15	119	40

Tableau R-5: Eléments quantitatifs concernant les mesures de production d'énergies renouvelables (ER)

Les mesures qui affichent le plus grand effet énergétique par forme d'énergie à l'horizon 2025 sont la ER1 "Bois-énergie" et la ER3 "Chaleur et froid de l'environnement" pour les combustibles, ainsi que les énergies hydraulique et éolienne pour l'électricité. Aucune mesure de production de carburants renouvelables n'est prévue.

La mise en œuvre de la totalité des mesures d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables principales et supplémentaire proposées dans le cadre de la présente conception directrice permettrait d'atteindre les objectifs du scénario NPE-NE. En outre, à l'horizon 2025, elle aurait les effets énergétiques et de réduction des émissions de GES suivants par rapport à 2000 (en tenant compte des consommations supplémentaires dues aux nouveaux bâtiments, aux nouvelles entreprises, aux nouveaux véhicules, etc.):

- Diminution de 783 GWh de la consommation annuelle globale d'énergie finale (-16%),
- Augmentation de 431 GWh de la production annuelle d'énergies renouvelables indigènes (+150%),
- Diminution de 1'663 GWh de la consommation annuelle globale d'énergie primaire (-23%),
- Diminution d'environ 496'000 t CO₂-éq. des émissions annuelles globales de GES (-35%).

La mise en œuvre des mesures principales d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables, dont les aspects économiques et financiers ont été calculés, aurait les conséquences suivantes sur la période 2015-2025:

- Investissements totaux pour la mise en place des mesures à la charge des maîtres d'ouvrage publics ou privés: 1'794 MCHF,
- Subventions de tiers, c'est-à-dire provenant d'entités publiques ou privées autres que les maîtres d'ouvrage et que l'Etat de Neuchâtel (exemples: Le Programme Bâtiments, les contributions globales de la Confédération, ProKilowatt, etc.): 108 MCHF,

Concernant les contributions globales de la Confédération, elles sont disponibles uniquement dans le cas où le canton propose un programme de subventions. Dès 2017, les subventions du Programme Bâtiments seront directement à la charge du canton et les contributions globales de la Confédération aux cantons seront augmentées, afin de tenir compte de la reprise du Programme Bâtiments par ceux-ci,

- Coûts pour l'Etat de Neuchâtel: 32 MCHF sous forme de subventions et 195 MCHF sous forme de manque de recettes fiscales. A cela s'ajoute un montant estimé à 5 MCHF pour des mesures transversales (par ex. communication, information et conseil, formation, projets R&D et P&D),
- Retombées économiques pour l'économie cantonale: 1'118 MCHF au niveau du chiffre d'affaire des entreprises régionales et 345 d'emplois à plein temps créés. Ces retombées vont engendrer des nouvelles recettes fiscales pour l'Etat et les communes. Celles-ci n'ont pas été chiffrées dans le cadre de la présente conception directrice.

Le financement des mesures proviendrait des sources suivantes:

- Les propriétaires et les maîtres d'ouvrage concernés,
- La Confédération (différents programmes d'aides financières spécifiques, Le Programme Bâtiments et les contributions globales ainsi que déductions fiscales),
- La Fondation pour la protection du climat et la compensation de CO₂ (KliK), etc,
- L'Etat de Neuchâtel (subventions et déductions fiscales),
- Les communes (subventions et déductions fiscales).

Outre les retombées économiques importantes en faveur de l'économie cantonale, les investissements consentis pour la mise en œuvre de la conception directrice permettront également de réduire progressivement les quelque 650 millions de francs consacrés annuellement par l'ensemble du canton à l'achat d'énergie essentiellement importée de l'étranger. Les autres avantages pour le canton sont la création de valeur ajoutée régionale et de places de travail dans la région, une meilleure efficacité énergétique, la génération de savoir-faire local et la réduction des coûts externes de l'énergie.

Les acteurs et partenaires appelés à jouer un rôle important dans la mise en œuvre de la conception directrice sont les suivants:

- La Confédération et les cantons

- Le département du développement territorial et de l'environnement (DDTE) via le service de l'énergie et de l'environnement (SENE) ainsi que d'autres services cantonaux
- Les communes
- Les milieux économiques et de l'immobilier, les associations et les partis politiques
- Les producteurs et distributeurs d'énergie
- Les entreprises
- Les écoles
- La population

Monitoring et contrôle des résultats

Le succès dans la mise en œuvre de la politique énergétique et des mesures préconisées dans le cadre de la conception directrice dépend aussi du monitoring et du contrôle des résultats périodiques à mener grâce à des indicateurs pertinents. Les connaissances à acquérir sont les suivantes: degré de mise en œuvre de chaque mesure, effets obtenus, difficultés rencontrées, développement des marchés et des conditions cadre. Grâce à ces informations, la mise en œuvre des mesures peut être continuellement optimisée.

Afin de pouvoir suivre l'évolution de la situation énergétique du canton d'un côté et les effets de la conception directrice de l'autre, il est nécessaire de mettre en place un système de contrôle des résultats prévoyant les éléments suivants:

- Statistiques de l'énergie du canton de Neuchâtel (annuellement) pour le grand public,
- Rapport "Monitoring et contrôle des résultats de la conception directrice de l'énergie" (quinquennal en 2020, 2025, ...) pour les autorités politiques et l'administration cantonale.

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

D'ici 2020, le système de monitoring et de contrôle des résultats devra être défini en détail et un outil avec liste des indicateurs à utiliser devra être choisi.

Conclusions

La révision actuelle de la conception directrice cantonale de l'énergie se déroule dans un contexte marqué par une prise de conscience généralisée des défis énergétiques et climatiques et une redéfinition des objectifs des politiques y relatifs. Depuis la fin de la période couverte par la conception directrice précédente (2000-2010), les principaux événements et décisions suivants ont marqué le paysage énergétique national et cantonal: la catastrophe de Fukushima, avec comme conséquence, la décision de sortir du nucléaire, et le lancement de la Stratégie énergétique 2050 par la Confédération, ainsi que l'adoption par le Grand Conseil neuchâtelois d'une révision de la loi cantonale sur l'énergie avec, en particulier, son article premier modifié et l'acceptation en votation populaire du concept éolien neuchâtelois et cantonal.

En plus d'établir le bilan de la dernière période et un état des lieux général, le présent rapport dresse des objectifs à atteindre sur le chemin d'une société à 2000 watts, but vers lequel notre canton doit tendre à l'horizon 2050, conformément à l'article premier de la loi. Ces objectifs sont déclinés en mesures et actions concrètes devant permettre au Conseil d'Etat de disposer d'une feuille de route pour orienter sa politique énergétique durant la période 2015-2025 et au-delà. La présente conception directrice montre que le canton tend bel et bien vers les objectifs de la société à 2000 watts mais qu'il n'arrivera pas à les atteindre avec les mesures proposées. Les développements technologiques et sociétaux attendus d'ici 2050 devraient permettre de combler la différence.

La mise en œuvre de toutes les mesures devrait permettre à l'horizon 2025, une baisse de 16% de la consommation énergétique finale annuelle du canton et une hausse de 150% de la production annuelle d'énergies renouvelables par rapport à 2000. La réalisation des mesures avec un impact sur les finances de l'Etat aurait un coût pour ce dernier estimé à 39 millions de francs de subventions, respectivement 195 millions de francs de rentrées fiscales en moins, sur la période 2015-2025. Il s'agit

de montants importants mais ces coûts sont nécessaires et raisonnables au regard des enjeux sociétaux que pose le défi énergétique et climatique. De plus, une grande partie des montants investis sert directement à l'économie locale et contribue à créer de la richesse et des places de travail dans notre région.

Cette nouvelle conception directrice de l'énergie représente une étape nécessaire sur le chemin menant le canton vers une société à 2000 watts en adéquation avec le développement durable, c'est-à-dire une société répondant aux besoins du présent, sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs, tout en incluant les aspects économiques, environnementaux et d'équité sociale.

1 INTRODUCTION

1.1 Cadre légal

La conception directrice de l'énergie trouve son fondement dans l'article 16 de la loi cantonale sur l'énergie (LCEn):

Art. 16 ¹*La conception directrice établit les principes fondamentaux de la politique énergétique cantonale et définit l'évolution souhaitée. Elle tient compte de la politique énergétique de la Confédération.*

²*Définie par le Conseil d'Etat, elle décrit la situation du canton en matière énergétique, fixe les objectifs et les étapes de la politique énergétique cantonale pour atteindre une société à 2000 watts et définit les mesures d'application nécessaires.*

³*Elle est approuvée par le Grand Conseil et lie ensuite les autorités cantonales et communales.*

Pour être adoptée, la conception directrice fait l'objet d'un rapport du Conseil d'Etat que le Grand Conseil adopte à la majorité simple. La dernière conception directrice a été adoptée le 1^{er} novembre 2006 et couvrait la période 2000 à 2010. Force est de constater que des changements importants ont eu lieu depuis le début de cette décennie dans le domaine énergétique. Il est donc nécessaire de revoir cette conception et de fixer de nouveaux objectifs.

Pour rédiger son rapport, le Conseil d'Etat se base sur la commission consultative cantonale de l'énergie, dont la composition et le rôle sont définis à l'article 10 LCEn. Présidée par le chef du Département du développement territorial et de l'environnement (art 10, al. 1 LCEn) et composée de représentants des milieux de la politique, de l'environnement, de l'économie, des consommateurs et ceux de la technique concernés par l'énergie (art 10, al. 2 LCEn), la commission est notamment chargée de proposer une politique globale en matière d'énergie permettant d'atteindre les buts et objectifs de la présente loi et de contribuer à l'élaboration et à l'adaptation de la conception directrice et du plan cantonal de l'énergie (art 10, al. 3 LCEn).

En vertu de son rôle défini à l'article 10 LCEn et avec l'aide du service de l'énergie et de l'environnement (SENE) et de ses groupes de travail, la commission cantonale de l'énergie a contribué aux réflexions qui ont abouti à la rédaction du présent rapport.

1.2 Historique

En date du 10 novembre 1982, le Conseil d'Etat présentait au Grand Conseil son 1^{er} rapport concernant la conception directrice cantonale de l'énergie (rapport 82.047). Malgré son caractère précurseur et très complet, il s'agissait plus de réflexions que d'une véritable conception directrice. Le 5 octobre 1993, le Grand Conseil a adopté un nouveau rapport du Conseil d'Etat intitulé "Conception directrice de l'énergie" (rapport 93.024 du 12 mai 1993) qui proposait les moyens d'action à mettre en œuvre afin d'atteindre les objectifs du programme Energie2000 de la Confédération au niveau cantonal. Le 1^{er} novembre 2006, Le Grand Conseil adoptait la dernière conception directrice (rapport 06.036 du 4 septembre 2006) qui déclinait en six domaines d'action les objectifs fixés par la Confédération à l'horizon 2010 au travers de son programme SuisseEnergie en les transposant à l'échelle cantonale. Ainsi, la conception avait comme objectifs de:

- Diminuer la consommation de la chaleur fossile (mazout et gaz) de 15% entre 1990 et 2010,
- Diminuer la consommation des carburants fossiles (essence et diesel) de 10% entre 1990 et 2010,
- Limiter l'augmentation de la consommation d'électricité à 5% au maximum entre 2000 et 2010,
- Augmenter la production d'hydroélectricité de 7% entre 2000 et 2010,
- Augmenter les autres productions d'électricité renouvelable (photovoltaïque, biogaz, éolien et incinération des ordures) de 89% entre 2000 et 2010,
- Augmenter la production de chaleur renouvelable de 54% entre 2000 et 2010.

1.3 Conception directrice actuelle

Le présent rapport a été élaboré par le SENE avec l'implication des milieux de la politique, associatifs, de l'économie, des consommateurs et ceux de la technique concernés par le thème de l'énergie à travers la commission cantonale de l'énergie et avec des contributions ponctuelles de mandataires externes.

La conception directrice de l'énergie fixe les objectifs à court (2025), moyen (2035) et long (2050) terme et doit servir de feuille de route pour les 10 prochaines années (horizon 2025) aux autorités cantonales et communales pour la définition et la mise en œuvre de la politique énergétique dans le canton de Neuchâtel.

Le chapitre 1 d'introduction présente la structure générale de ce rapport, y compris l'indication des années prises en compte dans chaque partie de ce dernier (cf. Figure 1 et Figure 2) et décrit succinctement le contenu des différents chapitres suivants.

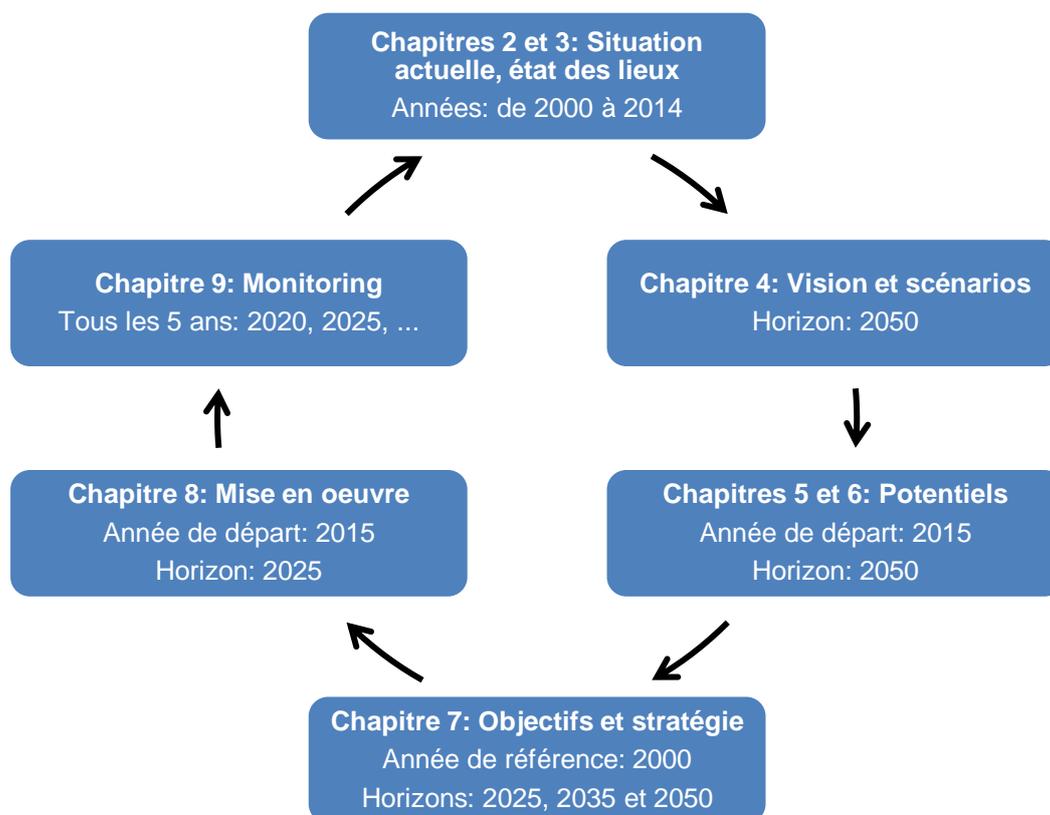


Figure 1: Représentation schématique de la structure de la conception directrice

Le chapitre 2 pose le cadre – en traitant du contexte général actuel – sur lequel se base la présente conception directrice cantonale de l'énergie. Dans une première partie, un bref aperçu du contexte énergétique international ainsi qu'une présentation détaillée de l'évolution de la consommation et de la production d'énergie en Suisse entre 2000 et 2014 (dernière année dont les statistiques sont disponibles) y sont présentés. Dans une deuxième partie, deux sections sont dédiées à l'évolution climatique globale ainsi qu'à la sécurité d'approvisionnement et la dépendance énergétique de la Suisse. La troisième partie du chapitre présente les législations et instruments en vigueur au niveau fédéral et intercantonal, les politiques énergétiques et climatiques nationales, ainsi qu'un résumé des stratégies énergétiques des cantons de Suisse romande.

Dans les chapitres suivants, l'accent est mis sur le canton de Neuchâtel avec une description de la situation actuelle de ce dernier en matière énergétique (évolution entre 2000 et 2014), y compris le bilan de la période couverte par la dernière conception directrice de 2006 (chapitre 3) ainsi que la définition de la vision à long terme (horizon 2050 comme dans le cadre de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération) et des scénarios énergétiques retenus (chapitre 4).

	Valeurs réelles		Valeurs visées			
	2000	2014	2015	2025	2035	2050
Etat des lieux de 2000 à 2014						
Potentiels						
Objectifs par rapport à 2000 aux horizons 2025, 2035 et 2050						
Mise en œuvre de 2015 à 2025 (objectifs, actions, aspects économiques et financiers)						
Monitoring et contrôle des résultats tous les 5 ans à partir de 2020						

Figure 2: Représentation schématique des années prises en compte dans chaque partie de la conception directrice

Les chapitres 5 et 6 présentent l'évaluation des potentiels d'économies d'énergie, respectivement de production d'énergies renouvelables dans le canton à partir de la situation en début 2015.

En s'inspirant des jalons de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, le chapitre 7 affiche les objectifs à court (2025), moyen (2035) et long (2050) terme en matière d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables par rapport à l'année de référence 2000 (en adéquation avec la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération). La stratégie que le canton souhaite mettre en place pour atteindre les objectifs susmentionnés y est également présentée.

Le chapitre 8 présente les mesures à mettre en œuvre dans la décennie à venir (depuis 2015 jusqu'à l'horizon 2025) afin de se diriger vers les objectifs susmentionnés. Dans les fiches de mesure – après une description de la mesure elle-même, la présentation de son état existant ainsi que du potentiel total/effet énergétique maximal attendu à l'horizon 2050 – les éléments suivants sont traités:

- Objectifs énergétiques jusqu'à 2025 et inventaire d'actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel,
- Aspects économiques et financiers pour la période 2015-2025,
- Acceptabilité/faisabilité,
- Monitoring,
- Lien avec d'autres mesures.

Le chapitre 9 décrit la manière dont le monitoring et le contrôle des résultats sont envisagés (en principe tous les cinq ans: 2020, 2025, ...). La définition détaillée du concept de monitoring et sa mise en œuvre concrète ne sont pas traitées à ce stade, mais le seront dans un deuxième temps en prévision de la première échéance pour le contrôle des résultats fixée en 2020.

Le chapitre 10 conclut le rapport suivi de la bibliographie.

Les annexes contiennent les éléments suivants:

- Remarques, hypothèses et méthodologies de calcul concernant les éléments présentés dans le rapport,
- La totalité des graphiques et tableaux concernant la situation énergétique actuelle ainsi que les objectifs énergétiques du canton pour le scénario "Nouvelle politique énergétique du canton de Neuchâtel (NPE-NE)" et le scénario "Référence",
- Remarques, hypothèses et méthodologies de calcul concernant les éléments présentés dans les fiches de mesure.

2 CONTEXTE GENERAL ACTUEL

2.1 Contexte énergétique international

La consommation mondiale d'énergie n'a pas cessé d'augmenter au cours des dernières décennies (+40% entre 1990 et 2010) et affiche même une accélération de la croissance ces dix dernières années (+2.5% par an en moyenne entre 2003 et 2013). Selon les dernières projections, cette évolution concernant la consommation énergétique mondiale devrait se poursuivre, avec une progression de plus de 50% entre 2010 et 2040 et une augmentation particulièrement marquée dans les pays émergents. Une telle évolution a des conséquences importantes pour l'ensemble de la planète et suscite des inquiétudes croissantes à divers égards: problèmes d'approvisionnement, risques géopolitiques, dangers liés à la filière nucléaire, réchauffement climatique, impacts sur la santé et l'environnement.

La consommation mondiale d'énergie primaire était selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE) de 13.37 milliards de tonnes équivalent pétrole (tep) en 2012, pour une production de 13.5 milliards de tep dont 81.7% provenait de la combustion d'énergies fossiles. Le reste de la production d'énergie provenait du nucléaire (4.8%) et des énergies renouvelables (13.5%): bois-énergie, énergie hydraulique, éolien, solaire, agrocarburants, ...

L'unité de mesure de l'énergie selon le Système international d'unités (SI) est le Joule (J). Le joule est défini comme le travail d'une force d'un Newton dont le point d'application se déplace d'un mètre dans la direction de la force. Dans la pratique, contrairement à la plupart des autres unités du SI, l'énergie est fréquemment mesurée en utilisant d'autres unités que le joule. Voici les principales unités aussi utilisées dans le présent rapport:

- Le kilowattheure (kWh), $1 \text{ kWh} = 3.6 * 10^6 \text{ J}$
- La tonne d'équivalent pétrole (tep): énergie calorifique d'une tonne de pétrole "moyen", $1 \text{ tep} = 4.186 * 10^{10} \text{ J}$, $1 \text{ tep} = 7.33 \text{ barils de pétrole}$

L'unité de mesure des émissions de gaz à effet de serre (GES) est la tonne équivalent CO₂ (t CO₂-_{éq.}). Équivalent-CO₂ désigne le potentiel de réchauffement global (PRG) d'un GES, calculé par équivalence avec une quantité de CO₂ qui aurait le même PRG.

Si pas spécifié autrement, les chiffres mentionnés dans le présent rapport se réfèrent à des consommations et productions d'énergie ou des émissions de CO₂ annuelles.

Box-Info 1: Unités de mesure de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre

Au niveau mondial, les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) dues à l'énergie en 2011 sont estimées par l'AIE à 31.3 milliards de tonnes, en progression de 49% depuis 1990, dont 47% issues de l'industrie de l'énergie, 22% des transports, 21% de l'industrie, 6% des ménages et 4% des services et de l'agriculture.

Selon l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), le contexte énergétique actuel (état: mars 2015) se résume de la manière suivante:

- Boom du fracking: la production de gaz de schiste aux Etats-Unis a provoqué la chute du prix du gaz naturel,
- Chute du cours du pétrole: la décision de l'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) de ne pas réduire la production de 30 millions de barils par jour afin de défendre la part de l'OPEP dans le marché pétrolier a eu pour conséquence la chute brutale du prix du pétrole,
- Ralentissement de l'économie: l'économie en Europe et en Chine s'essouffle si bien que la demande en énergie reste faible,
- Prix du CO₂ trop bas: suite à Fukushima et la décision de plusieurs gouvernements européens de réduire, voire de sortir de la filière nucléaire, beaucoup de charbon bon marché est utilisé en Europe pour produire de l'électricité à un coût très bas,

- Subventions des énergies renouvelables: en raison du subventionnement important des énergies renouvelables solaires, éolienne et biomasse, surtout en Allemagne, le marché de l'électricité est submergé avec un excès de kilowattheures à certaines heures de la journée, ce qui exerce une pression sur les prix.

La "fracturation hydraulique" (*fracking* en anglais) est la dislocation ciblée de formations géologiques peu perméables par le moyen de l'injection sous très haute pression d'un fluide destiné à fissurer et micro-fissurer la roche. Cette fracturation peut être pratiquée à proximité de la surface, ou à grande profondeur (à plus de 1 km, voire à plus de 4 km dans le cas du gaz de schiste), et à partir de puits verticaux, inclinés ou horizontaux.

Le gaz de schiste est un gaz naturel contenu dans des roches marneuses ou argileuses riches en matières organiques. Contrairement au gaz naturel conventionnel qui est retenu dans une roche perméable permettant une exploitation facile, le gaz de schiste est piégé dans les porosités d'une roche rendue imperméable par l'argile qu'elle contient. L'extraction du gaz de schiste, particulièrement difficile, nécessite le recours systématique aux techniques combinées du forage dirigé et de la fracturation hydraulique à grands volumes particulièrement coûteuses.

Box-Info 2: Fracking et gaz de schiste

L'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEC en anglais et OPEP en français) est une organisation intergouvernementale de pays visant à négocier avec les sociétés pétrolières pour tout ce qui touche à la production de pétrole, son prix et les futurs droits de concessions. Outre les 5 membres fondateurs Iran, Iraq, Kuwait, Arabie Saoudite et Venezuela, les pays membres de l'organisation sont le Qatar, la Libye, les Emirats Arabes Unis, l'Algérie, le Nigeria, l'Equateur, et l'Angola.

Source: www.opec.org.

Box-Info 3: Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP)

Au niveau de l'Union européenne (UE), la politique énergétique poursuit trois grands objectifs:

- La sécurité de l'approvisionnement,
- La compétitivité,
- La durabilité.

L'UE s'est fixée les objectifs suivants par rapport à 1990 dans le domaine de l'énergie et du climat:

	2020	2030	2050
Emissions de gaz à effet de serre	-20%	-40%	-80 à -95%
Part de l'énergie issue de sources renouvelables	20%	27%	
Amélioration de l'efficacité énergétique	20%	27 à 30%	

Tableau 1: Objectifs énergétiques et climatiques de l'Union européenne. Source: UE

La "Feuille de route pour l'énergie à l'horizon 2050: vers un secteur énergétique sûr, compétitif et «décarboné»" décrit les mesures à prendre pour atteindre ces objectifs. Deux domaines d'action pour la mise en œuvre de la politique énergétique de l'UE sont essentiels: la promotion de l'efficacité énergétique et les économies d'énergie, ainsi que le développement des énergies renouvelables (énergie 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 les éléments suivants:

- La rénovation énergétique des bâtiments,
- La cogénération à haut rendement et des réseaux efficaces de chaleur et de froid,
- La réalisation d'audits énergétiques des grandes entreprises,

- Le déploiement de réseaux intelligents et de compteurs intelligents ainsi que l'indication d'informations précises sur les facteurs d'énergie.

2.2 Consommation et production d'énergie en Suisse

Les données présentées dans la présente section sont tirées des statistiques suisses de l'énergie les plus récentes à disposition en l'occurrence celles de l'année 2014 [1], [2], [3].

2.2.1 Consommation d'énergie finale

Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale, la consommation énergétique suisse a affiché une forte augmentation jusqu'au premier choc pétrolier de 1973. Ensuite, le taux de croissance a progressivement reculé au fil des années pour atteindre une tendance à la stabilisation depuis environ le milieu des années 2000 comme le montre la Figure 3.

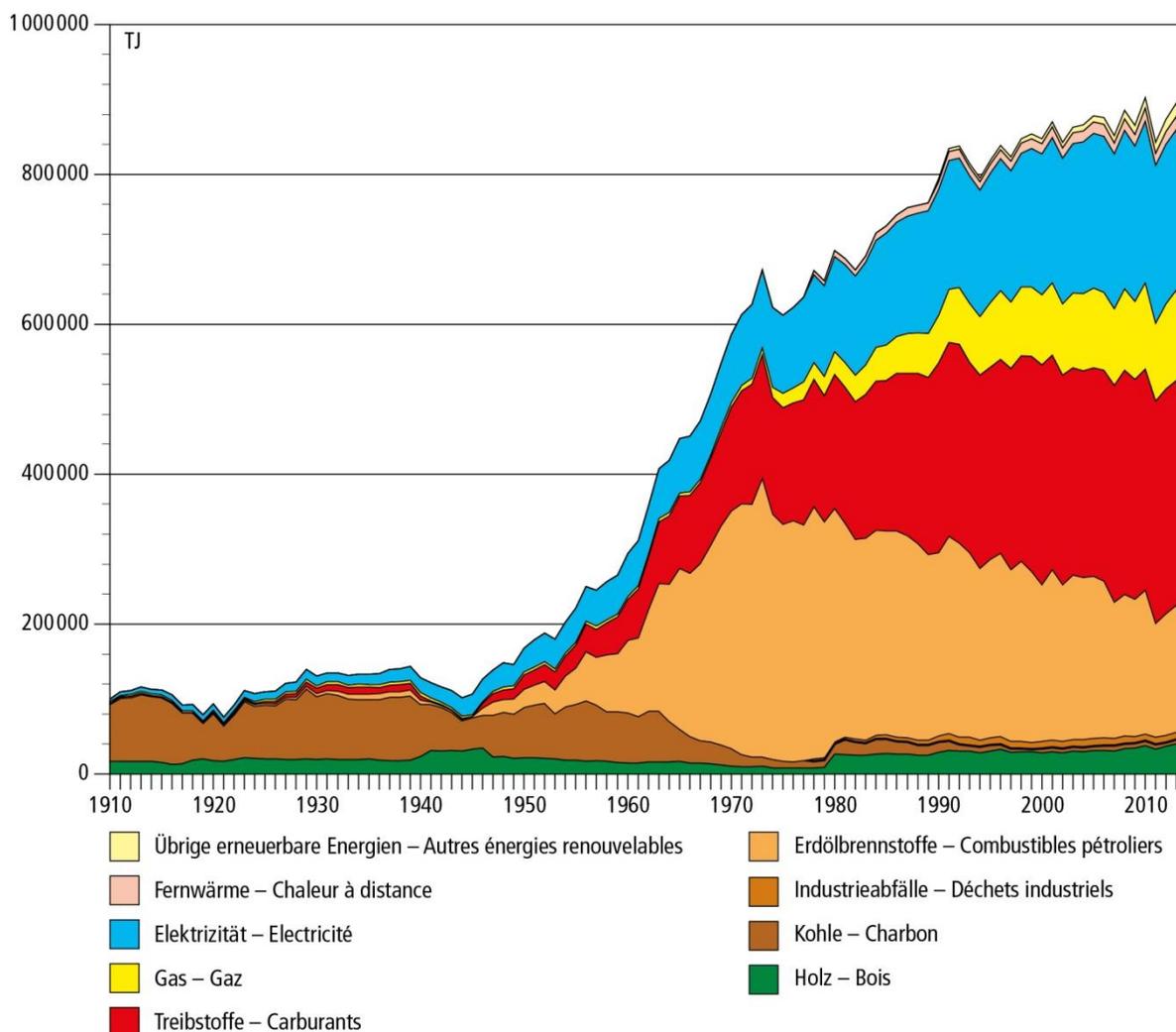


Figure 3: Evolution de la consommation finale selon les agents énergétiques en Suisse entre 1910 et 2014. Source: [1]

La consommation d'énergie finale s'est élevée à 229'380 GWh (825'770 TJ, unité utilisée dans le graphique) en 2014. Il s'agit de la consommation la plus basse enregistrée depuis 1997.

Ce bas niveau de consommation est en premier lieu imputable au fait que 2014 a été l'année la plus chaude depuis le début des relevés en 1864. Au même temps, on observe une augmentation continue des facteurs influant sur la croissance à long terme de la consommation énergétique: population résidante permanente, produit intérieur brut, parc immobilier et nombre de véhicules à moteurs.

L'énergie finale correspond à la quantité d'énergie qui est livrée au consommateur final. Elle se situe à la fin de la chaîne commerciale. Il faut y ajouter la consommation d'énergie renouvelable non commercialisée (p. ex.: chaleur des capteurs solaires). Ainsi, est dite finale l'énergie achetée (ou autoproduite) pour un usage déterminé, comme le courant d'éclairage ou l'essence pour l'automobile.

Sources: OFEN et Office fédéral de la statistique (OFS)

Box-Info 4: Energie finale

Préfixe	Abréviation	Facteur	
kilo	k	1'000	10^3
méga	M	1'000'000	10^6
giga	G	1'000'000'000	10^9
téra	T	1'000'000'000'000	10^{12}

Box-Info 5: Préfixes servant à formuler les multiples des unités

La répartition par agent énergétique montre que les carburants et les combustibles pétroliers jouent un rôle majeur dans le mix de consommation énergétique du pays avec des parts de 36% respectivement 15% en 2014. Le gaz naturel et surtout d'électricité représentent 13% respectivement 25% de la consommation totale. Le 11% restant est couvert par le charbon, l'énergie du bois, le chauffage à distance, les déchets industriels et les autres énergies renouvelables.

En 2014, les transports ont été le groupe de consommateurs le plus gourmand utilisant 38% de la totalité d'énergie consommée, suivis par les ménages (27%), l'industrie (19%) et les services (16%).

Dans la catégorie "Chaleur à distance" mentionnée dans le graphique ci-dessous, ainsi que dans la suite du rapport, seule la part thermique produite à partir de l'incinération des ordures est prise en compte, les autres chauffages à distance sont comptés sous d'autres rubriques (p.ex. bois ou gaz naturel).

La Figure 4 fait un zoom sur l'évolution de la consommation d'énergie finale entre 2000 et 2014 (période d'état des lieux toujours utilisée dorénavant dans le présent rapport). Une première comparaison intéressante peut être faite entre la Figure 4 présentant l'énergie finale et la Figure 9 présentant l'énergie primaire (raison pour laquelle l'échelle verticale du premier graphique est surdimensionnée, allant jusqu'à 450'000 GWh). En outre, l'évolution des émissions de gaz à effet de serre (GES) par agent énergétique est représentée dans la Figure 10.

L'énergie primaire correspond à la somme de l'énergie finale consommée et de l'énergie nécessaire pour amener cette dernière jusqu'au consommateur final (y compris la consommation d'énergie pour l'extraction, la transformation, le raffinage, le transport, la distribution, ainsi que tous les processus nécessaires pour amener l'énergie jusqu'à la frontière du système et la mettre à disposition d'un bâtiment ou d'un véhicule).

La consommation d'énergie finale provoque des émissions de gaz à effet de serre (GES) en fonction de l'agent énergétique utilisé. Les principaux GES sont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane et le protoxyde d'azote. Les émissions sont indiquées comme quantité de CO₂ ("équivalent CO₂"). On obtient donc les émissions cumulées de GES générées par les processus d'approvisionnement en agents énergétiques. Il s'agit des émissions provenant de toutes les sources énergétiques (par ex. aussi le bois et le solaire) et sont calculées sur tout le cycle de vie de l'agent énergétique (par ex. combustible) ou de l'installation (par ex. panneau solaire).

Source: [5]

Box-Info 6: Energie primaire et émissions de gaz à effet de serre

Dans le cadre de la présente conception directrice, la consommation énergétique globale est répartie dans les formes d'énergie suivantes (basé sur la répartition proposée dans [4]): combustibles,

électricité et carburants. En 2014, les combustibles (combustibles pétroliers, gaz, charbon, déchets industriels, ordures, bois, chaleur de l'environnement, solaire thermique et biogaz) représentaient 39% de la consommation totale suivie par les carburants (essence, diesel et kérosène) avec 36% et l'électricité (toutes sources de production et toutes utilisations confondues) avec 25%.

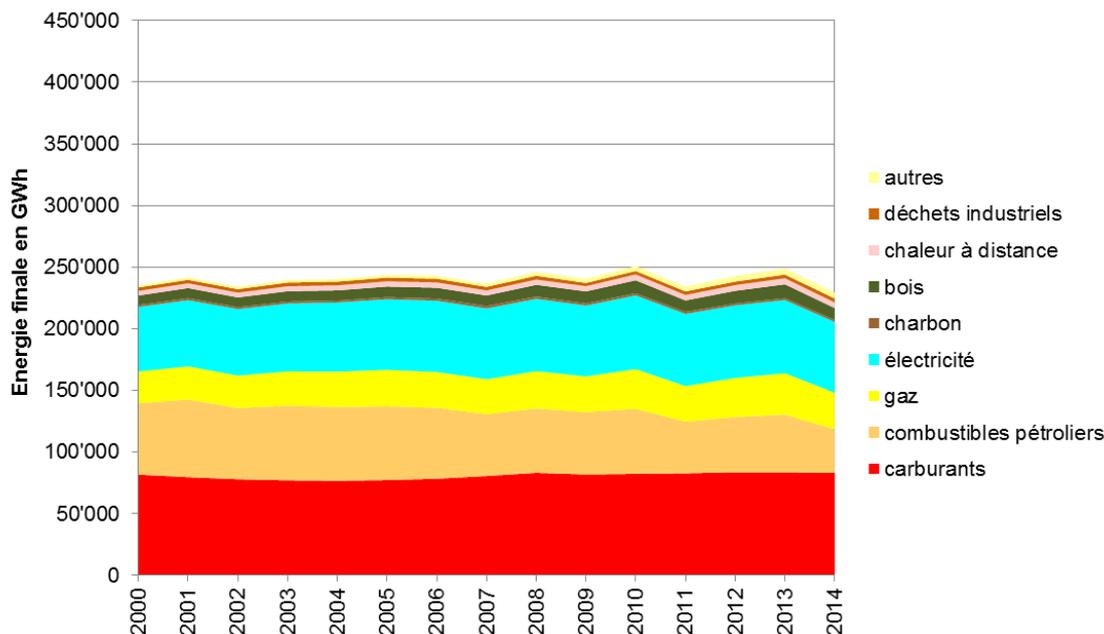


Figure 4: Evolution de la consommation finale selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1]

Si la consommation de combustibles affiche une tendance à la stabilisation, voire à une légère diminution depuis 2000 (avec des importantes variations d'une année à l'autre en fonction notamment des conditions climatiques), celles de carburants et surtout celle de l'électricité continuent d'afficher une tendance à la croissance constante même si elle semble être moins intense depuis 2010 (cf. Figure 5).

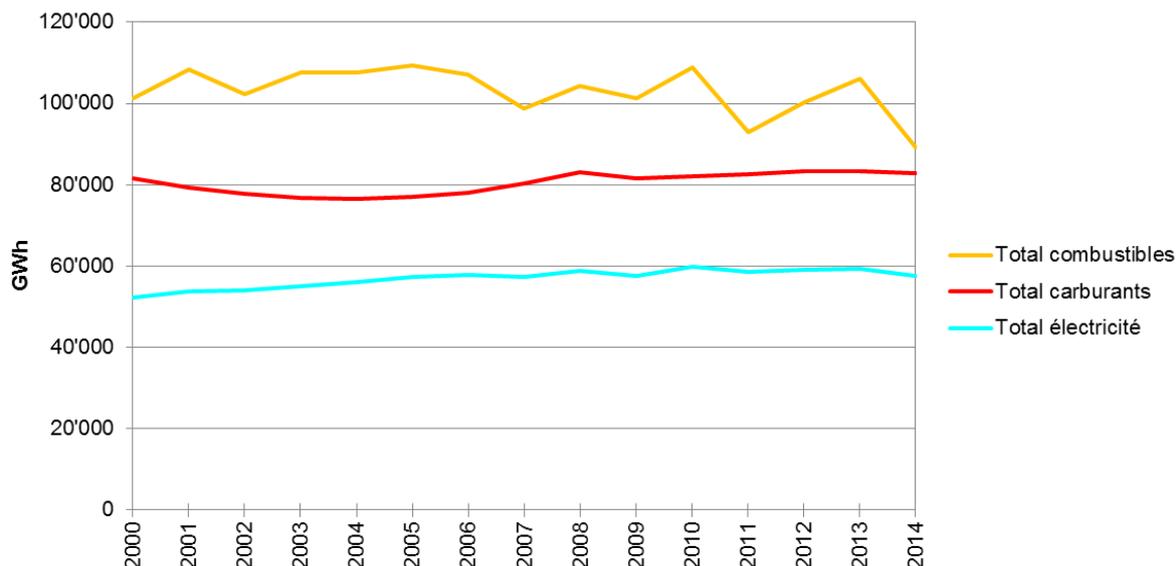


Figure 5: Evolution de la consommation finale selon les formes d'énergie en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1]

Les combustibles sont utilisés pour le chauffage des bâtiments et de l'eau chaude sanitaire (ECS) ainsi que pour les processus industriels. En 2014, leur consommation s'est élevée à 89'060 GWh. Ce

niveau de consommation est essentiellement dû à des conditions climatiques particulièrement douces durant l'année 2014 et ne peut donc être que partiellement mis en relation avec des mesures d'économie d'énergie (p.ex. assainissement énergétique des bâtiments) ou de transfert d'énergie (p.ex. des chauffages au mazout vers les pompes à chaleur produisant la chaleur à partir aussi d'une part d'électricité).

Une tendance à la diminution de la consommation de combustibles est perceptible depuis 2000, même si des variations importantes sont constatées d'une année à l'autre en fonction notamment des conditions météorologiques. Cette tendance réjouissante mais encore insuffisamment marquée est principalement due aux progrès considérables réalisés ces dernières années dans la construction. Un bâtiment locatif des années 70 consomme entre 4 et 5 fois plus d'énergie pour le chauffage que le même bâtiment construit actuellement. La rénovation thermique de ce bâtiment des années 70, selon les normes actuelles, permet de diminuer sa consommation de plus de la moitié. Malgré les progrès considérables réalisés dans l'isolation thermique des nouveaux bâtiments, l'essentiel du parc immobilier n'a pas profité de ces progrès et consomme énormément d'énergie pour son chauffage.

Un autre aspect problématique de la consommation actuelle de combustibles en Suisse est le fait que le 77% de ceux-ci est constitué par des énergies fossiles (combustibles pétroliers, gaz et charbon) comme représenté dans la Figure 6.

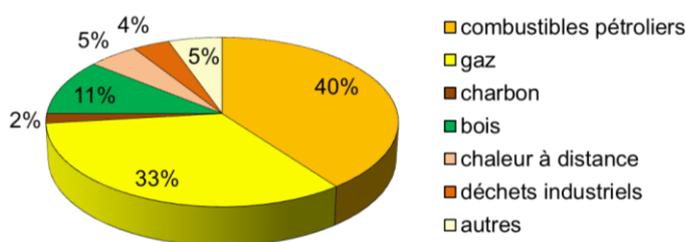


Figure 6: Répartition de la consommation de combustibles selon les agents énergétiques en Suisse en 2014. Source: [1]

L'électricité est utilisée pour le chauffage des bâtiments et de l'ECS (direct ou grâce à des pompes à chaleur), pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification des locaux, pour les installations et appareils électriques dans les bâtiments, pour les processus industriels, ainsi que pour l'éclairage public. Sa consommation s'est élevée à 57'470 GWh en 2014. Comme pour les combustibles traités ci-dessus, ce niveau de consommation est essentiellement dû à des conditions climatiques particulièrement douces durant l'année 2014 et ne peut donc être que partiellement mis en relation avec des mesures d'économie d'énergie (p.ex. substitution d'anciens appareils électriques par des modèles plus performants) ou de transfert d'énergie (p.ex. des chauffages électriques directs vers des pompes à chaleur ou d'autres agents énergétiques).

Bien que la croissance soit moins forte depuis le milieu des années 2000, la consommation d'électricité a presque constamment augmenté depuis plusieurs décennies et une inversion de la tendance n'est pour l'instant pas perceptible (cf. Figure 5). La consommation d'électricité subit l'influence de trois facteurs majeurs: la croissance économique, l'évolution démographique et la météo.

Selon l'OFEN, l'électricité consommée en Suisse en 2014 était issue à 51% de l'énergie hydraulique, à 30% de l'énergie nucléaire, à environ 4% des nouvelles énergies renouvelables et à environ 2% des déchets. La provenance et la composition des 13% restants ne sont pas vérifiables mais il est supposé qu'il s'agit d'électricité achetée à l'étranger (principalement en France et en Allemagne) produite à partir de sources fossiles et nucléaires.

Les carburants (essence, diesel et carburants d'aviation) sont utilisés pour les transports et la mobilité. Leur consommation s'élevait en 2014 à 82'850 GWh.

La consommation de carburants est en constante augmentation avec tout de même un fléchissement au milieu des années 2000, ainsi qu'une certaine stabilisation depuis 2008 comme on peut le constater dans la Figure 5.

Le diesel a progressé de 2.5%, les carburants d'aviation ont progressé de 0.7%, alors que la consommation d'essence a reculé de 4%. La répartition des différents carburants consommés était la suivante en 2014: essence (38%), diesel (39%) et carburant d'aviation (23%).

2.2.2 Production d'énergies renouvelables indigènes

La production d'énergies renouvelables indigènes comprend l'ensemble de la production d'énergie réalisée sur le territoire national. Les agents énergétiques disponibles en Suisse sont le bois-énergie, la force hydraulique, les ordures ménagères et déchets industriels¹ ainsi que le solaire, l'éolien, la géothermie, la chaleur ambiante, le biogaz, les carburants biogènes et la biomasse. A ce stade, la production est répartie par agent énergétique mais aucune agrégation entre les trois formes d'énergie (chaleur, électricité et carburant) n'est faite.

La production indigène décrite ci-dessus n'est pas entièrement consommée en Suisse vu qu'une partie est exportée et elle n'est pas non plus entièrement consommée par les consommateurs finaux vu qu'une partie est utilisée pour la transformation d'énergie, la consommation propre du secteur énergétique, les pertes de transport et la consommation non énergétique (pour les détails voir la section 2.2 "Le bilan énergétique" de [1]).

L'évolution de la production d'énergies renouvelables indigènes depuis 2000 affiche une croissance constante comme indiqué dans la Figure 7. La production d'hydroélectricité dépend fortement de conditions météorologiques, ce qui a comme conséquence une grande variabilité annuelle. Une croissance réjouissante au niveau des autres énergies renouvelables est à constater même si elle reste encore insuffisante dans l'optique du tournant énergétique prôné par la stratégie énergétique 2050 de la Confédération.

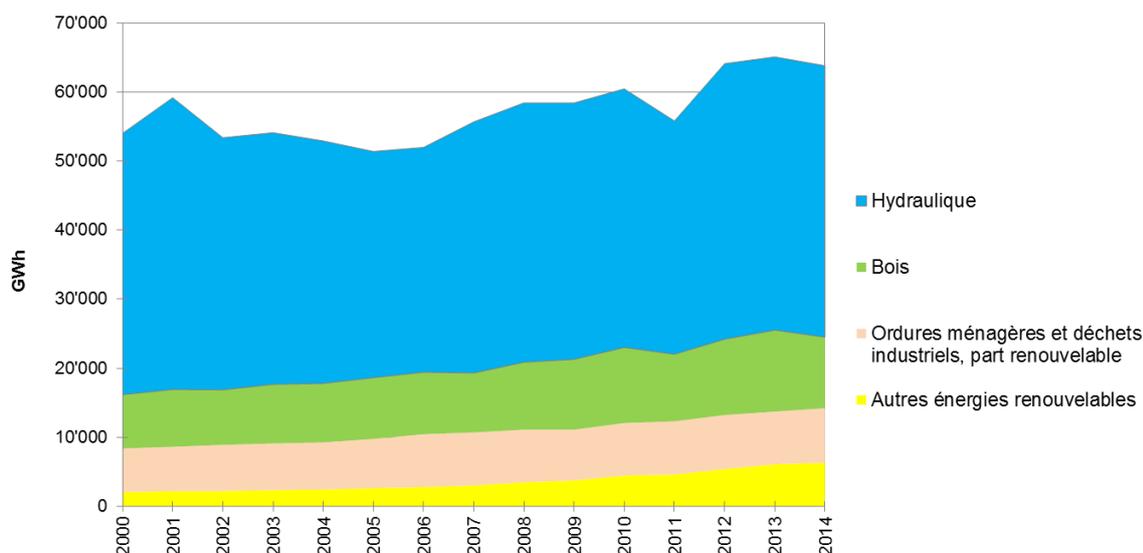


Figure 7: Evolution de la production d'énergies renouvelables indigènes selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1]

En 2014, la production d'énergies renouvelables indigènes s'est située à 63'820 GWh. L'énergie hydraulique représente 62% de la production totale suivi par le bois-énergie (16%), la part renouvelable des ordures ménagères et les déchets industriels (12%) ainsi que les autres énergies renouvelables (10%). La répartition de la production totale par forme d'énergie montre que le 74% est de l'électricité, le 25% des combustibles et à peine le 1% des carburants.

2.2.3 Consommation d'énergie finale par habitant et part des énergies renouvelables produites par rapport à la consommation totale d'énergie finale

Deux indicateurs intéressants sont l'évolution de la consommation annuelle d'énergie finale par habitant et la part des énergies renouvelables produites sur le territoire national par rapport à la

¹ Sur la part de production due aux ordures ménagères et aux déchets industriels, seulement le 50% peut être considéré comme renouvelable (source: [1]).

consommation totale d'énergie finale. Leur évolution est représentée dans la Figure 8. Depuis 2000, une tendance à la diminution de la consommation d'énergie finale par habitant peut être relevée pour atteindre les 28'010 kWh en 2014 (ce niveau de consommation est à prendre avec précaution, compte tenu des conditions climatiques exceptionnelles de l'année 2014 déjà mentionnées dans les sections précédentes).

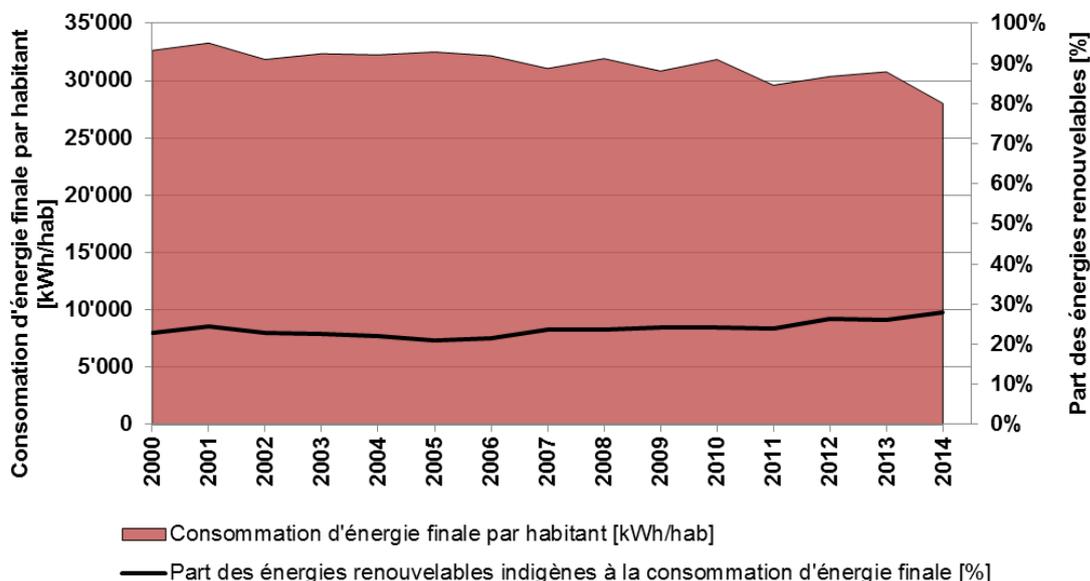


Figure 8: Evolution de la consommation d'énergie finale par habitant (kWh/hab.) et de la part des énergies renouvelables indigènes (%) en Suisse entre 2000 et 2014

Concernant la part des énergies renouvelables produites sur le territoire national par rapport à la consommation totale d'énergie finale, elle affiche une tendance à la hausse en atteignant 28% en 2014. Les variations annuelles sont essentiellement dues au caractère inconstant de la production hydroélectrique fortement dépendante de la pluviométrie, ainsi qu'aux variations de la consommation totale qui est notamment influencée par les conditions climatiques et économiques.

Les principaux facteurs qui influencent la consommation d'énergie sont les degrés-jour (indicateur de la rigueur du climat), la croissance économique représentée par le produit intérieur brut (PIB), la production industrielle, la croissance démographique, ainsi que l'effectif des logements et des véhicules à moteur. L'analyse des données statistiques montre que les conditions climatiques influencent bien la consommation d'énergie dans l'immédiat, mais qu'à long terme, les autres facteurs susmentionnés sont déterminants.

2.2.4 Consommation d'énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre

Le concept de société à 2000 watts vise à réduire la consommation d'énergie primaire – générée par les dépenses d'énergie finale de la population – à une puissance moyenne constante de 2000 watts par personne, et les émissions de gaz à effet de serre (GES) à 1 tonne CO₂-éq. par personne et par an.

La société à 2000 watts est un modèle de politique énergétique développé dans les années 1990 à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich. Mettre en œuvre la société à 2000 watts sous-entend d'utiliser les ressources et les agents énergétiques d'une manière durable, et de répartir équitablement ces ressources et ces énergies entre tous les habitants de la planète. Il s'agit également de réduire le niveau des émissions de GES par rapport au niveau actuel, de manière à stabiliser le climat. Pour atteindre un tel résultat, la Suisse – ainsi que les cantons, régions, communes et villes qui la constituent – devront réduire la consommation globale d'énergie primaire à 2000 watts par personne et les émissions de GES à 1 tonne, alors qu'en 2005, les Suisses utilisaient grosso modo 6000 watts d'énergie primaire et émettaient environ 8 tonnes de GES.

Source: www.2000watt.ch et [5].

Box-Info 7: Société à 2000 watts

Dans le cadre de la présente conception directrice, la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES d'un territoire sont calculées à partir de la consommation d'énergie finale, en appliquant des facteurs d'énergie primaire ou des coefficients d'émission de GES selon le rapport "Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts" [5].

L'énergie nécessaire à la fabrication de marchandises et à la fourniture de services en Suisse (énergie grise) ainsi que les émissions de GES correspondantes (émissions grises) sont comptabilisées dans le bilan de la société à 2000 watts. Par contre, ne sont pas comptabilisées dans ce calcul la consommation d'énergie primaire, ni les émissions de GES liées à des biens produits ou des services fournis en dehors du territoire suisse. D'après le rapport [5], la consommation d'énergie primaire due à l'énergie grise des biens et services importés est estimée à 2000 watts de puissance continue par habitant qui s'ajoutent donc aux environ 6000 watts calculés sur la base de la consommation d'énergie finale en Suisse.

La consommation globale d'énergie primaire s'est élevée en 2014 à 338'190 GWh. Les causes de ce niveau de consommation sont celles expliquées dans la section 2.2.1 concernant l'énergie finale. La comparaison entre l'évolution de la consommation d'énergie finale (cf. Figure 4) et celle d'énergie primaire (cf. Figure 9) selon les agents énergétiques montre que la deuxième affiche une tendance à la baisse plus marquée, due au fait que le mix de consommation d'électricité devient de plus en plus durable avec notamment un gain de terrain de l'hydraulique par rapport au nucléaire comme relevé dans le rapport [6] de l'OFEN. Par contre, on peut remarquer l'impact très important de la consommation d'électricité (avec le mix actuel composé à plus de 40% par du nucléaire et des énergies fossiles) exprimée en énergie primaire.

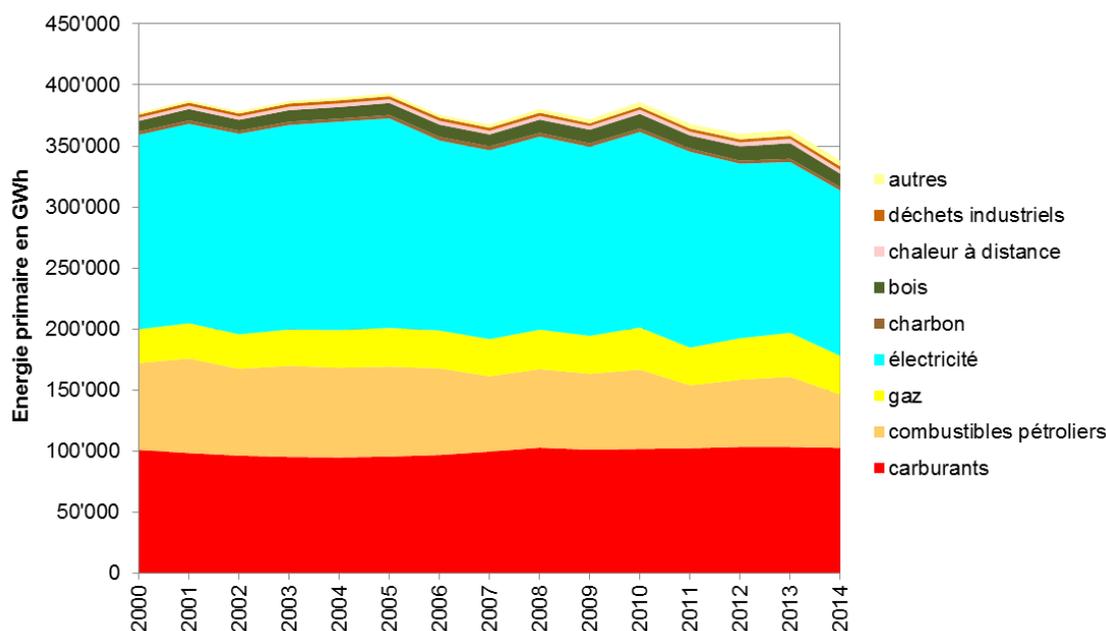


Figure 9: Evolution de la consommation d'énergie primaire selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1] (élaboration SENE)

Les émissions globales de GES se sont élevées en 2014 à environ 52 millions t CO_{2-éq.}. Ce niveau d'émissions proportionnellement plus faible que celui des consommations d'énergie finale et primaire est essentiellement dû à la forte diminution de la consommation de combustibles pétroliers. Comme on peut le voir dans la Figure 10, l'impact le plus important au niveau des émissions de GES est causé par les combustibles et les carburants fossiles.

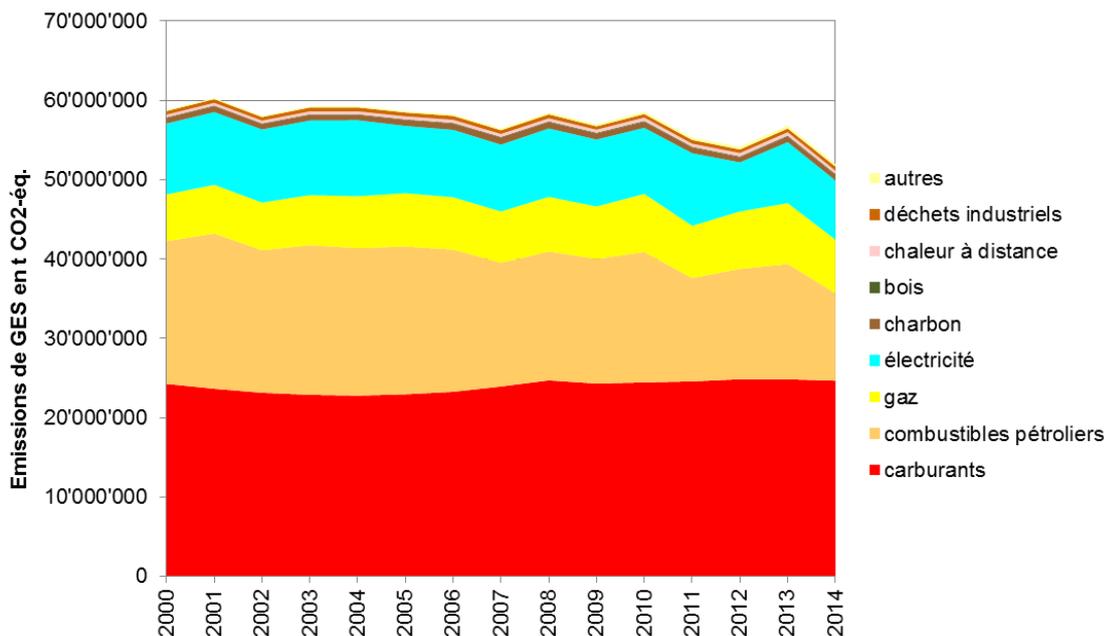


Figure 10: Evolution des émissions de gaz à effet de serre selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1] (élaboration SENE)

Dans l'optique d'une évolution vers la société à 2000 watts, on peut remarquer qu'en 2014, la puissance moyenne de l'énergie primaire globale consommée annuellement par habitant s'est élevée à 4'710 W, tandis que les émissions annuelles de GES par habitant se sont élevées à 6.4 t CO₂-ék. Ces valeurs très basses sont à prendre avec précaution, compte tenu des conditions climatiques exceptionnelles de l'année 2014 déjà mentionnées dans les sections précédentes. La diminution importante observable dans les chiffres par habitant présentés ci-dessus peut s'expliquer par les trois éléments suivants:

- La diminution de la consommation globale d'énergie finale,
- Le transfert d'agents énergétiques plus intenses en énergie primaire et émissions de GES vers des agents énergétiques moins intenses (p.ex. des combustibles fossiles vers les combustibles renouvelables ou de l'électricité nucléaire et fossile vers l'électricité renouvelable et hydraulique en particulier),
- L'augmentation de la population.

Les tableaux présentant les chiffres détaillés en lien avec les graphiques ci-dessus, ainsi que le détail des calculs sont consultables dans l'Annexe 1.

La consommation d'énergie finale en Suisse s'est élevée à 229'380 GWh en 2014 ce qui, en tenant compte du fait qu'il s'agit d'une année exceptionnellement chaude, confirme la tendance à la stabilisation observée depuis le milieu des années 2000:

- La consommation finale de combustibles s'est élevée à 89'060 GWh en 2014, tout en affichant des variations annuelles importantes en fonction notamment des conditions climatiques;
- La consommation finale d'électricité s'est élevée à 57'470 GWh en 2014, ce qui confirme la croissance moins forte constatée depuis le milieu des années 2000;
- La consommation finale de carburants s'est élevée à 82'850 GWh en 2014, ce qui confirme une certaine stabilisation constatée depuis 2008.

La production d'énergies renouvelables en Suisse s'est élevée à 63'820 GWh en 2014:

- Le détail par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) n'est pas calculé à ce stade, vu que les données ne sont pas disponibles sous une forme directement utilisable.

La consommation d'énergie finale par habitant en Suisse s'est élevée à 28'010 kWh en 2014.

La part des énergies renouvelables produites sur le territoire national par rapport à la consommation totale d'énergie finale s'est élevée à 28% en 2014.

La consommation d'énergie primaire en Suisse s'est élevée à 338'190 GWh et les émissions de GES à 52'005'000 t CO_{2-éq.} en 2014 avec une tendance pour les deux à la diminution observée depuis le début des années 2010:

- La consommation primaire de combustibles s'est élevée à 99'950 GWh en 2014, tout en affichant des variations annuelles importantes en fonction notamment des conditions climatiques;
- La consommation primaire d'électricité s'est élevée à 135'510 GWh en 2014, tout en affichant une tendance à la diminution depuis le milieu des années 2000;
- La consommation de carburants s'est élevée à 102'730 GWh en 2014, tout en affichant un fléchissement au milieu des années 2000 ainsi qu'une certaine stabilisation depuis 2008.

En Suisse, la puissance moyenne de l'énergie primaire globale consommée par habitant s'est élevée à 4'710 W et les émissions de GES par habitant à 6.4 t CO_{2-éq.} en 2014.

Box-Récapitulatif 1: Section 2.2 "Consommation et production d'énergie en Suisse"

2.3 Évolution du climat

2.3.1 Réchauffement planétaire

Depuis 1970 environ, on observe un réchauffement de l'atmosphère qui ne peut plus s'expliquer seulement par les variations climatiques naturelles. En moyenne mondiale, dix des onze dernières années (2001 à 2011) ont été parmi les plus chaudes depuis le début des relevés de températures. Selon les scientifiques, 2014 a même été l'année la plus chaude jamais enregistrée.

La température moyenne mondiale a augmenté de 0.85°C au cours des 130 dernières années (cf. Figure 11). Les continents se réchauffent plus vite que les océans et, à cause des processus d'intensification de ce phénomène qui existent dans certaines régions (p. ex. le recul des surfaces recouvertes par la glace ou la neige), les différences peuvent se répercuter différemment selon les régions. En particulier, l'Arctique a connu un réchauffement supérieur à la moyenne dans les dernières décennies. En Suisse aussi, l'augmentation de la température (+1.8°C depuis 1864) a nettement dépassé les valeurs moyennes mondiales.

Au cours du dernier millénaire, la marge de variation de la température moyenne, due à des effets naturels, était à peine de l'ordre d'un degré Celsius à l'échelle du globe. A l'avenir, le réchauffement climatique anthropique provoquera une forte augmentation des températures.

Les scénarios d'émission du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) indiquent qu'un recours systématique et rapide aux technologies préservant l'environnement et les

ressources pourrait limiter ce réchauffement à 2°C en moyenne par rapport à la situation présente. Sinon, les températures pourraient monter de 4°C ou même davantage. Selon les scientifiques, au-delà des 2°C, des perturbations importantes du climat et des retombées négatives sur de nombreux systèmes environnementaux et économiques pourraient avoir lieu.

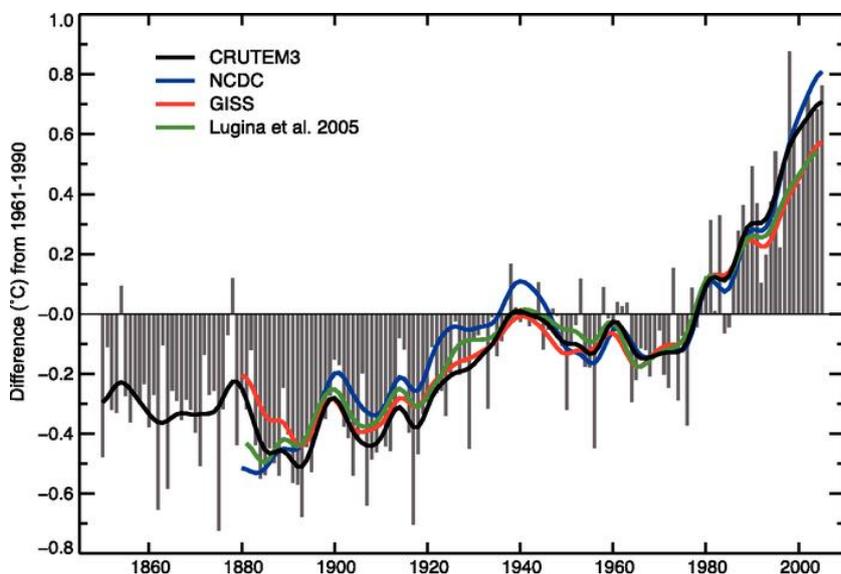


Figure 11: Anomalies annuelles de la température globale de l'air à la surface, de 1850 à 2005, relative à la moyenne de 1961 à 1990. Source: GIEC

Pendant plus de 800'000 ans, la concentration de CO₂ dans l'atmosphère a été comprise entre 180 et 300 ppmv (ppmv = nombre de molécules par million dans un volume donné). Durant cette phase, les périodes glaciaires et interglaciaires s'alternaient selon un schéma régulier. Cependant, la concentration de CO₂ a augmenté massivement à près de 400 ppmv en moyenne avec les changements d'affectation des terres (en particulier les défrichements) et l'utilisation des énergies fossiles, qui s'est développée depuis 1750 environ dans le courant de la révolution industrielle (cf. Figure 12).

Concentration de CO₂ dans les 800 000 ans passés et les 100 ans à venir

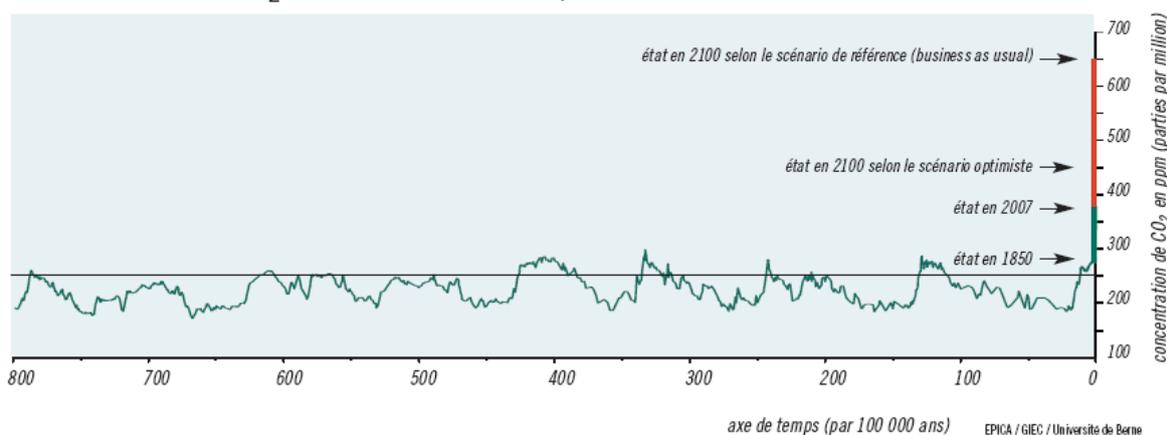


Figure 12: Concentration de CO₂ des 800'000 dernières années et des 100 prochaines années. Source: EPICA / GIEC / Université de Berne

2.3.2 Conséquences mondiales

Le 5^e rapport du GIEC publié en 2013 résume l'état des connaissances sur les changements climatiques et les conséquences à l'échelle planétaire. Plusieurs milliers de scientifiques ont participé à son élaboration. Le rapport ne laisse aucun doute: l'homme a changé le climat de la planète. Cette

évolution a des conséquences mondiales: hausse des températures, modification des régimes de précipitations, montée du niveau des eaux, perturbation des écosystèmes et intensification des événements extrêmes. Autant de menaces pour les habitations et les cultures, ainsi que pour le cadre de vie de millions de personnes.

Selon le GIEC, des mesures doivent être prises le plus rapidement possible pour éviter des conséquences désastreuses et limiter les risques. Il est également nécessaire de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de prendre des mesures d'adaptation au nouveau régime climatique.

2.3.3 Conséquences en Suisse

La Suisse dispose de séries de mesures de grande qualité réalisées sur une longue période (à partir du milieu du 19^e siècle) qui fournissent une base unique en son genre pour analyser l'évolution actuelle du climat. Ces données constituent la base pour le calcul des indicateurs climatiques pertinents.

Les analyses montrent que:

- Le réchauffement en Suisse a été de 1.8°C environ entre 1864 (début de l'industrialisation) et 2012,
- En raison des fortes fluctuations annuelles, il n'a jusqu'ici pas été possible de constater des changements des précipitations moyennes,
- Le nombre de jours de canicule tend à augmenter en particulier sur le Plateau,
- Le nombre de jours de gel a nettement baissé depuis les années 1960,
- La limite du zéro degré en hiver s'est élevée d'environ 300 m depuis les années 1960.

Selon les scénarios climatiques CH2011, il faut s'attendre, d'ici la fin de ce siècle, aux changements suivants par rapport aux valeurs moyennes de la période 1980-2009:

- Température: selon toute probabilité, les températures moyennes augmenteront dans toutes les régions et à toutes les saisons. En l'absence d'intervention, il faut s'attendre à un réchauffement de 2.7°C à 4.8°C en Suisse. Si des mesures sont prises, le climat de notre pays se réchauffera encore, mais nettement moins (entre 1.2°C et 1.8°C),
- Précipitations: au cours de la deuxième moitié du siècle, les précipitations estivales devraient diminuer partout en Suisse de 18 à 28%, tandis que les précipitations hivernales devraient augmenter dans le sud du pays. Dans les autres régions et pour les autres saisons, les modèles indiquent que les précipitations moyennes pourraient soit augmenter, soit diminuer. Dans tous les cas, la violence des précipitations pourrait s'intensifier et les effets négatifs s'aggraver.

Les scénarios du changement climatique en Suisse CH2011 fournissent une nouvelle évaluation de la façon dont le climat pourrait changer durant le XXI^e siècle. Ces scénarios se basent sur de nouvelles générations de modèles climatiques opérant à une résolution plus élevée, des méthodes statistiques novatrices, et considèrent toutes les dernières études pertinentes, ainsi que les évaluations du GIEC.

Source: www.ch2011.ch

Box-Info 8: Scénarios du changement climatique en Suisse CH2011

Parallèlement, l'étude prévoit une hausse de la fréquence, de l'intensité et de la longueur des périodes de chaleur estivales et des vagues de chaleur, alors que le nombre de jours et de nuits de grand froid en hiver devrait diminuer.

En Suisse aussi, les changements climatiques ont un impact sur les systèmes naturels (cycle de l'eau, sol, air, ainsi que biodiversité et paysage) et les domaines socio-économiques (gestion des eaux, économie forestière, agriculture, énergie, santé, tourisme, ainsi qu'agglomérations, bâtiments, voies de circulation et infrastructures).

2.4 Sécurité d'approvisionnement et dépendance énergétique de la Suisse

L'objectif de la présente section est de donner un aperçu de la situation de la Suisse par rapport à sa dépendance énergétique vis-à-vis de l'étranger et, par conséquent, de permettre une appréciation de la sécurité d'approvisionnement du pays. Pour ce faire, une brève analyse géopolitique est présentée pour les trois principaux agents énergétiques utilisés dans notre pays (pétrole, gaz naturel et uranium).

Selon le rapport du Conseil fédéral "Stratégie énergétique de la Suisse" [7], la politique énergétique extérieure de notre pays poursuit les trois principaux objectifs suivants:

- Sécurité de l'approvisionnement énergétique,
- Rationalité économique,
- Respect de l'environnement.

En 2014, la Suisse a couvert près de 52% de sa consommation énergétique brute (cf. définition dans le Box-Info 9. Attention: ne pas confondre avec la consommation énergétique finale présentée dans la section 2.2.1) par des agents énergétiques fossiles (environ 42% en pétrole et 10% en gaz naturel) et 26% par le combustible nucléaire. Les 22% restants proviennent de sources d'énergie domestiques, à raison d'environ 13% pour la force hydraulique et 9% par des combustibles solides (déchets, bois) et d'autres énergies renouvelables. Notre pays est donc dépendant de l'étranger pour son approvisionnement en énergie (à hauteur d'environ 78% en 2014) et plus particulièrement en ce qui concerne les combustibles et carburants fossiles qui sont utilisées dans les domaines énergétiques, pétrochimiques et des matériaux. Même l'approvisionnement en électricité n'a pu se passer des importations, du moins pendant les mois d'hiver. Des importants efforts supplémentaires doivent donc être consentis afin de pouvoir s'engager de manière durable dans le virage énergétique visé par la stratégie énergétique 2050.

La consommation brute correspond à la consommation totale d'énergie à l'intérieur des frontières nationales, pertes de transformation comprises. Cette grandeur, se compose de l'énergie primaire tirée du pays (productions indigènes), des soldes du commerce extérieur des divers agents énergétiques (importations nettes) et des variations de stocks.

Source: OFEN, OFS

A titre comparatif, les valeurs des différents types de consommation concernant l'année 2014 sont présentées ci-dessous:

- Consommation d'énergie finale [1]	229'380 GWh
- Consommation brute d'énergie [1]	307'910 GWh
- Consommation d'énergie primaire (calcul SENE)	338'190 GWh

Box-Info 9: Consommation brute d'énergie

Au niveau mondial, tout en reconnaissant que la disponibilité des ressources fossiles et en uranium diminuera à l'avenir, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) affirme que les principaux risques liés à l'approvisionnement en énergie résident dans les émissions de CO₂ qui leur sont liées, dans la dépendance envers des Etats fournisseurs instables et dans la pauvreté énergétique persistante, soit le fait qu'un tiers environ des 7 milliards d'habitants de notre planète n'a pas d'accès à l'électricité.

En 2013, les réserves prouvées de pétrole représentaient 1'500 milliards de barils. Ce qui représente 40 ans de la consommation mondiale actuelle. Mais la concentration géographique prévisible des ressources pétrolifères dans quelques pays de l'OPEP du Moyen-Orient et de l'ancienne Union soviétique péjorera encore le niveau global de la sécurité d'approvisionnement. Cette concentration n'aggrave pas seulement l'exposition aux perturbations des livraisons, elle accroît aussi le niveau et la volatilité des prix du pétrole. L'exploitation des gisements non conventionnels (p.ex. le pétrole de schiste et les sables bitumineux en Amérique du Nord) pourrait améliorer la situation des réserves disponibles mais n'arrange en rien les problèmes environnementaux, bien au contraire. Depuis la fin de l'été 2014, le prix du pétrole a subi une baisse spectaculaire atteignant en quelques mois les niveaux de 2005. Cette évolution peut s'expliquer par les arguments suivants: la morosité économique ambiante, le ralentissement de la croissance chinoise et le renforcement du dollar sont à l'origine

d'une baisse de la demande. A l'inverse, l'abondance de pétrole de schiste trouvé dans les sous-sols de l'Amérique du Nord couplé au retour de certains gros acteurs sur le marché – la Libye, notamment – provoque une offre excédentaire. Concernant l'évolution future, selon une estimation de l'AIE, le prix du pétrole devrait remonter assez rapidement sans retrouver son niveau antérieur à la récente chute en raison notamment d'une demande qui restera modérée dans un contexte économique peu dynamique. Un atout important pour la Suisse est le fait d'avoir une grande raffinerie de pétrole et des oléoducs sur son territoire. En effet, après l'arrêt des activités depuis début 2015 de la raffinerie de Collombey au Valais, il ne reste plus que celle de Cressier dans le canton de Neuchâtel. La production de cette dernière est essentiellement tournée vers le marché intérieur et correspond à environ un quart, en volume, de l'ensemble des produits raffinés vendus en Suisse.

Selon les estimations, les réserves de gaz naturel actuellement connues suffisent pour encore 60 ans environ. Les plus grandes réserves de gaz naturel exploitables se trouvent au Moyen-Orient et sur le territoire qui constituait l'ancienne Union soviétique. Comme pour le pétrole, des gisements non conventionnels peuvent être exploités (gaz de schiste notamment). Contrairement au pétrole, transportable à moindre coût par la mer vers n'importe quel port, le gaz naturel doit être transporté par de coûteux gazoducs ou par bateau sous forme de gaz liquide provenant d'installations de transformation onéreuses. Jusqu'à ce stade, ces infrastructures coûteuses ont été financées par des contrats à long terme qui liaient les fournisseurs et leurs clients dans la durée. En Eurasie par exemple, le gaz naturel doit souvent transiter par des pays tiers, avant de parvenir au pays de destination. Divers exemples tirés d'un passé très récent montrent que l'importance de ces pays tiers s'accroît et que la politique énergétique se mue toujours plus en politique des pipelines (Russie-Ukraine). Concernant la Suisse, environ les trois quarts de son approvisionnement en gaz naturel proviennent du gazoduc transeuropéen qui va des Pays-Bas à l'Italie. Le réseau national des conduites de transport achemine le gaz naturel depuis le gazoduc transeuropéen jusqu'aux différentes régions dont le canton de Neuchâtel (cf. Figure 13).

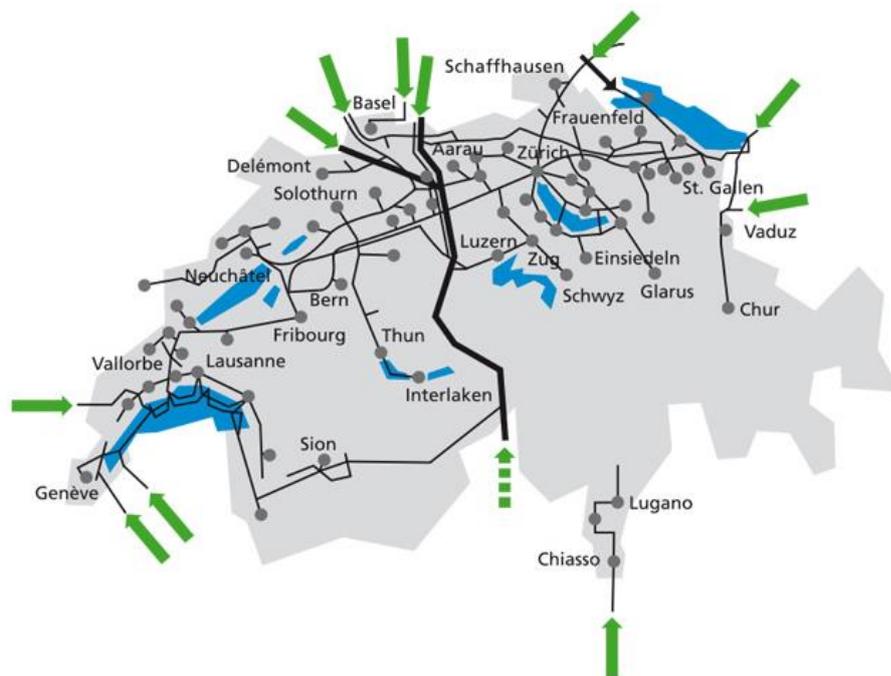


Figure 13: Réseau d'approvisionnement de la Suisse en gaz naturel. Source: www.gaz-naturel.ch

Grâce à la structure des marchés pétrolier et gazier, aux instruments dont nous disposons pour gérer les pénuries et à la grande diversification des sources et des voies d'approvisionnement en pétrole et en gaz naturel, le risque est faible que la Suisse soit durement touchée par des interruptions de livraison d'un important pays fournisseur d'énergie.

Concernant l'approvisionnement en énergie nucléaire, plus de la moitié de la production d'uranium provient du Canada et d'Australie. Les réserves assurées suffisent encore pour au maximum 100 ans, mais la demande de combustible peut être couverte pendant encore des siècles en recourant à des réserves d'uranium et de thorium non encore assurées aujourd'hui et grâce aux technologies de

retraitement. Pour l'heure, le marché se répartit à parts presque égales entre la production des mines et le recyclage de matériaux industriels et militaires. Bien que les combustibles nucléaires soient assimilés au sens strict à de l'énergie importée, ils se distinguent à de nombreux égards des autres importations d'énergie et l'on ne saurait comparer les risques inhérents à leur importation avec ceux du pétrole, du gaz et de l'électricité. Les centrales nucléaires suisses ne sont pas directement alimentées à l'uranium, mais par des éléments de combustible qui sont fabriqués par des entreprises hautement spécialisées à partir de matériaux issus du cycle primaire (mines) ou de retraitement.

Notre dépendance des énergies fossiles et nucléaires demeure donc très forte mais aussi coûteuse. En 2013, la valeur des excédents d'importation d'énergies non renouvelables (pétrole, gaz, combustible nucléaire, charbon) s'élevait à 11.2 milliards de francs [1]. Les variations des prix du pétrole, avec une tendance à la hausse sur le long terme, dépendent de facteurs politiques, naturels, techniques et spéculatifs. Le processus de réduction de la dépendance aux produits pétroliers pourrait être vu comme une opportunité pour affranchir en partie l'économie suisse des aléas liés à l'approvisionnement. En outre, la mise en œuvre de mesures visant une utilisation économe et rationnelle de l'énergie et une production accrue par des énergies renouvelables indigènes représente une chance pour le développement économique régional. Elle crée en effet une valeur ajoutée pour la région, ainsi que de nouvelles places de travail.

2.5 Lois, ordonnances et instruments en vigueur au niveau fédéral et intercantonal

Basé sur l'article 89 de la Constitution fédérale, quatre lois cadrent les politiques énergétique et climatique de la Confédération: la loi fédérale sur l'énergie, celle sur l'approvisionnement en électricité, celle sur le CO₂ et celle sur la protection de l'environnement. D'autres lois sont importantes pour influencer la consommation d'énergie ou pour déterminer les possibilités de production d'énergie: la loi fédérale sur la protection des eaux, la loi fédérale sur l'aménagement du territoire et la loi fédérale sur la protection de la nature et le paysage. Des ordonnances et d'autres instruments spécifiques contribuent à la définition et la mise en œuvre détaillée de lois susmentionnées.

Depuis 1990, la politique énergétique est ancrée dans la Constitution fédérale. L'article constitutionnel sur l'énergie (art. 89) définit les objectifs, ainsi que les rôles de la Confédération et des cantons en matière de politique énergétique. La Confédération fixe les principes applicables à l'utilisation des énergies indigènes et des énergies renouvelables et à la consommation économe et rationnelle de l'énergie et légifère sur la consommation d'énergie des installations, des véhicules et des appareils. Elle favorise le développement des techniques énergétiques, en particulier dans les domaines des économies d'énergie et des énergies renouvelables. Les mesures concernant la consommation d'énergie dans les bâtiments sont au premier chef du ressort des cantons.

Source: Constitution fédérale

Box-Info 10: Rôle de la Confédération et des cantons

La loi fédérale sur l'énergie (LEne)² vise à contribuer à un approvisionnement énergétique suffisant, diversifié, sûr, économique et compatible avec les impératifs de la protection de l'environnement et a pour but de promouvoir l'utilisation économe et rationnelle de l'énergie et d'encourager le recours aux énergies indigènes et renouvelables.

La loi fédérale sur l'approvisionnement en électricité (LApEI)³ a pour objectif de créer les conditions propres à assurer un approvisionnement en électricité sûr, ainsi qu'un marché de l'électricité axé sur la concurrence. Elle fixe également les conditions générales pour garantir dans toutes les parties du pays un approvisionnement en électricité fiable et conforme aux principes du développement durable. Elle doit maintenir et renforcer la compétitivité du secteur suisse de l'électricité sur le plan international. Enfin, elle fixe les conditions du rachat des productions d'électricité renouvelable.

La loi fédérale sur la réduction des émissions de CO₂ (Loi sur le CO₂)⁴ vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre, en particulier les émissions de CO₂ dues à l'utilisation énergétique des agents

² RS 730.0, du 26 juin 1998 (Etat le 1^{er} mai 2014)

³ RS 734.7, du 23 mars 2007 (Etat le 1^{er} juin 2015)

⁴ RS 641.71, du 23 décembre 2011 (Etat le 1^{er} janvier 2013)

fossiles (combustibles et carburants); l'objectif est de contribuer à ce que la hausse de la température mondiale soit inférieure à 2°C.

La loi fédérale sur la protection de l'environnement (LPE)⁵ a pour but de protéger les hommes, les animaux et les plantes, leurs biocénoses et leurs biotopes contre les atteintes nuisibles ou incommodes, et de conserver durablement les ressources naturelles, en particulier la diversité biologique et la fertilité du sol. Elle exige que les émissions atmosphériques soient limitées, à titre préventif, dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable. Lorsque plusieurs sources de pollutions atmosphériques entraînent des atteintes nuisibles ou incommodes, ou si de telles atteintes sont à prévoir, l'autorité compétente établit dans un délai fixé un plan de mesures à prendre pour réduire ces atteintes ou pour y remédier (plan de mesures).

Outre les lois susmentionnées, l'élément central définissant le développement futur de la politique énergétique au niveau national est le message du Conseil fédéral relatif au premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 du 4 septembre 2013 [8]. Les principaux éléments de ce document sont présentés dans la section 2.6 du présent rapport.

En complémentarité avec la législation et les instruments fédéraux, des instruments définissant la politique énergétique de la Suisse sont en vigueur au niveau intercantonal.

Les principes directeurs de la politique énergétique de la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) constituent le tableau de bord pour l'action des cantons [9]. Ils montrent la direction pour la politique énergétique de ces derniers. En priorité figure une utilisation plus efficace de l'énergie, qui devra elle-même provenir de manière croissante de sources renouvelables. Il s'agit d'un instrument conçu dans une perspective de moyen et long terme.

En 1979, les 26 membres des gouvernements cantonaux qui s'occupent du domaine de l'"Energie" se sont groupés dans la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK). L'EnDK est le centre de compétences en énergie commun des cantons. Elle promeut et coordonne la collaboration entre cantons pour les questions énergétiques et défend les intérêts communs des cantons. La Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK), qui traite des questions techniques spécifiques, est rattachée à l'EnDK.

Source: www.endk.ch.

Box-Info 11: Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK)

Les principes directeurs de l'EnDK sont les suivants:

1. L'intensité énergétique⁶ de notre économie et de notre société doit être réduite grâce aux gains d'efficacité
2. La Suisse doit exploiter de manière optimale son potentiel en énergies renouvelables et d'utilisation des rejets de chaleur
3. Un approvisionnement optimal en électricité doit être en grande partie garanti sur la base d'une production indigène
4. Pour assurer la sécurité d'approvisionnement et défendre leurs intérêts, les cantons participent activement à la définition de la politique extérieure
5. Intégration de la production et de la distribution d'énergie dans le développement territorial
6. Les émissions de CO₂ doivent avoir un prix
7. L'abandon du courant électrique d'origine nucléaire doit être remplacé par le développement de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables, l'augmentation de la capacité d'énergie de réglage, des centrales à gaz à cycle combiné et des importations d'électricité

⁵ RS 814.01, du 7 octobre 1983 (Etat le 1er avril 2015)

⁶ L'intensité énergétique présente le rapport entre la consommation finale d'énergie et le produit intérieur brut. Il s'agit d'un indicateur défini et utilisé au niveau international.

8. La sécurité d’approvisionnement en électricité nécessite une extension rapide du réseau
9. L’accès non discriminatoire au réseau suisse de gaz et son extension doivent être concrétisés
10. Les cantons encouragent l’amélioration continue de l’efficacité énergétique des bâtiments
11. Les cantons soutiennent de manière subsidiaire les mesures visant à améliorer l’efficacité énergétique des transports
12. Exemplarité des pouvoirs publics
13. Information, conseil, formation et perfectionnement

A la suite de l'accident nucléaire de Fukushima et la décision du Conseil fédéral d'abandonner l'énergie nucléaire, l'EnDK a publié un document présentant les repères et un plan d'action qui devraient guider le développement de la politique énergétique de la Suisse à l'horizon 2035 [10].

Se basant sur les prescriptions légales en matière d'énergie dans le domaine du bâtiment, l'EnDK a élaboré un premier modèle d'ordonnance en 1992. Ce dernier a été remplacé en 2000 par le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC 2000). Deux révisions ont ensuite eu lieu en 2008 et en 2014. Le MoPEC constitue un ensemble de prescriptions énergétiques élaborées conjointement par les cantons sur la base de leurs expériences en matière d'exécution. Il constitue en quelque sorte le "dénominateur commun" des cantons [11].

La stratégie des cantons prévoit le développement et l'application d'un modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa) dans le cadre du programme SuisseEnergie. En 2003, une première version du ModEnHa a été adoptée, sur lequel le canton de Neuchâtel s'est basé pour définir son programme de promotion. Des modifications ont été apportées au ModEnHa par les cantons en 2007, 2009 et 2015. Le ModEnHa ébauche la structure du modèle d'encouragement harmonisé proposé et décrit ses éléments constitutifs. Il laisse aux cantons une certaine marge de manœuvre permettant de tenir compte de leurs ressources financières ainsi que de leurs priorités en matière de promotion. Le ModEnHa est aujourd'hui mis en œuvre avec succès par un nombre croissant de cantons [12].

2.6 Politiques énergétique et climatique nationales

2.6.1 Décision de sortir de l'énergie nucléaire

A la suite de la catastrophe nucléaire de Fukushima du 11 mars 2011, le Conseil fédéral et le Parlement ont pris la décision de principe d'un abandon progressif de l'énergie nucléaire. Ainsi, les cinq centrales nucléaires existantes devront être mises hors service à la fin de leur durée d'exploitation, sans être remplacées par de nouvelles installations. Avec d'autres changements fondamentaux qui se dessinent depuis de nombreuses années, notamment dans le contexte international de l'énergie, cette décision suppose une transformation radicale du système énergétique suisse d'ici à 2050, ce qui a nécessité une révision de la stratégie énergétique de la Confédération.

Le 9 décembre 2014, le Conseil national a refusé une initiative du parti des Verts prévoyant que les actuelles centrales nucléaires suisses soient arrêtées après 45 ans de fonctionnement. Il en reste donc à la décision d'arrêter Beznau I et II après 60 ans de fonctionnement, soit en 2029 et 2031. Les autres centrales peuvent tourner aussi longtemps que l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) les juge comme sûres. Nous rappelons que les Forces motrices bernoises (BKW) ont déjà annoncé vouloir retirer du réseau la centrale de Mühleberg en 2019.

2.6.2 Stratégie énergétique 2050

Le Conseil fédéral a élaboré la Stratégie énergétique 2050 sur la base de perspectives énergétiques 2035 révisées. Par son message du 4 septembre 2013, il a présenté un premier paquet de mesures visant à garantir à long terme l'approvisionnement énergétique.

Les modèles des nouvelles perspectives d'économie énergétique 2050 distinguent les trois options politiques suivantes:

- Le scénario (de référence) «Poursuite de la politique énergétique actuelle» (PPA), qui est axé sur les mesures, montre quelles seraient la demande et l'offre d'énergie – sur la base de la sortie de l'énergie nucléaire – si tous les instruments, mesures et lois de politique énergétique actuellement en vigueur restaient inchangés jusqu'en 2050, ou étaient tout au plus adaptés au progrès technologique, le cas échéant de manière différée,

- Le scénario «Mesures politiques du Conseil fédéral» (PCF), qui est également axé sur les mesures, montre comment les mesures du premier paquet, destiné à concrétiser la Stratégie énergétique 2050, influenceront la demande en énergie et l'offre d'électricité,
- Le scénario «Nouvelle politique énergétique» (NPE) présente une évolution de la consommation énergétique et de la production électrique de la Suisse jusqu'en 2050, laquelle permet de réduire les émissions de CO₂ pour atteindre 1 à 1,5 tonne par habitant d'ici à 2050. Ce scénario implique des politiques d'efficacité énergétique et de réduction du CO₂ harmonisées sur le plan international et une coopération internationale approfondie dans le domaine de la recherche et du développement.

Les trois variantes d'offre d'électricité suivantes sont utilisées dans les trois scénarios décrits ci-dessus:

- C: le besoin de couverture restant est comblé au moyen de nouvelles centrales à cycles combinés alimentées au gaz (CCC),
- C&E: le besoin de couverture restant est comblé, autant que possible, en renforçant le développement des technologies de production renouvelable; si une lacune subsiste, elle est comblée par de nouvelles CCC,
- E: le besoin de couverture restant est comblé, dans le cadre du développement possible, au moyen des technologies de production renouvelable; si une lacune subsiste, elle est comblée par des importations.

La Stratégie énergétique 2050 vise notamment à réduire la consommation d'électricité et d'énergie finale, à accroître la part des énergies renouvelables et à réduire les émissions de CO₂, sans mettre en péril ni la sécurité d'approvisionnement élevée dont la Suisse a bénéficié jusqu'à présent, ni le caractère peu coûteux de l'approvisionnement énergétique en Suisse.

La Stratégie énergétique 2050 est axée sur les objectifs à moyen et à long terme du scénario "Nouvelle politique énergétique". La demande d'énergie finale à l'horizon 2050 doit être considérablement réduite et les émissions de CO₂ doivent diminuer pour atteindre 1 à 1,5 tonne par habitant d'ici à 2050, dans le cadre d'une politique climatique et énergétique coordonnée sur le plan international.

Les objectifs visés à moyen et long terme (horizons 2035 et 2050) validés par le Conseil national dans la session de décembre 2014 sont les suivants:

- La consommation moyenne d'énergie finale par personne et par an doit diminuer de 43% d'ici 2035 et de 54% d'ici 2050, par rapport à l'an 2000 (année de référence). Cela correspond à une consommation estimée à près de 152 TWh en 2035 et de 125 TWh en 2050. A cet égard, la puissance primaire continue moyenne par personne va elle aussi baisser par rapport à la valeur actuelle comparativement élevée de quelque 6'000 watts. C'est d'abord dans les domaines des transports et de la chaleur que résident les potentiels les plus importants. Par rapport à l'an 2000, les émissions de CO₂ liées à la demande énergétique finale par habitant diminuent de 70% à 1.6 tonne d'ici 2035 et de 84% à 0.9 tonne d'ici 2050,
- La consommation d'électricité moyenne par personne et par an doit diminuer de 13% d'ici 2035 et de 18% d'ici 2050, par rapport à l'an 2000. Cela correspond à une consommation estimée à près de 55 TWh en 2035 et de 53 TWh en 2050,
- La production annuelle moyenne d'électricité issue des nouvelles énergies renouvelables (sans la force hydraulique) doit, dans la mesure du possible, atteindre au moins 14.5 TWh en 2035 et 24.2 TWh en 2050,
- La production annuelle moyenne théorique d'électricité issue de la force hydraulique doit atteindre au moins 37.4 TWh en 2035 et 38.6 TWh en 2050. Concernant les centrales à pompage-turbinage, seule la production à partir de l'eau alimentant naturellement les bassins d'accumulation est prise en compte dans cet objectif.

Les grands axes de la Stratégie énergétique 2050 sont les suivants:

- Réduire la consommation d'énergie et d'électricité avec l'encouragement de la gestion économe de l'énergie en général et de l'électricité en particulier en renforçant les mesures d'efficacité,

- Augmenter la part des énergies renouvelables avec le développement concernant surtout la force hydraulique et les nouvelles énergies renouvelables,
- Assurer la sécurité d'approvisionnement en énergie avec la garantie du libre accès aux marchés de l'énergie internationaux et aux producteurs d'énergie notamment dans le domaine des carburants. Dans la perspective des futures infrastructures de production domestiques et des importations de courant, il est impératif de développer rapidement les réseaux de transport d'électricité et de transformer les réseaux vers des réseaux intelligents («smart grids»). En outre, le réseau suisse doit être raccordé de manière optimale au réseau européen et au futur «super-réseau» («super grid») européen,
- Transformer et développer les réseaux électriques et le stockage d'énergie,
- Renforcer la recherche énergétique,
- Fonction d'exemple de la Confédération, des cantons, des villes et des communes,
- Continuer d'intensifier la coopération internationale dans le domaine de l'énergie.

Dans ce contexte, le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) a élaboré un premier paquet de mesures reposant sur les principes constitutionnels actuels en vue de mettre en œuvre la Stratégie énergétique 2050.

La Figure 14 illustre l'évolution de la consommation d'énergie finale et d'électricité attendue selon le scénario envisagé, ainsi que la contribution du premier paquet de mesures aux objectifs à long terme (horizon 2050).

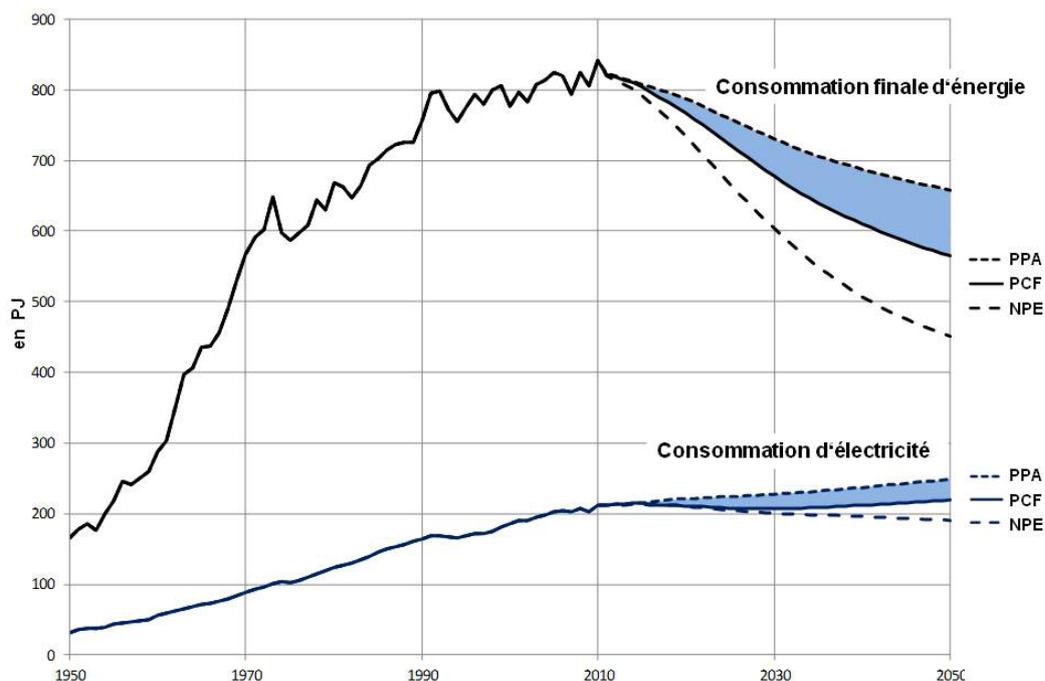


Figure 14: Consommation d'énergie finale et d'électricité en Suisse de 1950 à 2050 pour les scénarios PPA, PCF et NPE. Les parties en bleu correspondent aux économies réalisables grâce au paquet de mesures du Conseil fédéral par rapport au scénario PPA⁷. Source: [8]

Concernant les étapes futures, la Stratégie énergétique 2050 prévoit une réorientation stratégique à moyen terme de la politique énergétique, conjointement au développement de la politique climatique. Dans une seconde étape de la Stratégie énergétique 2050, le système d'encouragement existant (actuellement composé du supplément perçu sur le réseau électrique pour l'encouragement de la production d'électricité à base d'énergies renouvelables et de l'affectation partielle de la taxe sur le

⁷ La consommation d'énergie représentée dans le graphique élaboré par la Confédération est exprimée en Péta Joule (1 PJ = 3'600 GWh), mais plus que le détail des chiffres c'est l'indication de l'évolution attendue en fonction des trois scénarios étudiés qui est intéressant dans cette figure.

CO₂ pour le programme d'assainissement des bâtiments) doit être remplacé par un système incitatif. Le Conseil fédéral a adopté le 28 octobre 2015 le message relatif à un système incitatif en matière climatique et énergétique et l'a transmis au Parlement. Le Conseil fédéral suggère d'inscrire dans la Constitution cette décision de principe afin de conférer à celle-ci une forte légitimité démocratique. Il propose un nouvel article constitutionnel concernant une taxe climatique et une taxe sur l'électricité, ainsi que des dispositions transitoires réglant l'abandon progressif des subventions et le passage à un système d'incitation.

La taxe sur le CO₂ actuelle et le supplément perçu sur le réseau électrique pour financer la rétribution à prix coûtant doivent être réunis sous la forme d'une taxe sur l'énergie à partir du 1^{er} janvier 2021. Une partie des recettes de la taxe sur l'énergie peut servir, pendant la phase transitoire, à continuer de financer les instruments promotionnels existants (en particulier la rétribution à prix coûtant et le Programme Bâtiments). Le reste sera redistribué de manière forfaitaire. En fonction de la réalisation des objectifs, le mode de promotion actuel doit être réduit progressivement et la taxe sur l'énergie doit intervenir lors de la deuxième étape de la Stratégie énergétique 2050 comme un instrument purement incitatif, dépourvu d'affectation obligatoire à des mesures de soutien. Lors de la phase de transition, la prévisibilité et la sécurité des investissements doivent être garanties au plus haut point en tout temps.

2.6.3 Politique climatique de la Suisse

La Suisse mène une politique active en faveur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle apporte sa contribution à l'objectif international consistant à limiter le réchauffement à 2 degrés. Dans la première période d'engagement du Protocole de Kyoto (2008-2012), la Suisse s'était engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 8% par rapport au niveau de 1990. La loi sur le CO₂ de 1999 fixait des objectifs de réduction des émissions de CO₂ dues aux combustibles et aux carburants.

La nouvelle loi sur le CO₂, entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2013, se rattache au même principe.

- Elle fixe une réduction des émissions de gaz à effet de serre en Suisse d'au moins 20% d'ici 2020 par rapport à 1990, ce qui correspond à une réduction d'environ 11 millions de tonnes d'équivalent CO₂,
- Elle prévoit principalement des mesures sur les combustibles et les carburants fossiles mais prend également en compte d'autres gaz à effet de serre importants, outre le CO₂,
- Elle attribue à la Confédération un rôle de coordinateur dans le processus d'adaptation aux changements climatiques.

Pour atteindre l'objectif de réduction fixé, il faut continuer d'appliquer les instruments prévus par la loi sur le CO₂ de manière cohérente et les renforcer ponctuellement. Le DETEC élaborera d'ici à mi-2016 un projet de texte législatif dont les grands axes seront les suivants:

- Une taxe sur le CO₂ prélevée sur les combustibles, le montant étant fixé à l'avance en fonction des objectifs intermédiaires (avec des mesures d'allègement pour l'économie),
- Un système d'échange de quotas d'émission pour les branches à forte émission de gaz à effet de serre, ainsi que des engagements de réduction de la part des entreprises exemptes de la taxe sur le CO₂,
- L'étude de l'introduction de prescriptions techniques dans le domaine du bâtiment; l'atténuation progressive des mesures d'incitation (Le Programme Bâtiments) à partir de 2020, puis leur abandon,
- Un renforcement des prescriptions concernant les nouveaux modèles de voitures de tourisme et de véhicules utilitaires légers en phase avec les développements au sein de l'UE,
- Une obligation pour les importateurs de carburants de compenser une partie des émissions de CO₂ dues au trafic par des mesures prises en Suisse et, le cas échéant, à l'étranger,
- L'étude d'une taxe sur le CO₂ prélevée sur les carburants comme mesure subsidiaire si les autres instruments se révèlent insuffisants, en tenant compte des impôts déjà applicables,
- La poursuite du développement de la stratégie d'adaptation aux changements climatiques [13].

En vue de la conférence sur le climat de Paris (COP21) de décembre 2015, le Conseil fédéral a annoncé le 27 février 2015 vouloir réduire les émissions de gaz à effet de serre de 50% par rapport à 1990 et cela d'ici 2030. Selon le Conseil fédéral, cet objectif de réduction tient compte de la responsabilité de la Suisse dans le réchauffement climatique, ainsi que du potentiel et du coût des mesures de réduction en Suisse et dans le monde durant la période 2020-2030.

A l'issue de la COP21 qui s'est déroulée du 30 novembre au 12 décembre 2015, les 195 Etats réunis à Paris ont adopté un accord les engageant et qui vise à limiter le réchauffement climatique bien en-deçà des deux degrés. La Suisse s'est réjouie de cette issue et considère que cet accord est une base solide contenant des éléments différenciés, durables et dynamiques. Les objectifs nationaux annoncés devront maintenant être confirmés, réalisés et contrôlés.

2.7 Stratégies énergétiques d'autres cantons

Plusieurs cantons ont établi leur stratégie afin de répondre aux défis énergétiques et climatiques futurs. Les résumés des stratégies et planifications énergétiques des cantons du Jura [14], Genève [15], Valais [16], Vaud [17], Fribourg [18], [19] et Berne [20] sont présentés ci-après en ordre antichronologique (du plus récent au plus ancien).

Canton	Nom du document (publication)	Principes	Objectifs	Mise en œuvre
Jura	Conception cantonale de l'énergie et plan de mesures 2015-2021 (2015)	<ul style="list-style-type: none"> - Sortie du nucléaire - Autonomie énergétique maximale 	<p>A l'horizon 2035</p> <ul style="list-style-type: none"> - Economiser 140 GWh_{él}/an et 270 GWh_{th}/an, ce qui représente près de 30% de la consommation actuelle, pour l'électricité comme pour la chaleur - Augmenter la production d'électricité de 340 GWh_{él}/an et de chaleur de 300 GWh_{th}/an - Atteindre une autonomie énergétique de 65% pour l'électricité et de 60% pour la chaleur 	<p>Plan de mesures de 2015 à 2021 réparties dans les catégories actions transversales, production d'énergie et économie d'énergie</p>
Genève	Conception générale de l'énergie (2013)	<ul style="list-style-type: none"> - Atteindre la société à 2000 W sans nucléaire le plus rapidement possible - Réduire la consommation d'un facteur 3 - Multiplier par 3 la part du renouvelable = transformation radicale d'une société bâtie sur le pétrole 	<p>Des jalons 2020 et 2035 en adéquation avec la stratégie 2050 du Conseil fédéral</p> <p>Réduire la consommation énergétique annuelle par personne par rapport au niveau de l'an 2000:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de 15% d'ici 2020 - de 35% d'ici 2035 <p>Exploiter les sources renouvelables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Doubler la production photovoltaïque tous les 5 ans - Réaliser le barrage de Conflan - Valoriser l'énergie thermique du territoire (géothermie, eau du Lac, solaire thermique, biomasse, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Poursuivre la mise en œuvre de la loi sur l'énergie - Déclencher les investissements dans la rénovation du bâti - Accélérer les changements de comportement - Valorisation énergétique du territoire par des grands projets - Passer d'une structure d'approvisionnement importé à des infrastructures alimentées en énergies locales - Prévoir aujourd'hui l'utilisation à large échelle du lac et de la géothermie profonde

Valais	Stratégie "Efficacité et approvisionnement en énergie" (2013)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Efficacité énergétique 2. Energies renouvelables 3. Rejets de chaleur 4. Transport et distribution 5. Stockage 6. Information, formation, recherche 7. Maîtrise des activités dans la chaîne de valeur énergétique 	<p>Objectifs 2020 influencés par ceux du scénario Mesures politiques du Conseil fédéral de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consommation d'énergie fossile sans la consommation de la grande industrie: -18.5% - Consommation d'électricité sans la consommation de la grande industrie: stabilisation - Production d'énergie renouvelable et valorisation des rejets de chaleur: +1'400 GWh 	<p>Trente-trois lignes directrices – comme par exemple diminuer la consommation d'énergie globale grâce à la modification du comportement ou à la rénovation des bâtiments, recourir aux énergies renouvelables pour couvrir les besoins en chaleur des bâtiments ou informer la population de manière plus systématique et plus approfondie – précisent les piliers de la stratégie</p>
Vaud	Conception cantonale de l'énergie (2011)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Approvisionnement énergétique économique et compatible avec les impératifs de la protection de l'environnement 2. Utilisation économe et rationnelle de l'énergie dans les domaines du bâtiment et des transports 3. Recours accru aux énergies renouvelables indigènes 4. Promotion des techniques énergétiques efficaces et respectueuses de l'environnement 5. Information et conseils à l'intention du grand public et dans les écoles 6. Formation à l'attention des professionnels et dans les hautes écoles 7. Exemplarité des collectivités publiques 8. Mesures incitatives financières et institutionnelles 	<p>La conception directrice de l'énergie ne fixe pas d'objectifs énergétiques, mais fournit uniquement les outils nécessaires à l'atteinte des objectifs fixés dans le cadre des programmes de législation. Ces derniers visent notamment l'augmentation de la part d'énergie renouvelable de 6.1% en 2004 à 7.5% en 2012 puis 10% en 2020 et 20% à l'horizon 2050. Un effort important de réduction des émissions de CO₂ est également prévu.</p>	<p>Des objectifs découlent une série d'actions prioritaires présentées dans 51 fiches classées dans les catégories suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Approvisionnement - Bâtiment - Consommation - Distribution - Education, information, formation - Financement - Global/transversal

Fribourg	Planification énergétique (2008-2009)	<ul style="list-style-type: none"> - La «société à 2000 watts» est un objectif à atteindre à très long terme (ordre de grandeur 2100) - La garantie de l’approvisionnement énergétique est d’une importance capitale pour le développement du canton - L’Etat et les communes doivent définir et appliquer une politique énergétique responsable et tournée vers l’avenir, ainsi que jouer un rôle d’exemplarité dans ce cadre 	L’objectif est d’économiser (ou compenser par une production renouvelable) 1’000 GWh par an de chaleur et 550 GWh par an d’électricité, sur une première période de vingt ans. Avec les mesures proposées, le canton de Fribourg pourrait réaliser la «société à 4000 watts en 2030».	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité énergétique - Encouragement des énergies renouvelables - Mobilité - Application du MoPEC 2008 - Exemplarité des collectivités publiques - Information et formation - Mesures procédurales
Berne	Stratégie énergétique (2006)	<p>Vision de la «société à 2000 watts» - Principes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Approvisionnement suffisant en énergie 2. Protection du climat conformément à la politique de la Confédération et en coordination avec les autres cantons 3. Anticipation des augmentations de prix des vecteurs d’énergie fossile dues au marché 4. Principe du développement durable pour peser judicieusement les intérêts en tenant compte de tous les principaux enjeux 5. Le Conseil-exécutif fait un usage réfléchi de sa marge de manœuvre 6. Utiliser les forces de l’économie de marché 7. Système cohérent avec les autres stratégies importantes du canton 	<p>Production de chaleur: renouvelable à 70%</p> <p>Production de carburant: issue de la biomasse à 5%</p> <p>Production d’électricité: renouvelable à 80%, pas de recours à l’atome, accroissement de l’efficacité</p> <p>Utilisation de l’énergie: diminution de 20% du besoin en chaleur, efficacité énergétique accrue dans l’industrie, le commerce et l’artisanat</p> <p>Développement territorial: plan directeur d’approvisionnement cantonal, plans directeurs de l’énergie pour les communes</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Production de chaleur - Carburants - Production d’électricité - Utilisation de l’énergie - Développement territorial - Sécurité de l’approvisionnement - Stratégie de propriétaire pour les participations dans les entreprises de production ou de fourniture d’énergie

3 SITUATION ACTUELLE DU CANTON

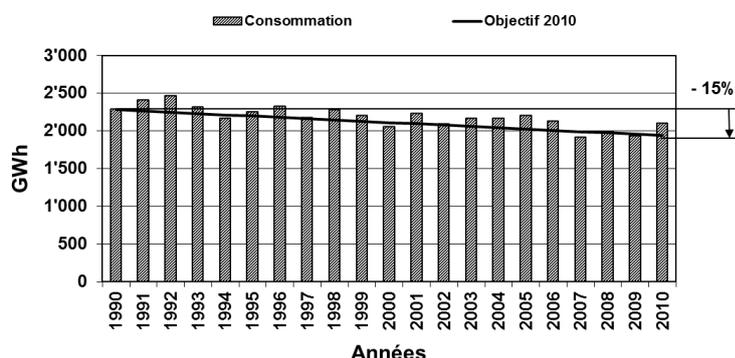
Dans la première section du présent chapitre, l'évolution de la situation énergétique du canton jusqu'à l'année 2010 est présentée. Cet horizon est celui qui était fixé dans le cadre de la dernière conception directrice de 2006. Les données concernant la situation jusqu'en 2014 (statistiques les plus récentes à disposition) sont présentées dans la section 3.2. Les méthodologies et les hypothèses de calcul des consommations et productions d'énergie dans le canton sont présentées dans l'Annexe 2.

3.1 Bilan de la période couverte par la dernière conception directrice de 2006

Le suivi des statistiques cantonales de l'énergie de 1990 (ou 2000 pour certains indicateurs)⁸ à 2010 montre que les objectifs fixés dans le cadre de la dernière conception directrice n'ont été que partiellement atteints (cf. Tableau 2, Box-Récapitulatif 2 et [21]). Durant la période 2006 à 2010, une grande partie de la législation de détail a été révisée. Les principales mesures citées dans la conception directrice de 2006 ont été mises en œuvre avec notamment la mise en place au niveau fédéral depuis 2010 d'un programme d'encouragement à la rénovation des bâtiments (Le Programme Bâtiments). Sur le plan intercantonal, le Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC) – Edition 2008 a été publié et les mesures de promotion ont été harmonisées avec la publication du Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa 2009). Les mesures de promotion dans le domaine de l'énergie ont bénéficié du soutien financier de la Confédération, sous la forme de contributions annuelles globales accordées aux cantons pour leur propre programme de subventions.

Une analyse de l'évolution de la situation énergétique cantonale pendant la période couverte par la dernière conception directrice de l'énergie (de 1990/2000 à 2010) extraite des statistiques cantonales de l'énergie est présentée dans le tableau ci-dessous:

Consommation de chaleur fossile



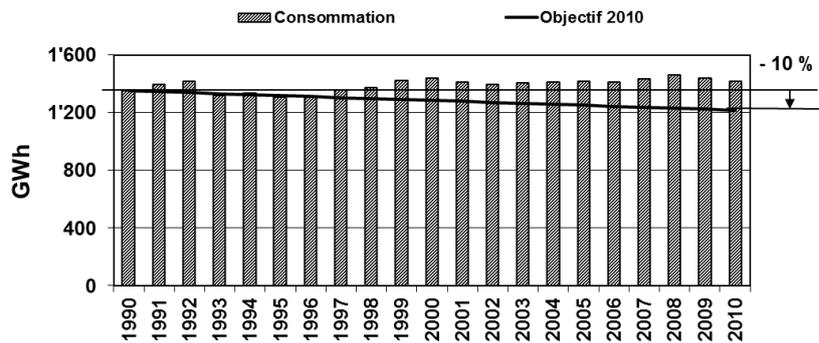
La consommation de chaleur fossile (combustibles⁹, gaz et charbon) s'élevait à 2'101 GWh en 2010 alors que l'objectif était fixé à 1'939 GWh. Il faut toutefois souligner le fait que la consommation a diminué de 8% entre 1990 et 2010 (au lieu des 15% prévus), ce qui représente quand même une évolution encourageante, d'autant plus que 2010 a été une année particulièrement froide. Cette tendance est principalement due à la diminution importante de consommation des combustibles pétroliers (principalement le mazout pour le chauffage des bâtiments) et devrait se confirmer, voire s'accroître, dans les années à venir.

mation des combustibles pétroliers (principalement le mazout pour le chauffage des bâtiments) et devrait se confirmer, voire s'accroître, dans les années à venir.

⁸ Les années de référence ont été fixées dans le cadre de la dernière conception directrice et ne sont pas modifiées ici. Par contre, une harmonisation est effectuée dans le cadre de la présente conception directrice.

⁹ La méthodologie de calcul de la consommation des combustibles pétroliers et des carburants ne sera pas réévaluée dans le cadre de la présente conception directrice, mais le sera dans les années à venir.

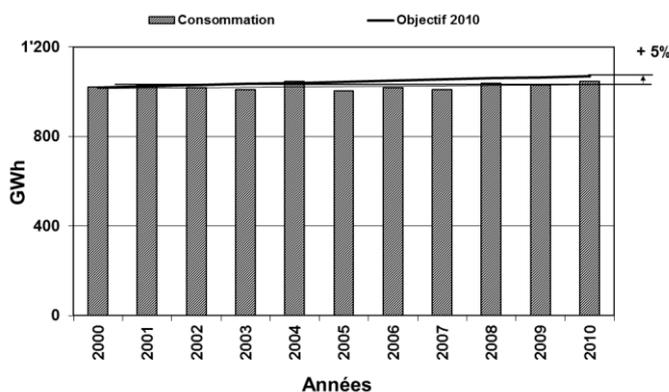
Consommation de carburant



La consommation de carburant s'élevait à 1'418 GWh en 2010, alors que l'objectif était fixé à 1'217 GWh. Au lieu de diminuer de 10% par rapport à 1990 comme prévu, elle a augmenté de 5%, ce qui représente une évolution peu réjouissante. Cette tendance, constatée également au niveau suisse avec l'augmentation du trafic

individuel motorisé (y compris le tourisme à la pompe), montre clairement la difficulté à diriger ce secteur, avec le cadre législatif fédéral actuel, vers une utilisation plus rationnelle et durable de l'énergie.

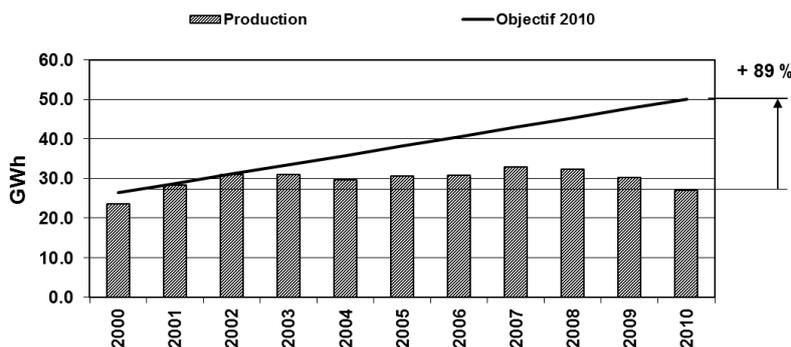
Consommation d'électricité



La consommation d'électricité s'élevait à 1'045 GWh en 2010 alors que l'objectif était fixé à 1'070 GWh. L'augmentation limitée à 3% par rapport à 2000 représente une évolution positive en comparaison au maximum de 5% prévu. Compte tenu notamment de la transition énergétique prônée par le Conseil fédéral, des efforts supplémentaires devront être consentis dans les années à venir afin d'inverser la tendance vers une diminution de la consommation, ou du moins une stabilisation de celle-ci malgré une tendance vers une plus forte électrification

de notre société.

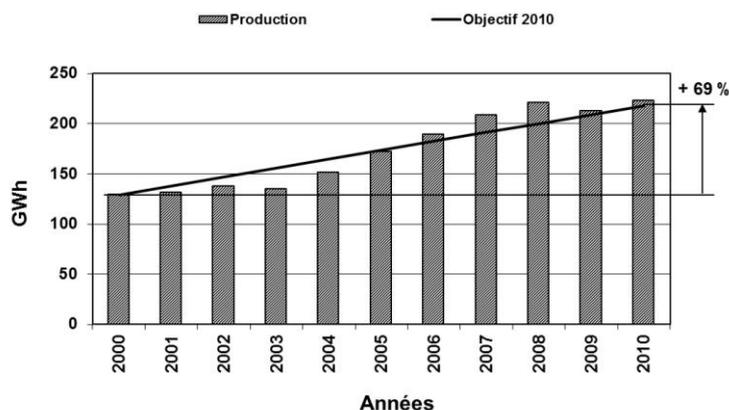
Production d'électricité renouvelable (sans hydroélectricité)



La production d'électricité renouvelable (sans les centrales hydrauliques) s'élevait à 27 GWh en 2010 alors que l'objectif était fixé à 50 GWh. Une augmentation de seulement 2% est constatée entre 2000 et 2010 au lieu de 89% comme prévu, ce qui représente une évolution très décevante. Pratiquement dans sa totalité, la production supplé-

mentaire manquante pour l'atteinte de l'objectif fixé concerne l'énergie éolienne, compte tenu du fait qu'aucun site n'est en service à ce jour. Pour rappel, le potentiel éolien représente annuellement plus de 200 GWh, donc si seulement 10% du potentiel avait été réalisé, l'objectif aurait été atteint. Afin de redresser la barre dans les années à venir, la mise en service d'un ou plusieurs sites éoliens serait souhaitable. Dans le cas contraire, il faudra prévoir une production accrue dans les technologies déjà exploitées (solaire photovoltaïque, biogaz et incinération des ordures) ou bien le recours à d'autres technologies pas encore exploitées (p.ex. la géothermie profonde).

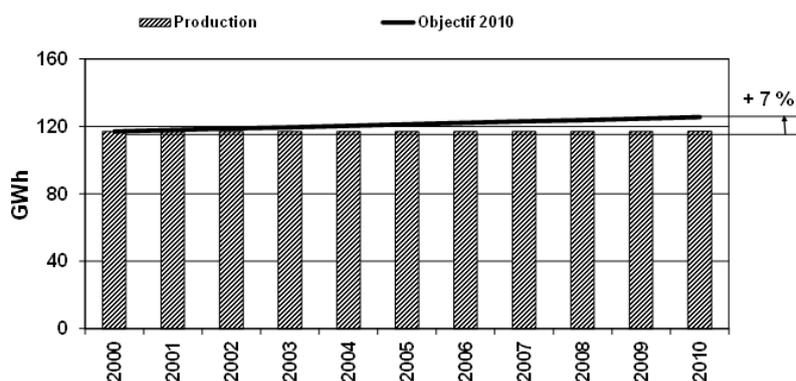
Production de chaleur renouvelable



La production de chaleur renouvelable s'élevait à 223 GWh en 2010, alors que l'objectif était fixé à 218 GWh. Une augmentation de 73% est constatée entre 2000 et 2010 au lieu de 69% comme prévu, ce qui représente une évolution réjouissante. Cette dernière est notamment due à une production nettement plus importante que prévu de chaleur soutirée à l'environnement et de celle produite à partir d'installations au bois, ainsi qu'à une production légèrement plus importante que prévue par les installations solaires

thermiques et au biogaz. Par contre, la production de chaleur par des usines d'incinération des ordures est légèrement inférieure à l'objectif fixé. Cette tendance est complémentaire à la diminution importante de consommation des combustibles pétroliers (principalement le mazout pour le chauffage des bâtiments) et devrait se confirmer, voire s'accroître, dans les années à venir.

Production d'hydroélectricité



La production d'hydroélectricité (théorique en fonction de la puissance installée) s'élevait à 117 GWh en 2010, alors que l'objectif était fixé à 126 GWh. Une augmentation minimale de 0.1% de la production théorique en fonction de la puissance installée est constatée entre 2000 et 2010 au lieu de 7% comme prévu, ce qui représente une évolution décevante. La production supplémentaire manquante est due au fait

qu'aucune nouvelle installation n'a été mise en service et qu'aucune installation actuelle n'a été améliorée. Des efforts supplémentaires devront être consentis dans les années à venir afin de pouvoir concrétiser des projets pour atteindre l'objectif fixé. La production effective d'hydroélectricité a suivi une évolution irrégulière entre 2000 et 2010 due vraisemblablement aux aléas climatiques et météorologiques (pluviométrie), ainsi qu'aux entretiens des installations de production par les exploitants.

Tableau 2: Evolution et objectifs au niveau de la consommation d'énergie fossile et électrique ainsi que de la production d'énergies renouvelables dans le canton entre 1990/2000 et 2010. Source: [21]

	Objectif		Effectif	
	en 2010	évolution	en 2010	évolution
Consommation		depuis 1990		depuis 1990
Chaleur fossile (combustibles, gaz et charbon)	1'939 GWh	-15%	2'101 GWh	-8% ☹
Carburants	1'217 GWh	-10%	1'418 GWh	+5% ☹
		depuis 2000		depuis 2000
Électricité	1'070 GWh	+5%	1'045 GWh	+3% ☺
Production		depuis 2000		depuis 2000
Électricité renouvelable (sans les centrales hydrauliques)	50 GWh	+89%	27 GWh	+2% ☹
Chaleur renouvelable	218 GWh	+69%	223 GWh	+73% ☺
Hydroélectricité (théorique en fonction de la puissance installée)	126 GWh	+7%	117 GWh	+0.1% ☹

Box-Récapitulatif 2: Section 3.1 "Bilan de la période couverte par la dernière conception directrice de 2006"

3.2 Consommation et production d'énergie dans le canton

3.2.1 Consommation d'énergie finale

Depuis 2000, la consommation énergétique finale du canton de Neuchâtel tend à se stabiliser tout en affichant des variations annuelles imputables notamment à l'évolution des conditions météorologiques et économiques (cf. Figure 15). Elle s'est élevée à 4'494 GWh en 2014. Les chiffres en détail et des graphiques supplémentaires concernant la présente section sont consultables dans l'Annexe 2 (voir aussi les statistiques cantonales de l'énergie [22]).

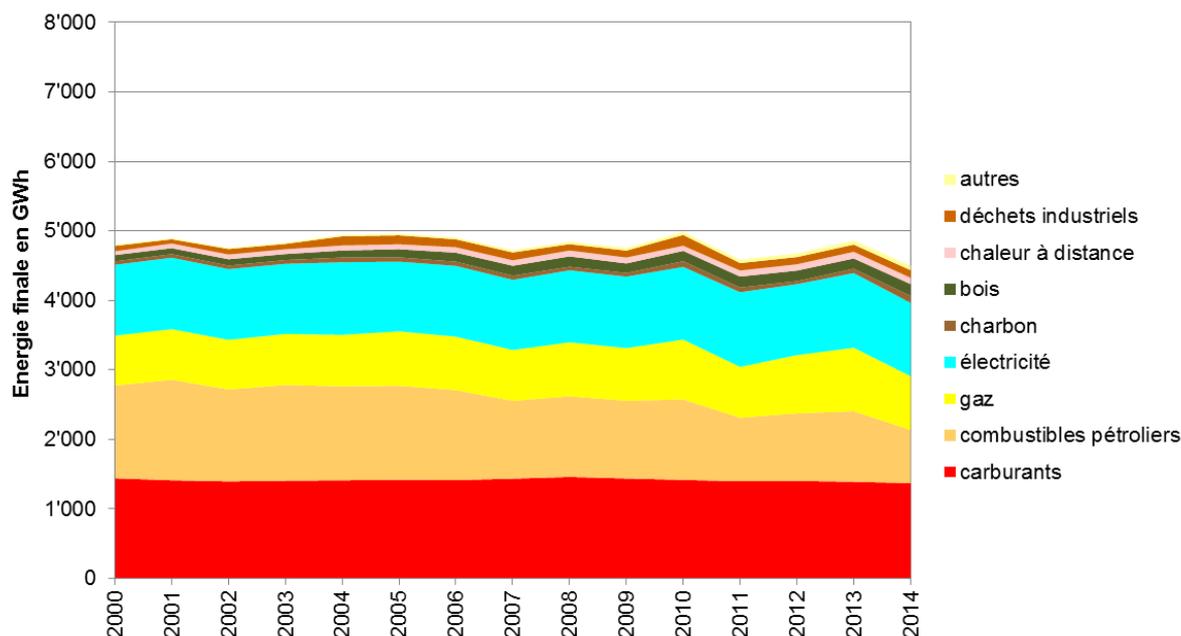


Figure 15: Evolution de la consommation totale d'énergie finale selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]

Comme au niveau national, 2014 a été une année "chaude" par rapport à la moyenne des 25 dernières années (degrés-jours de 13% inférieurs à la moyenne 1990-2014). La population résidente permanente, le produit intérieur brut, le parc immobilier et le nombre de véhicules à moteurs ont poursuivi leur croissance.

Une comparaison intéressante peut être faite entre la Figure 15 présentant l'énergie finale et la Figure 20 présentant l'énergie primaire (raison pour laquelle l'échelle verticale du premier graphique est surdimensionnée allant jusqu'à 8'000 GWh). En outre, l'évolution des émissions de GES par agent énergétique sont représentées dans la Figure 21.

La répartition de la consommation d'énergie finale selon les principaux agents énergétiques en 2014 se présente de la manière suivante: les carburants représentent 31% de la consommation globale, l'électricité 23% (dont 56% de sources renouvelables, cf. paragraphe dédié à l'électricité juste après la Figure 17), les combustibles pétroliers 17% (essentiellement du mazout), le gaz naturel 17%, les combustibles renouvelables ou les déchets industriels 10% et le charbon 2%. En d'autres termes, le canton utilise environ 77% d'énergies non renouvelables et 23% d'énergies provenant de sources renouvelables (produites sur le territoire cantonal ou hors canton).

Pour l'année 2014, l'estimation de la répartition par groupe de consommateurs sur la base des données disponibles attribue environ 37% de la consommation totale d'énergie aux ménages, 31% aux transports, 22% à l'industrie et 10% aux services.

Dans le cadre de la présente conception directrice, la consommation énergétique globale est répartie dans les formes d'énergie suivantes (basé sur la répartition proposée dans [4]): combustibles, électricité et carburants. En 2014, les combustibles (combustibles pétroliers, gaz, charbon, déchets industriels, ordures, bois, chaleur de l'environnement, solaire thermique et biogaz) représentaient 47% de la consommation totale, suivie par les carburants (essence, diesel et kérosène) avec 30% et l'électricité (toutes sources de production et toutes utilisations confondues) avec 23%.

Les consommations de combustibles et de carburants affichent une tendance à la stabilisation, voire à une diminution depuis 2000 (avec d'importantes variations d'une année à l'autre en fonction notamment des conditions climatiques pour la première), tandis que celles d'électricité continuent d'afficher une croissance constante, même si moins importante que par le passé (cf. Figure 16).

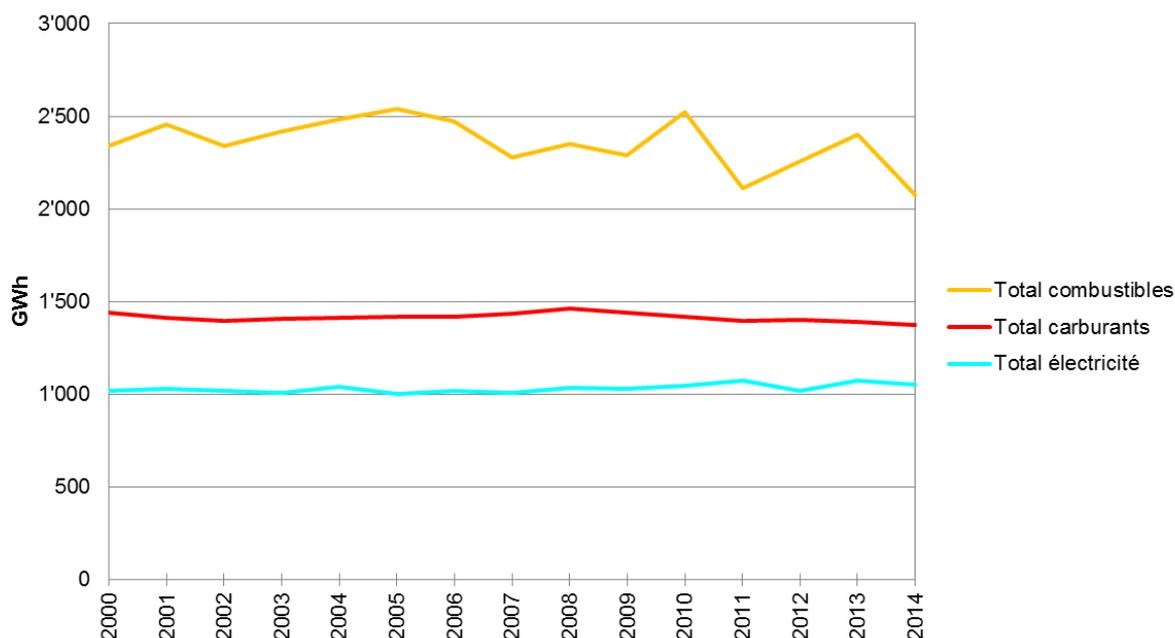


Figure 16: Evolution de la consommation finale selon les formes d'énergie dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]

La consommation de combustibles pour le chauffage des bâtiments et de l'eau chaude sanitaire (ECS) ainsi que pour les processus industriels s'est élevée à 2'070 GWh en 2014. Les mêmes

remarques à propos de la consommation de combustibles et de son évolution formulées au niveau national (cf. section 2.2.1) peuvent être faites pour le canton de Neuchâtel.

Concernant la part des énergies fossiles (combustibles pétroliers, gaz et charbon) sur le total de combustibles consommés dans le canton de Neuchâtel, elle s'élève à 80% comme représenté dans la Figure 17. Si d'un côté, la consommation de mazout suit une tendance réjouissante à la baisse depuis plusieurs années, de l'autre, la consommation de gaz naturel semble repartir à la hausse après une stabilisation constatée dans les années 2000. Ces informations montrent la taille de l'enjeu prévoyant la diminution de la consommation d'énergies fossiles et de leur substitution par des énergies renouvelables indigènes.

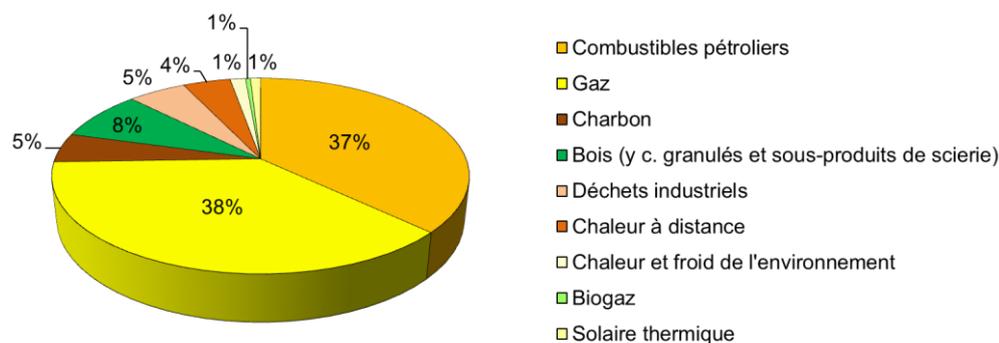


Figure 17: Répartition de la consommation de combustibles selon les agents énergétiques dans le canton de Neuchâtel en 2014. Source: [22]

La consommation d'électricité pour le chauffage des bâtiments et de l'ECS (direct ou grâce à des pompes à chaleur), pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification des locaux, pour les installations et appareils électriques dans les bâtiments, pour les processus industriels, pour l'éclairage public ainsi que pour la mobilité s'est élevée à 1'055 GWh en 2014.

Après une augmentation importante et constante de la consommation d'électricité pendant plusieurs décennies, une tendance au ralentissement de la croissance est constatée depuis la fin des années 1990. Par contre, une réelle inversion de la tendance n'est pour l'instant pas perceptible (cf. Figure 16). Les trois facteurs majeurs qui influencent la consommation d'électricité sont la croissance économique, l'évolution démographique et la météo. Cette dernière joue pour l'instant un rôle mineur dans le canton vu que la part des chauffages électriques est très faible. Par contre, une utilisation accrue de la climatisation en été due au réchauffement climatique pourrait avoir un effet sur la consommation d'électricité dans les années à venir.

Selon les statistiques cantonales de l'énergie [22], l'électricité consommée dans le canton en 2014 est issue à 37% de sources vérifiables (25% d'énergie hydraulique, 5% d'énergie nucléaire, 0.3% de sources fossiles et 7% des nouvelles énergies renouvelables et des déchets) et à 63% de sources non vérifiables. La méthodologie et les hypothèses de calcul sont présentées dans l'Annexe 2.

La répartition des besoins en électricité par catégorie de consommateurs est la suivante: industrie, arts et métiers (47%), ménages (30%), services y compris agriculture et éclairage public (21%) et transports (2%).

La consommation de carburants (essence et diesel¹⁰) affiche une certaine stabilisation depuis 2000 dans le canton de Neuchâtel, comme on peut le constater dans la Figure 16. Elle s'élevait en 2014 à 1'370 GWh. Selon les enquêtes auprès des distributeurs, la part du diesel (50%) s'est hissée au même niveau de celle de l'essence.

3.2.2 Production d'énergies renouvelables indigènes

La production renouvelable indigène comprend l'ensemble de la production d'énergies renouvelables réalisée sur le territoire cantonal. Les agents énergétiques disponibles dans le canton de Neuchâtel

¹⁰ Contrairement à ce qui est fait au niveau national, les carburants d'aviation ne sont pas considérés dans les statistiques cantonales de l'énergie.

sont le bois-énergie, la force hydraulique, les ordures ménagères¹¹, le solaire thermique et photovoltaïque, la chaleur et le froid de l'environnement et le biogaz¹².

Une partie de cette production n'est pas consommée dans le canton mais est vendue en dehors par exemple via Swissgrid ou autres bourses solaires.

Comme on peut l'observer dans la Figure 18, la production annuelle d'énergies renouvelables indigènes (tous agents énergétiques confondus) affiche une claire tendance à la hausse depuis 2000. Il faut toutefois relever que notamment l'apport de l'hydroélectricité, mais aussi du bois énergie et des ordures ménagères est très inconstante. Les importantes variations d'une année à l'autre, sans modification notable du parc de production, dépendent de facteurs externes comme les conditions d'exploitation, les conditions climatiques, la pluviométrie et la disponibilité de combustible. Une croissance réjouissante au niveau des autres énergies renouvelables (pompes à chaleur, biogaz ainsi que solaire thermique et photovoltaïque) est en outre à constater.

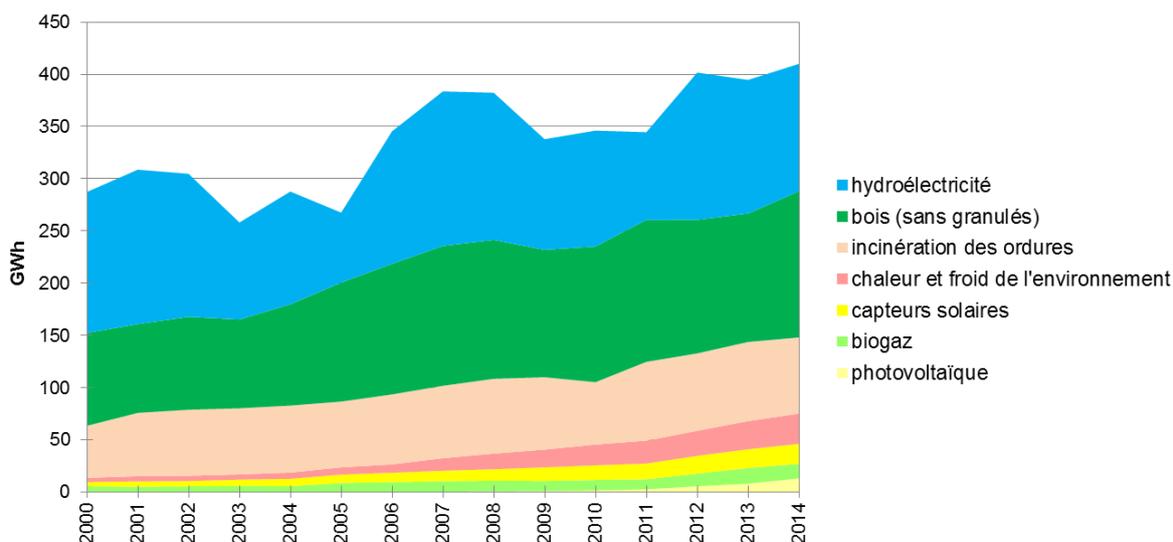


Figure 18: Evolution de la production indigène d'énergies renouvelables selon les agents énergétiques dans le canton de Neuchâtel entre 2000 et 2014. Source: [22]

En 2014, la production d'énergies renouvelables indigènes s'est située à 410 GWh. Au niveau de la répartition par agent énergétique, on peut constater une contribution par rapport à la production totale s'élevant à 34% pour le bois-énergie, 30% pour la force hydraulique et 18% pour la partie renouvelable des ordures ménagères. Le reste est réparti entre la chaleur de l'environnement (7%), les capteurs solaires thermiques (5%), le biogaz (3%) et les panneaux photovoltaïques (3%).

3.2.3 Consommation d'énergie finale par habitant et part des énergies renouvelables produites par rapport à la consommation totale d'énergie finale

Comme pour le niveau national, les deux indicateurs montrant l'évolution de la consommation annuelle d'énergie finale par habitant et la part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale sont calculés (cf. Figure 19). Depuis 2000, une tendance à la diminution de la consommation annuelle d'énergie finale par habitant peut être relevée atteignant 25'430 kWh en 2014. Ce niveau de consommation est d'environ 9% plus faible par rapport à la moyenne suisse (cf. Figure 8), notamment à cause de la structure territoriale et industrielle moins consommatrices d'électricité.

Concernant la part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale, elle affiche une tendance à la hausse en atteignant 9.1% en 2014 à comparer aux 28% en Suisse, ce qui peut notamment s'expliquer par une production

¹¹ Sur la part de production due aux ordures ménagères, seulement le 50% peut être considéré comme renouvelable.

¹² Le biogaz peut directement être injecté dans les réseaux de gaz naturel ou bien de l'électricité et de la chaleur peuvent être produites grâce à un système de couplage chaleur-force (CCF).

hydroélectrique dans le canton nettement inférieure à la moyenne nationale. Les variations annuelles sont essentiellement dues au caractère inconstant de la production hydroélectrique fortement dépendante de la pluviométrie, ainsi qu'aux variations de la consommation totale qui est notamment influencée par les conditions climatiques et économiques.

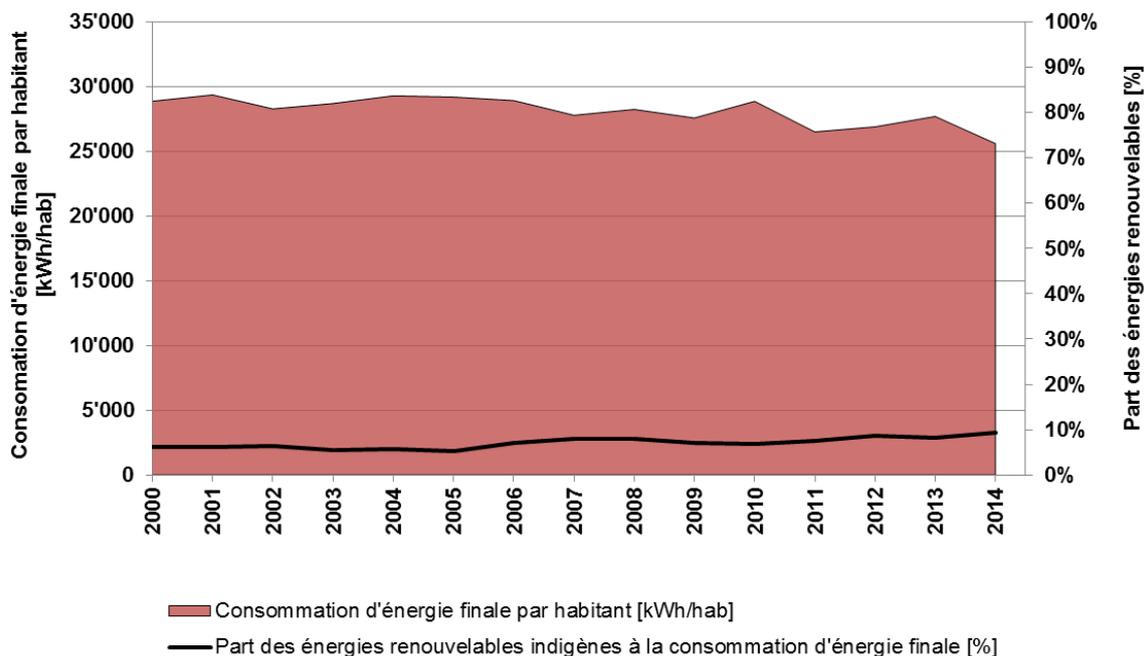


Figure 19: Evolution de la consommation d'énergie finale par habitant (kWh/hab.) et de la part des énergies renouvelables indigènes (%) dans le canton de Neuchâtel entre 2000 et 2014. Source: [22]

Comme mentionné pour le niveau national, les principaux facteurs qui influencent la consommation d'énergie dans le canton sont les degrés-jour – indicateur de la rigueur du climat – dans l'immédiat et, plus à long terme, la croissance économique représentée par le produit intérieur brut (PIB) et la croissance démographique. Ces dernières ont des effets sur la production industrielle ainsi que sur l'effectif des logements et des véhicules à moteur. Une évaluation détaillée au niveau cantonal n'est pas prévue à ce stade.

3.2.4 Consommation d'énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre

Les trois premiers paragraphes de la section 2.2.4 présentant la situation au niveau national sont également valables pour le canton de Neuchâtel.

Au niveau du canton, la consommation globale d'énergie primaire s'est élevée en 2014 à 6'841 GWh. Les causes de ce bas niveau de consommation sont celles expliquées dans la section 3.2.1 concernant l'énergie finale. La comparaison entre l'évolution de la consommation d'énergie finale (cf. Figure 15) et celle d'énergie primaire (cf. Figure 20) selon les agents énergétiques montre qu'elles suivent un chemin relativement parallèle. Par contre, on peut remarquer l'impact très important de la consommation d'électricité exprimée en énergie primaire avec le mix actuel qui comporte 63% de sources non vérifiables considérées comme mix REGRT-E (Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport d'électricité). Ce dernier est essentiellement composé d'électricité fossile et nucléaire.

Les émissions globales de GES se sont élevées en 2014 à 1'261'650 t CO₂-éq. Ce bas niveau d'émissions est essentiellement dû à la forte réduction de la consommation de combustibles pétroliers. Comme on peut le voir dans la Figure 21, l'impact le plus important au niveau des émissions de GES est causé par l'électricité (63% de source non vérifiable), ainsi que les combustibles et les carburants fossiles.

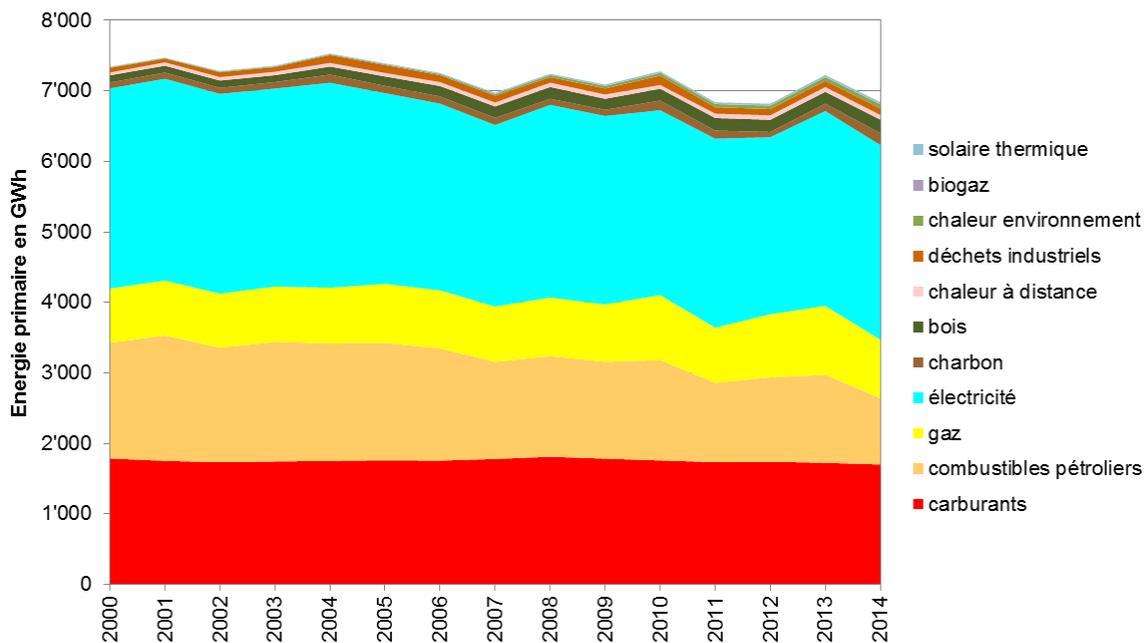


Figure 20: Evolution de la consommation d'énergie primaire selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]

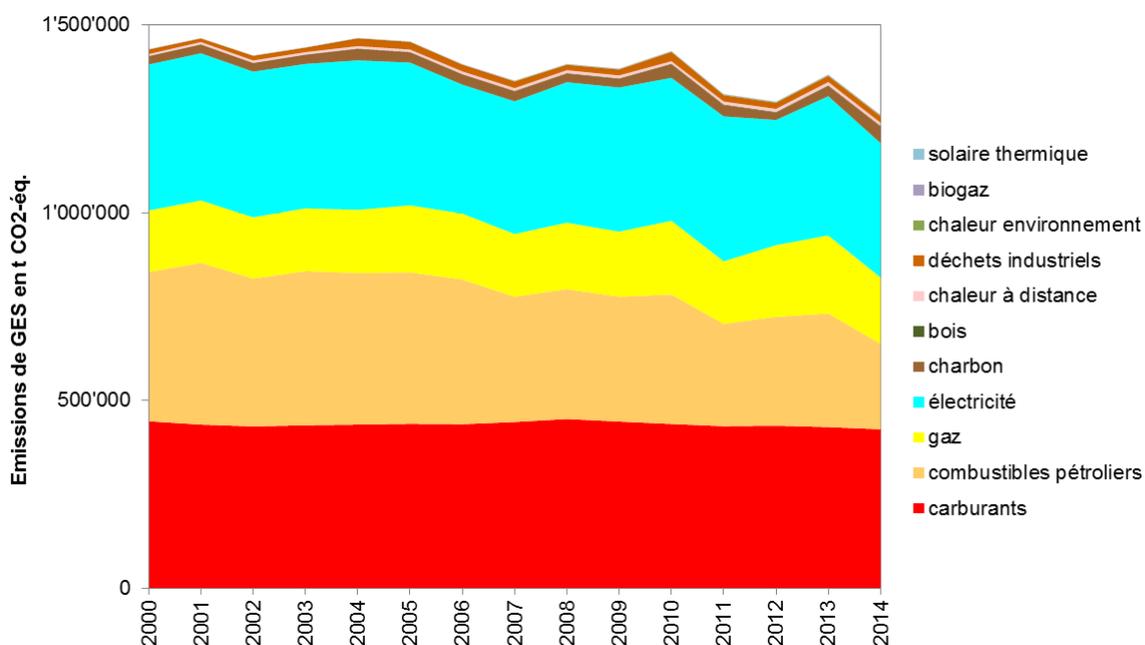


Figure 21: Evolution des émissions de gaz à effet de serre selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]

Dans l'optique d'une évolution vers la société à 2000 watts, on peut remarquer que la puissance moyenne de l'énergie primaire globale consommée annuellement par habitant s'est élevée à 4'420 W et les émissions annuelles de GES par habitant à 7.1 t CO₂-éq. en 2014. La tendance à la diminution observable dans les chiffres par habitant peut s'expliquer par les trois éléments suivants:

- La diminution de la consommation globale d'énergie finale,
- Le transfert des combustibles fossiles (plus intenses en énergie primaire et émissions de GES) vers les combustibles renouvelables (moins intenses),
- L'augmentation de la population.

Les tableaux présentant les chiffres détaillés en lien avec les graphiques ci-dessus ainsi que le détail des calculs sont consultables dans l'Annexe 1.

La consommation globale d'énergie finale dans le canton de Neuchâtel s'est élevée à 4'494 GWh en 2014 ce qui, en tenant compte du fait qu'il s'agit d'une année exceptionnellement chaude, confirme la tendance à la stabilisation observée depuis le milieu des années 2000:

- La consommation finale de combustibles s'est élevée à 2'068 GWh en 2014, tout en affichant des variations annuelles importantes en fonction notamment des conditions climatiques;
- La consommation finale d'électricité s'est élevée à 1'054 GWh en 2014, ce qui confirme la tendance vers une croissance moins forte que par le passé;
- La consommation finale de carburants s'est élevée à 1'372 GWh en 2014, ce qui confirme la tendance à la stabilisation.

La production d'énergies renouvelables indigènes dans le canton s'est élevée à 410 GWh en 2014:

- La production de combustibles renouvelable s'est élevée à 242 GWh en 2014;
- La production d'électricité à partir des nouvelles énergies renouvelables s'est élevée à 46 GWh en 2014, tandis que la production hydroélectrique à 122 GWh tout en affichant des importantes variations annuelles en fonction notamment de la pluviométrie;
- Aucune production de carburants renouvelables n'est à signaler.

La consommation d'énergie finale par habitant dans le canton s'est élevée à 25'610 kWh en 2014.

La part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale s'est élevée à 9.1% en 2014.

La consommation globale d'énergie primaire dans le canton s'est élevée à 6'841 GWh et les émissions de GES à 1'261'650 t CO_{2-éq.} en 2014, avec une tendance à la diminution observée pour les deux depuis le milieu des années 2000:

- La consommation primaire de combustibles s'est élevée à 2'378 GWh en 2014, tout en affichant des variations annuelles importantes en fonction notamment des conditions climatiques;
- La consommation primaire d'électricité s'est élevée à 2'762 GWh en 2014, tout en affichant des variations annuelles importantes en fonction notamment de la composition du mix de consommation (63% de source non vérifiable en 2014);
- La consommation de carburants s'est élevée à 1'701 GWh en 2014, tout en affichant une tendance à la stabilisation.

Dans le canton, la puissance moyenne de l'énergie primaire globale consommée par habitant s'est élevée à 4'420 W et les émissions de GES par habitant à 7.1 t CO_{2-éq.} en 2014.

Box-Récapitulatif 3: Section 3.2 "Consommation et production d'énergie dans le canton"

3.3 Lois, règlements et instruments en vigueur au niveau cantonal

La politique énergétique du canton de Neuchâtel s'appuie principalement sur la loi cantonale sur l'énergie (LCEn) et, dans une moindre mesure, la loi sur l'approvisionnement en énergie électrique (LAEE). La définition et la mise en œuvre détaillée de la loi susmentionnée sont précisées dans les textes légaux tels que le règlement d'exécution de la loi cantonale sur l'énergie (RELCEn), divers arrêtés, la conception directrice de l'énergie, etc.

La LCEn¹³ constitue la base de la politique cantonale en matière d'énergie. Conformément au droit fédéral et dans la perspective du développement durable, elle vise à contribuer à un approvisionnement énergétique du canton suffisant, diversifié, sûr, économique et compatible avec les

¹³ RSN 740.1, du 18 juin 2001 (Etat au 1^{er} janvier 2015)

impératifs de la protection de l'environnement, ainsi qu'à diminuer la consommation d'énergie en tendant vers une société à 2000 watts à l'horizon 2050. En outre, elle a pour buts de promouvoir l'utilisation économe et rationnelle de l'énergie, ainsi que d'encourager le recours aux énergies indigènes et renouvelables. Depuis son adoption en 2001, la LCEn a subi une révision en 2011, notamment afin d'être compatible avec le MoPEC 2008, document élaboré par l'EnDK et qui vise une harmonisation de la politique énergétique des cantons.

La loi sur l'approvisionnement en énergie électrique (LAEE)¹⁴ a pour but de garantir l'approvisionnement final en énergie électrique, tâche considérée comme d'intérêt public, règle l'attribution des aires de desserte aux entreprises d'approvisionnement opérant sur le territoire cantonal et définit les obligations des entreprises d'approvisionnement.

Les principaux autres textes légaux en vigueur définissant la politique énergétique cantonale sont les suivants:

- Arrêté concernant les subventions sur l'énergie¹⁵,
- Arrêté concernant l'objectif d'évolution des gros consommateurs d'énergie¹⁶,
- Arrêté d'application de la loi sur l'approvisionnement en énergie électrique (ALAE) ¹⁷,
- Décret concernant l'avis du canton de Neuchâtel sur la demande d'autorisation générale pour le renouvellement des centrales nucléaires et sur l'étape 1 du plan sectoriel "Dépôts en couches profondes" du 29 mars 2011,
- Conception directrice de l'énergie – Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil du 4 septembre 2006,
- État de Neuchâtel, Programme de législature pour les années 2014-2017 et Plan financier de mai 2014.

Les acteurs concernés et leur rôle dans l'élaboration de la conception directrice de l'énergie, ainsi que la définition de son contenu et de la procédure pour son établissement sont définis de la manière suivante dans la législation:

- Le Conseil d'Etat définit la conception directrice (art. 7 LCEn),
- La commission cantonale de l'énergie contribue à l'élaboration et à l'adaptation de la conception directrice en donnant une validation technique (art. 10 LCEn),
- La commission Energie du Grand Conseil examine la conception directrice en donnant une validation politique (art. 100, 101, 374 OGC),
- La conception directrice établit les principes fondamentaux de la politique énergétique cantonale et définit l'évolution souhaitée en tenant compte de la politique énergétique de la Confédération. Définie par le Conseil d'Etat, elle décrit la situation du canton en matière énergétique, fixe les objectifs et les étapes de la politique énergétique cantonale pour atteindre une société à 2000 watts et définit les mesures d'application nécessaires. Approuvée par le Grand Conseil, elle lie ensuite les autorités cantonales et communales (art. 16 LCEn),
- La conception directrice fera l'objet d'un examen périodique et sera adaptée si besoin est (art. 24 LCEn).

3.4 Politique énergétique cantonale

En application de la loi sur l'énergie, le Conseil d'Etat a défini en 2006 la deuxième conception directrice cantonale de l'énergie (la première datant de 1992) qui, à partir de l'état des lieux de la situation énergétique en 2004, mettait en évidence le potentiel de développement de certaines ressources énergétiques en relation avec les objectifs 2000-2010 de la politique énergétique fédérale.

¹⁴ RSN 231.270, du 1^{er} septembre 2004 (Etat au 1^{er} janvier 2011)

¹⁵ RSN 740.100, du 18 août 2004 (Etat au 1^{er} janvier 2015)

¹⁶ RSN 740.105, du 4 mai 2005 (Etat au 1^{er} août 2013)

¹⁷ RSN 731.270.1, du 27 octobre 2004 (Etat au 1^{er} août 2013)

Afin d'atteindre les objectifs fixés, l'accent était mis sur la poursuite et le renforcement des mesures déjà en place dans les domaines de la normalisation et des prescriptions, de l'incitation, de l'exemplarité ainsi que de la communication.

Plusieurs études au niveau cantonal ont de plus été réalisées ou réactualisées ces dernières années, notamment en ce qui concerne le potentiel géothermique (2008, 2010), le potentiel hydroélectrique (2009, 2012), le potentiel bois-énergie (2010), le concept éolien (2010), le projet de centrale électrique à gaz de Cornaux (2010) et le cadastre solaire (2012).

En outre, le canton de Neuchâtel a participé activement à la mise en place du Programme Bâtiments de la Confédération et des cantons et a assumé la gestion du centre de traitement des demandes de subvention depuis début 2010 et jusqu'à mi-2013.

Avec son décret concernant l'avis sur la demande d'autorisation générale pour le renouvellement des centrales nucléaires du 29 mars 2011, le canton de Neuchâtel a anticipé les décisions fédérales en affichant la volonté de sortir du nucléaire pour l'approvisionnement du canton en électricité. Afin d'assurer la sécurité d'approvisionnement, le décret inclut l'éventuelle nécessité de recourir aux centrales au gaz à cycle combiné (CCC) d'ici que les nouvelles énergies renouvelables prennent le relais.

Concernant l'éolien, le peuple neuchâtelois a validé la politique cantonale en acceptant le 18 mai 2014 en votation populaire le contre-projet du Grand Conseil à l'initiative "Avenir des crêtes – Au peuple de décider". Sur la base de cette planification cantonale, les projets pourront être concrétisés dans les années à venir. Par ailleurs, le premier dossier de parc éolien (Montagne de Buttes) a été déposé auprès du canton en début d'année 2015 en vue d'obtenir le permis de construire.

La politique énergétique actuelle du canton de Neuchâtel tient compte des principes directeurs de l'EnDK (cf. section 2.5) et de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération (cf. section 2.6.2). Elle est résumée de la manière suivante dans le programme de législature 2014-2017 établi par le Conseil d'Etat: *"Le défi énergétique est un des enjeux majeurs pour notre société. Le canton de Neuchâtel présente un potentiel certain grâce à ses ressources, tant naturelles que scientifiques et techniques. Une planification est nécessaire, qui prévoira une production basée sur des ressources renouvelables et une diminution de la consommation. Elle se traduira par une conception directrice de l'énergie 2015-2025 qui vise l'inventaire des sites appropriés tout en considérant les enjeux de la nature et du paysage. L'effort consenti maintenant dans le développement des énergies renouvelables et la valorisation des ressources de proximité doit permettre au canton de tendre vers l'autonomie énergétique"*.

3.5 Autres politiques liées à l'énergie

Les principales politiques cantonales influençant le domaine énergétique de manière importante sont brièvement décrites ci-dessous.

En matière d'aménagement du territoire, la mission de l'Etat est de veiller à un développement durable du territoire, en anticipant les évolutions futures et en coordonnant l'ensemble des activités à incidence spatiale. A cet effet, le plan directeur cantonal (PDC) entré en vigueur en 2013 présente des concepts généraux décrivant le développement souhaité du territoire et les mesures de mise en œuvre ou de régulation qui en découlent. La garantie d'un approvisionnement énergétique durable et visant l'indépendance fait partie des options stratégiques du PDC. Les notions de consommation, de production centralisée et décentralisée ainsi que de transport de l'énergie sont décrites dans des fiches spécifiques et le seront encore de manière plus complète et détaillée dans le plan cantonal de l'énergie. L'organisation des déplacements en favorisant les transports publics et la mobilité douce, tout comme la mise en place d'une politique d'urbanisation durable font également partie des options stratégiques du PDC et ont des effets directs sur la consommation d'énergie et notamment sur celle du trafic individuel motorisé. Ceci nécessite une bonne coordination entre la politique d'aménagement du territoire et celle des transports.

Les fiches de coordination du PDC déclinent les objectifs et les principes d'aménagement et de coordination valables pour toutes les autorités. Elles précisent les compétences des communes et du canton concernant la mise en œuvre et attribuent des mandats concrets pour les prochaines années. C'est à travers les fiches de coordination que les plans d'aménagement des communes seront évalués. Les fiches servent de référence pour mesurer, a posteriori, l'efficacité des actions entreprises (controlling). Les fiches sont structurées par priorités politiques. Celles concernant directement l'énergie font partie de la catégorie "Economie – Inciter" et sont les suivantes: E_21 Développer les énergies renouvelables et viser l'autonomie énergétique, E_22 Assurer l'approvisionnement électrique, E_23 Développer des réseaux thermiques à haute efficacité, E_24 Valoriser le potentiel de l'énergie éolienne et E_25 Valoriser le potentiel de l'énergie hydraulique. Voir le site internet du Service de l'aménagement du territoire www.ne.ch/sat.

Box-Info 12: Plan directeur cantonal (PDC) – Fiches de coordination concernant l'énergie

La politique cantonale des transports de base sur le projet intitulé "Neuchâtel Mobilité 2030" [23]. Ce dernier intègre aussi bien les transports publics, les transports individuels motorisés que la mobilité douce en mettant l'accent sur les quatre piliers suivants:

- Le RER neuchâtelois,
- Les routes nationales,
- Les routes cantonales,
- La mobilité douce.

Concernant la mobilité douce, une stratégie ainsi qu'un plan directeur et une loi sont en élaboration.

En matière d'environnement, le domaine de la protection de l'air est celui qui a les effets les plus importants sur la consommation d'énergie. En effet, le plan des mesures pour la protection de l'air, qui devra être réactualisé prochainement, vise notamment à diminuer l'impact environnemental de la mobilité et du chauffage des bâtiments en baissant la consommation d'énergies fossiles. Les mesures visant à freiner la consommation d'énergie dans les moteurs à combustion complètent celles du plan cantonal des transports et celles prévues pour les installations stationnaires, elles sont en parfaite synergie avec les objectifs de la politique énergétique. En outre, le plan cantonal de gestion des déchets en vertu de la législation fédérale sur l'environnement constitue un instrument important dans le contexte de la valorisation énergétique des déchets.

On entend par mobilité douce (MD) le fait de se déplacer à pied, sur roues ou sur roulettes, à la seule force musculaire humaine. Les piétons, les cyclistes et les randonneurs effectuent des déplacements non motorisés et sont donc bel et bien adeptes de la mobilité douce. En revanche, les transports publics et les véhicules électriques (p.ex. vélos, scooter et voitures) ne peuvent pas être considérés comme de la mobilité douce au sens stricte du terme.

Source: Office fédéral des routes (OFROU)

Box-Info 13: Mobilité douce

4 VISION ET SCENARIOS ENERGETIQUES

Après avoir fait l'état des lieux de la situation énergétique mondiale, nationale et cantonale, il s'agit dans la première partie du présent chapitre de définir la vision à long terme du canton en matière d'énergie. La deuxième partie décrit les deux scénarios imaginés pour le développement énergétique du canton d'ici 2050. Le premier scénario, dit de référence, devrait se réaliser si on poursuivait la politique énergétique actuelle tandis que le deuxième – celui qu'on souhaite voir se concrétiser grâce à la mise en œuvre de la présente conception directrice – montre la voie à suivre pour que le canton contribue à la mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération.

Les objectifs énergétiques à court (2025), moyen (2035) et long (2050) terme ainsi que la stratégie et les mesures prévues pour les atteindre sont présentés aux chapitres 7 et 8 du présent rapport.

4.1 Vision à long terme

La vision du canton de Neuchâtel exprime la situation souhaitée – le futur idéal – de son territoire en termes de développement énergétique à long terme, c'est-à-dire à l'horizon 2050. C'est une déclaration d'intention qui donne le cap, une direction générale.

Lors de la révision de la loi cantonale sur l'énergie (LCEn) qui est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2013, le Grand Conseil a souhaité introduire à l'article premier la vision à long terme suivante:

**"Diminuer la consommation d'énergie
en tendant vers une société à 2000 watts
à l'horizon 2050"**

L'objectif d'une société à 2000 watts (exprimé en énergie primaire) implique également une baisse des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à atteindre 1 tonne de CO₂-éq. par personne.

Cette vision, rédigée également dans une perspective de communication, a une force de motivation importante pour la mise en œuvre de la conception directrice de l'énergie.

La figure suivante est une représentation schématique de l'évolution vers la société à 2000 watts pour le canton de Neuchâtel. Elle donne l'image de la voie que le canton devra suivre pour atteindre sa vision à long terme.

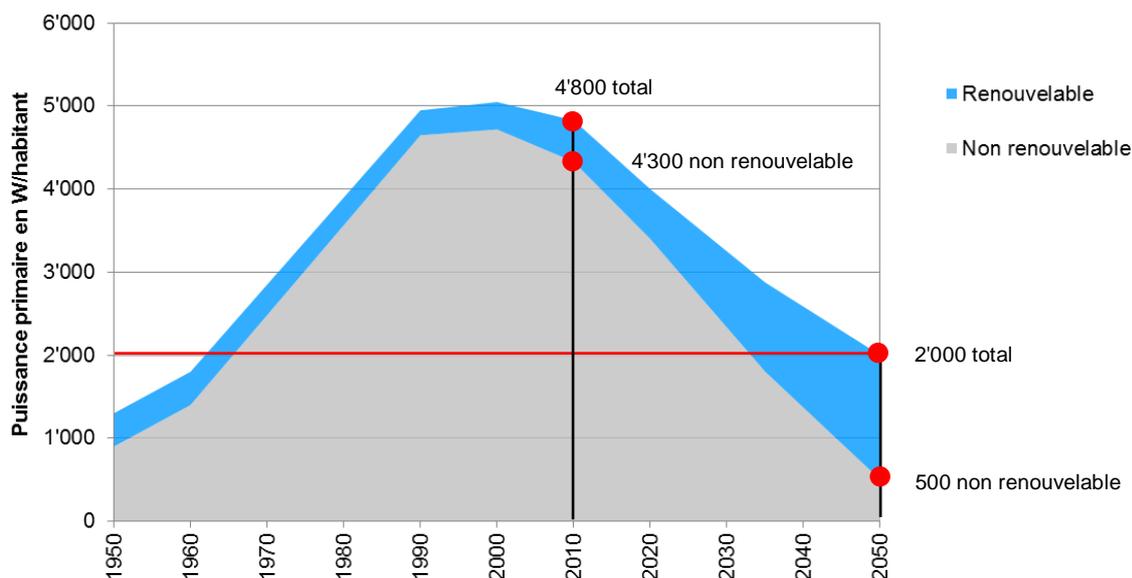


Figure 22: Représentation schématique de la courbe de baisse de la puissance pour atteindre la société à 2000 watts à l'horizon 2050 (élaboration SENE)

En parallèle avec les réflexions du canton dans le cadre de la révision de la LCEn, le Conseil fédéral a élaboré la Stratégie énergétique 2050 à la suite de l'accident nucléaire de Fukushima et de la décision

de sortir du nucléaire en Suisse. Outre le scénario prévoyant la poursuite de la politique actuelle, deux nouveaux scénarios de développement sur le long terme de la situation énergétique de notre pays ont été élaborés à savoir, un premier paquet consistant dans la mise en œuvre de mesures politiques du Conseil fédéral et un deuxième planifiant la mise en place d'une nouvelle politique énergétique (voir aussi la section 2.6).

Le scénario "Nouvelle politique énergétique" de la Confédération vise d'un côté, la diminution importante de la consommation globale d'énergie et, de l'autre, une augmentation massive de la production d'énergies renouvelables. Ce scénario est ambitieux et n'est pas très éloigné de la vision de société à 2000 watts.

La volonté du canton de Neuchâtel est d'aligner sa vision énergétique à long terme à celle de la politique énergétique de la Confédération résumée ci-dessus. Cette manière de procéder permet au canton de poursuivre la vision exprimée dans l'article premier de la LCEn.

4.2 Scénarios énergétiques

Dans le cadre de la présente conception directrice, les prévisions à court, moyen et long terme se basent sur l'élaboration de deux scénarios de développement futur de la situation énergétique du canton de Neuchâtel appelés "Référence" et "Nouvelle politique énergétique du canton de Neuchâtel (NPE-NE)". Les trois scénarios de la Confédération présentés dans la section 2.6.2 du présent rapport ont été retenus pour l'élaboration des deux scénarios neuchâtelois susmentionnés. Les hypothèses et données de base, en particulier l'évolution de la croissance démographique, de la croissance économique, de la structure des branches économiques, des prix de l'énergie, des coûts de production des énergies renouvelables, du climat et des scénarios de trafic, sont calquées sur celles de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération élaborée par l'OFEN [24] avec des adaptations à la situation spécifique neuchâteloise si nécessaire.

Le **scénario "Référence"** est basé sur le scénario "Poursuite de la politique énergétique actuelle (PPA)" de la Confédération. Il s'agit d'un scénario axé sur les mesures qui montre quelles seraient la demande et l'offre d'énergie – sur la base de la sortie de l'énergie nucléaire – si tous les instruments, mesures et lois de politique énergétique actuellement en vigueur restaient inchangés jusqu'en 2050, ou étaient tout au plus adaptés au progrès technologique, le cas échéant de manière différée. Il revêt une signification en soi, mais il sert aussi de référence comparative pour la variante politique plus engagée que concrétise le scénario "NPE-NE".

Dans le scénario "PPA" de la Confédération, la tendance autonome à l'efficacité énergétique observée par le passé est extrapolée en fonction des conditions de marché actuelles, tout en étant soutenue et renforcée par les instruments de politique énergétique déjà en vigueur ou planifiés à l'heure actuelle. Simultanément, la population et le nombre de places de travail croissent. De plus, la consommation d'énergie augmente, du fait par exemple des équipements multiples (deuxième véhicule, téléviseur, ordinateur, etc.) ou de nouveaux types d'appareils et d'améliorations du confort qui consomment de l'électricité (p. ex. les jacuzzis, les climatiseurs, etc.). En outre, on prévoit l'introduction nettement perceptible d'ici 2050 de la mobilité électrique dans le trafic motorisé des personnes. Une augmentation modérée du prix de l'énergie est également supposée ainsi qu'une taxe sur les énergies fossiles. Donc, ce n'est pas la situation d'aujourd'hui transposée en 2050, mais une évolution plausible du développement sans modification importante de la tendance au niveau des principaux indicateurs, comme les surfaces utiles et les performances de transport.

Le **scénario "Nouvelle politique énergétique du canton de Neuchâtel (NPE-NE)"** est basé sur les scénarios "Mesures politiques du Conseil fédéral (PCF)" et "Nouvelle politique énergétique (NPE)" de la Confédération avec des adaptations à la situation spécifique neuchâteloise. Ces adaptations sont faites en fonction des potentiels d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables estimés dans les chapitres 5 et 6. Sa mise en œuvre sera faite par étape. Il s'agit d'un scénario axé sur les objectifs à moyen et long terme selon lequel l'évolution prévue permet de réduire considérablement la consommation/demande d'énergie finale à l'horizon 2050, ainsi que de réduire les émissions de CO₂ pour atteindre 1 à 1.5 tonne par habitant et par an d'ici à 2050. Ce scénario permet au canton de Neuchâtel de tendre vers la société à 2000 watts.

La première étape du scénario "NPE-NE" consiste à mettre en application le premier paquet de mesures élaboré à l'horizon 2020 selon les hypothèses du scénario "PCF" de la Confédération. A partir de 2021, le Conseil fédéral prévoit que les mesures de soutien actuelles (taxe sur le CO₂ et supplément pour la promotion de la production de courant électrique à partir de sources d'énergie

renouvelables) fusionnent en une redevance énergétique. L'intention est donc de passer d'un système d'encouragement à un système d'incitation.

Ce scénario implique des politiques d'efficacité énergétique et de réduction du CO₂ harmonisées sur le plan international et une coopération internationale approfondie dans le domaine de la recherche et du développement.

Le scénario "NPE-NE" prévoit l'exploitation maximale réalisable du potentiel d'efficacité avec les meilleures technologies disponibles aujourd'hui. Une amélioration supplémentaire de ces technologies – tant au niveau technique qu'économique – est également prévue grâce à leur application à large échelle. Les augmentations d'efficacité sont nécessaires pour ce scénario, mais pas suffisantes. La condition supplémentaire est la mise en place d'un nouveau modèle concernant les prestations énergétiques et les comportements au niveau de la consommation, avec comme conséquence une limitation des principales hypothèses et données de base mentionnées au début du présent chapitre.

Afin de respecter la volonté du Grand Conseil neuchâtelois qui demande de tendre vers la société à 2000 watts à l'horizon 2050, le scénario "NPE-NE" est retenu dans le cadre de la mise en œuvre sur le long terme de la politique énergétique du canton de Neuchâtel pour la période allant de 2000 à 2050, avec étapes intermédiaires en 2025 et 2035.

5 POTENTIEL D'ECONOMIE D'ENERGIE ET CONSOMMATION SUPPLEMENTAIRE

Afin de permettre par la suite la définition des objectifs du canton en matière d'économie d'énergie (cf. chapitre 7) et des mesures à mettre en place pour les atteindre (chapitre 8), les principales possibilités de réduction de la consommation par une utilisation plus économe et rationnelle de l'énergie sont passées en revue dans le présent chapitre. Les estimations des potentiels d'économie d'énergie (EE) dans les domaines retenus sont décrites dans les trois sections suivantes, tout en étant classées selon les formes d'énergie "combustibles" (cf. section 5.1), "électricité" (cf. section 5.2) et "carburants" (cf. section 5.3). Des synthèses détaillées des potentiels d'économie d'énergie dans le canton sont présentées à la fin de chaque section et une synthèse globale dans le Tableau 27 et dans le Box-Récapitulatif 4 à la fin du présent chapitre. Dans les tableaux de synthèse, il est également tenu compte de l'augmentation de la consommation due aux nouvelles constructions, aux nouvelles entreprises, aux nouveaux véhicules, etc. qui se rajouteront aux existantes d'ici 2050 par rapport à l'année 2014. Les détails des hypothèses et calculs pour estimer ces consommations supplémentaires sont également présentés. Le but du présent chapitre est de donner des ordres de grandeur cohérents des potentiels réalisables permettant par la suite de définir des objectifs énergétiques réalistes (attention: le potentiel ne correspond pas forcément à l'objectif). L'explication des méthodologies et des hypothèses de calcul des chiffres présentées dans les sections suivantes est consultable dans l'Annexe 2. La description détaillée des mesures est consultable dans les fiches présentées au chapitre 8.

Le **potentiel théorique** se rapporte à la possibilité physique totale d'économie d'énergie ou à l'offre physique totale d'un agent énergétique dans le périmètre étudié, sans tenir compte des restrictions effectives impliquées par son exploitation.

Le **potentiel technique** est la part du potentiel théorique réalisable ou utilisable compte tenu des restrictions techniques données. Comme le potentiel technique dépend de l'évolution technologique, il change au cours du temps.

Le **potentiel réalisable** est la part du potentiel technique qui remplit les critères "écologique", "économique" et "socialement accepté". Il peut aussi évoluer au cours du temps.

- Le potentiel est réputé "**écologique**" si son exploitation n'entraîne pas d'atteintes supplémentaires durables et irréversibles à l'environnement.
- Le potentiel est dit "**économique**" si les coûts totaux de la mesure d'économie d'énergie ou de production d'énergies renouvelables se situent dans la même fourchette que les coûts de systèmes concurrents. La détermination du potentiel économique dépend des hypothèses et de paramètres d'influence variables (p. ex. taux d'intérêt, durée d'amortissement, évolution des prix, etc.). En outre, la prise en compte des coûts externes de l'énergie (cf. définition à la section 8.3) devrait être incluse lors de calculs de rentabilité de variantes mettant en comparaison différents systèmes énergétiques. Les notions de coûts économiquement supportables et de coûts externes ne sont pas approfondies dans le cadre de la présente conception directrice. Elles devront par contre l'être dans la phase de mise en œuvre concrète des mesures présentées dans le chapitre 8 du présent rapport.
- Le critère de l'**acceptation sociale** tient compte de l'attitude positive ou négative, non fondée dans des critères économiques ou écologiques, que des individus ou des groupes ont envers un agent énergétique donné (p. ex. protection du paysage, tourisme, etc.).

Le "potentiel réalisable" prend en compte les restrictions et les obstacles susceptibles d'entraver le développement de la mise en place de mesures d'économie d'énergie ou de production d'énergie à partir de sources renouvelables. C'est pourquoi on retient la notion de potentiel réalisable pour décrire le potentiel futur. Source: [25]

Box-Info 14: Définition de la notion de potentiel

Dans le domaine des économies d'énergie, il est nécessaire de distinguer les potentiels théoriques et techniques du potentiel écologiquement, économiquement et socialement réalisable (cf. Box-Info 14). Les potentiels théoriques et techniques se basent sur la littérature spécialisée et les données statistiques, tandis que le potentiel réalisable découle des contraintes environnementales, légales et

sociales en place, ainsi que des priorités et des moyens retenus pour son exploitation. En principe, seul le potentiel réalisable est évalué dans le présent chapitre.

Une tâche de la politique énergétique est d'élargir l'intersection entre les potentiels écologiques, économiques et socialement acceptés, afin de faciliter l'accès aux économies d'énergie et l'utilisation durable des énergies renouvelables aux acteurs du marché (p.ex. en fixant un cadre légal et des planifications cohérents, en soutenant financièrement la mise en place des mesures ou en incitant les acteurs concernés pour qu'ils agissent).

5.1 Combustibles pour la chaleur et le froid

L'estimation quantitative du potentiel d'économie de combustibles se concentre sur quelques mesures de grande ampleur qui sont mentionnées dans cette section et qui touchent les domaines des bâtiments et des processus. Les bâtiments neufs qui vont être construits et les nouvelles entreprises qui seront implantées d'ici 2050 ne contribuent pas à économiser de l'énergie, mais contribuent bel et bien à une augmentation de la consommation. L'objectif étant bien entendu de viser l'excellence énergétique de ces nouvelles constructions en fonction de l'état d'avancement de la technique.

Les diminutions de consommation finale de chaleur mentionnées dans les paragraphes suivants vont aussi contribuer à l'amélioration du bilan en énergie primaire du canton, compte tenu du mix actuel de consommation de chaleur composé majoritairement par de l'énergie fossile (cf. section 3.2.1). Une estimation quantitative des effets globaux attendus après la mise en place des mesures sur la consommation d'énergie primaire est présentée dans le chapitre 7.

5.1.1 Potentiel d'économie de combustibles

Le potentiel global d'économie annuelle de combustibles réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014 est estimé à 1'130 GWh (sans tenir compte des consommations supplémentaires). En d'autres termes, à partir de 2050, la consommation annuelle de combustibles serait de 1'130 GWh inférieure à celle de 2014. Ce potentiel résulte des mesures qui suivent.

EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

L'assainissement énergétique de l'enveloppe thermique des bâtiments existants permettrait d'économiser plus de la moitié de la consommation actuelle d'énergie pour le chauffage. Pour ne pas comptabiliser à double les mesures d'économie d'énergie, il est admis qu'une optimisation de l'exploitation (cf. mesure EE2) est mise en place avant l'assainissement énergétique des bâtiments.

Selon le Registre fédéral des bâtiments et des logements (RegBL), le nombre total de bâtiments concernés par cette mesure dans le canton est de l'ordre de 28'000 avec usage d'habitation auxquels il faut en ajouter environ 4'000 à usage industriel ou de service.

Le chiffre de 50% est retenu pour l'estimation quantitative du potentiel d'économie d'énergie.

Consommation de combustibles des bâtiments en 2014 (estimation à partir de [22] et [4])	1'770 GWh
Consommation annuelle de combustibles des bâtiments après optimisation de l'exploitation (cf. mesure EE2)	1'770 GWh - 350 GWh = 1'420 GWh
Potentiel d'économie annuelle de combustibles	1'420 GWh * 50% = 710 GWh

Tableau 3: Potentiel d'économie annuelle de combustibles grâce à l'assainissement de l'enveloppe des bâtiments

Cette mesure permet aussi de diminuer la consommation d'électricité due aux chauffages électriques directs et aux pompes à chaleur en service. Les détails concernant cette économie d'électricité sont présentés dans la section 5.2.

EE2 Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Selon energo¹⁸, il est possible d'optimiser les installations techniques des bâtiments de manière à réaliser des économies d'énergie allant de 10 à 15%. En outre, avec un programme ciblé d'investissements de modernisation des installations techniques des bâtiments, la consommation énergétique peut être réduite de 25% supplémentaires. Le renouvellement naturel des installations techniques de génération de chaleur permet de bénéficier de rendements énergétiques supérieurs.

En résumant les informations ci-dessus, le potentiel d'économie d'énergie peut se situer entre 10 et 40%. Le chiffre de 20% est retenu pour l'estimation quantitative du potentiel d'économie d'énergie.

Consommation de combustibles des bâtiments en 2014	1'770 GWh
Potentiel d'économie annuelle de combustibles	1'770 GWh * 20% = 350 GWh

Tableau 4: Potentiel d'économie annuelle de combustibles grâce à l'optimisation de l'exploitation des installations de chauffage et de production d'ECS

EE3 Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Pour les entreprises, diverses mesures sur la production et la distribution de la chaleur et de froid ainsi que sur la récupération de chaleur sur les processus (refroidissement de machines) et utilités (notamment production d'air comprimé ou de froid) pourraient être mises en œuvre. Diverses technologies de valorisation de la chaleur excédentaire existent déjà ou arriveront à maturité dans les prochaines années. L'ensemble des mesures engendrerait des économies estimées entre 20 et 40% selon l'OFEN. Cette valeur doit néanmoins être réduite, car le potentiel économiquement rentable dépend intimement de la taille des installations considérées; les petites et moyennes entreprises ayant nettement moins de potentiel rentable que les grandes.

Le chiffre de 23% est retenu pour l'estimation quantitative du potentiel d'économie d'énergie.

Consommation de combustibles pour les processus en 2014 (estimation à partir de [22] et [4])	300 GWh
Potentiel d'économie annuelle de combustibles (chiffre arrondi)	300 GWh * 23% = 70 GWh

Tableau 5: Potentiel d'économie annuelle de combustibles grâce à l'optimisation de l'exploitation des installations thermiques pour les processus

5.1.2 Consommation supplémentaire de combustibles

Comme déjà mentionné dans le paragraphe initial du présent chapitre, de nouveaux bâtiments seront construits et de nouvelles entreprises seront implantées d'ici 2050. Ceci aura comme conséquence une augmentation de la consommation de combustibles par rapport à 2014. Cette consommation annuelle supplémentaire – qui s'élève à 240 GWh – est comptabilisée dans les projections à l'horizon 2050 et la méthodologie de son calcul est présentée dans les paragraphes suivants.

Concernant les bâtiments à construire, la durabilité est déjà un standard. En effet, la législation a grandement évolué depuis les années 70 du siècle passé et évoluera encore dans les années et décennies à venir en fonction notamment des objectifs de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération. Les nouvelles constructions doivent aujourd'hui (MoPEC 2014) respecter un standard proche de MINERGIE, mais l'évolution du marché devrait les pousser de plus en plus à être isolées de façon à répondre aux exigences du standard MINERGIE-P® ou équivalent (p.ex. CECB® A/A) au niveau des performances énergétiques de leur enveloppe.

¹⁸ Centre de compétences pour l'efficacité énergétique globale dans les grands bâtiments ou les parcs de bâtiments publics et privés existants dans le cadre du Programme SuisseEnergie (www.energo.ch)

Le Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB) indique combien un bâtiment d'habitation, un bâtiment administratif simple ou encore une école, consomme en énergie, lors d'une utilisation standard, en chauffage, en eau chaude sanitaire, en éclairage et en autres consommateurs électriques. Il permet une comparaison avec d'autres bâtiments et propose des mesures d'optimisation. Le CECB montre d'une part l'efficacité de l'enveloppe du bâtiment et d'autre part, la quantité d'énergie nécessaire à un bâtiment utilisé de façon standard. Ceci est valable pour des bâtiments existants, mais aussi pour les nouvelles constructions. Le besoin énergétique défini est visualisé sur le classement allant de A à G (de "très efficace énergétiquement" à "peu efficace énergétiquement") d'une EtiquetteEnergie. Ainsi, un propriétaire peut obtenir une évaluation objective de l'état énergétique et de l'efficacité de son bâtiment.

Voir le site internet www.cecb.ch.

Box-Info 15: Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB)

En se basant sur les perspectives d'évolution de la population, l'hypothèse est faite qu'à l'horizon 2050, il y aura 20% de bâtiments en plus par rapport aux quelques 32'000 existants en 2014. Pour les bâtiments à construire, une surface de référence énergétique (SRE) moyenne de 750 m² et une consommation de chaleur spécifique de 30 kWh/m² SRE sont prises en compte dans le calcul (hypothèses SENE).

Nombre de nouveaux bâtiments à l'horizon 2050	32'000 * 20% = 6'000
Consommation annuelle supplémentaire de combustibles	6'000 bâtiments * 750 m ² SRE * 30 kWh/m ² = 135 GWh

Tableau 6: Consommation annuelle supplémentaire de combustibles due aux nouveaux bâtiments

Concernant les nouvelles entreprises, leur consommation de chaleur supplémentaire pour les processus est estimée sur la base des hypothèses faites dans le cadre de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération prévoyant une augmentation de 46% du PIB d'ici 2050.

Consommation de chaleur pour les processus en 2014 moins le potentiel d'économie estimé à l'horizon 2050	300 GWh - 70 GWh = 230 GWh
Consommation annuelle supplémentaire de combustibles	230 GWh * 46% = 105 GWh

Tableau 7: Consommation annuelle supplémentaire de combustibles due aux nouvelles entreprises

	Consommation finale en 2014 en GWh	Potentiel d'économie en GWh	Potentiel d'économie en %	Consommation finale si tout le potentiel est exploité en GWh
Combustibles				
Bâtiments				
EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants		-710	-40%	
EE2 Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire		-350	-20%	
Consommation supplémentaire nouveaux bâtiments		135		
Total bâtiments (sans consomm. supplémenaire)	1'770	-1'060	-60%	710
Total bâtiments (y compris consomm. supplém.)		-925	-52%	845
Processus				
EE3 Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises		-70	-23%	
Consommation supplémentaire nouvelles entreprises		105		
Total processus (sans consomm. supplém.)	300	-70	-23%	230
Total processus (y.c. consomm. supplém.)		35	12%	335
Total combustibles (sans consomm. supplém.)	2'070	-1'130	-55%	940
Total combustibles (y.c. consomm. supplém.)		-890	-43%	1'180

Tableau 8: Synthèse des potentiels d'économie annuelle et des consommations annuelles supplémentaires de combustibles

5.2 Electricité

L'estimation quantitative du potentiel d'économie d'électricité se concentre sur quelques mesures de grande ampleur qui sont mentionnées dans cette section et qui touchent les domaines des bâtiments, des processus et de l'éclairage public. Comme pour les combustibles, les bâtiments neufs qui vont être construits et les nouvelles entreprises qui seront implantées d'ici 2050 ne contribuent pas à économiser de l'énergie, mais contribuent bel et bien à une augmentation de la consommation. L'objectif étant bien entendu de viser l'excellence énergétique de ces nouvelles constructions en fonction de l'état d'avancement de la technique.

Les diminutions de consommation finale d'électricité mentionnées dans les paragraphes suivants (en partie également transférées vers d'autres agents énergétiques renouvelables) vont fortement contribuer à l'amélioration du bilan en énergie primaire du canton, compte tenu du mix actuel de consommation d'électricité en bonne partie composé par du nucléaire et de l'énergie fossile (cf. section 3.2.1). Une estimation quantitative des effets globaux attendus après la mise en place des mesures sur la consommation d'énergie primaire est présentée dans le chapitre 7.

5.2.1 Potentiel d'économie d'électricité

Le potentiel global d'économie annuelle d'électricité réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014 est estimé à 370 GWh (sans tenir compte des consommations supplémentaires). En d'autres termes, à partir de 2050, la consommation annuelle d'électricité serait de 370 GWh inférieure à celle de 2014. Ce potentiel résulte des mesures qui suivent.

EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

La description de cette mesure a été présentée dans la section 5.1, mais l'estimation du potentiel d'économie d'électricité grâce à l'assainissement de l'enveloppe des bâtiments existants chauffés avec des pompes à chaleur est présentée ici. La consommation d'électricité due aux chauffages électriques directs est traitée dans la mesure EE4 présentée ci-dessous.

Selon les statistiques cantonales de l'énergie [22], le nombre total de bâtiments concernés par cette mesure est de l'ordre de 1'700.

Consommation d'électricité pour le chauffage des bâtiments par des pompes à chaleur en 2014 (estimation à partir de [22])	20 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité (chiffre arrondi)	20 GWh * 50% = 10 GWh

Tableau 9: Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'assainissement de l'enveloppe des bâtiments

EE4 Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Selon l'Office fédéral de la statistique (OFS), environ 1'200 bâtiments dans le canton de Neuchâtel étaient chauffés à l'électricité directe en 2014. La substitution de la totalité de ces installations par des pompes à chaleur ou d'autres installations utilisant des énergies renouvelables (chaudière à bois, raccordement à un réseau de chauffage à distance, etc.) permettrait d'économiser entre 2/3 et la totalité de l'électricité qu'elles consomment. Le chiffre de 66% est donc retenu pour l'estimation du potentiel d'économie d'énergie.

Consommation d'électricité pour le chauffage en 2014 (chiffre arrondi)	1'200 installations * 20 kW (puissance moyenne estimée) * 2'000 heures = 50 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité (chiffre arrondi)	50 GWh * 66% = 30 GWh

Tableau 10: Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce au remplacement des chauffages électriques

Selon l'OFS, environ 4'500 chauffe-eaux électriques directs (en plus de ceux combinés à un chauffage électrique) étaient en fonction dans le canton en 2014. Le remplacement de 90% de ces installations (10% seront maintenues puisqu'il ne serait pas pertinent de les substituer) par des pompes à chaleur ou d'autres installations utilisant des énergies renouvelables (solaire thermique, chaudière à bois,

raccordement à un réseau de chauffage à distance, etc.) permettrait d'économiser entre 2/3 et la totalité de l'électricité qu'elles consomment. Le chiffre de 2/3 est retenu pour l'estimation du potentiel d'économie d'énergie.

Consommation d'électricité pour le chauffage en 2014 (chiffre arrondi)	4'500 installations * 2.5 kW (puissance moyenne estimée) * 2'000 heures = 20 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité (chiffre arrondi)	2/3 * 90% * 20 GWh = 10 GWh

Tableau 11: Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce au remplacement des chauffe-eaux électriques

Le potentiel d'économie d'électricité dans le domaine des installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification des bâtiments n'est pas quantifié à ce stade, mais devra faire l'objet d'études plus approfondies dans les années à venir.

EE5 Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Le champ d'action de cette mesure est très large, vu qu'il concerne les principales applications consommant de l'électricité dans les bâtiments. Les estimations des potentiels d'économie d'énergie dans les différents domaines retenus sont présentées dans les paragraphes suivants.

Les pompes de circulation pour le chauffage installées dans les bâtiments existants sont souvent surdimensionnées. Une pompe de circulation de la nouvelle génération permet d'économiser jusqu'à 75% des frais de courant par rapport aux anciens modèles. Ces deux constats amènent à la conclusion que le remplacement de la totalité des pompes actuellement en service permettrait d'économiser les ¾ de l'électricité consommée pour les faire tourner. Le nombre d'installations concernées par cette mesure est estimé à environ 87'000.

Pour l'estimation du potentiel, il est retenu une économie d'énergie de l'ordre de 50%.

Consommation d'électricité des pompes de circulation en 2014 (chiffre arrondi)	Environ 87'000 pompes * 0.07 kW (puissance moyenne estimée) * 5'400 heures = 30 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité	30 GWh * 50% = 15 GWh

Tableau 12: Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce au remplacement des pompes de circulation pour le chauffage

Les installations électriques, mêmes récentes, recèlent un potentiel d'amélioration. De nombreux retours d'expériences d'optimisation d'installations existantes des bâtiments (démarche energo ou similaires) ont montré un potentiel de 10 à 15% de réduction de la consommation électrique.

Par ailleurs, les usagers des bâtiments exercent un impact important sur les consommations d'énergie, notamment sur la consommation d'électricité. Les sensibiliser à adopter au quotidien des éco-gestes (suppressions des veilles, extinction des lumières), permet également de réduire les consommations d'électricité. Le chiffre de 10% est couramment admis comme potentiel d'économie d'énergie¹⁹ en agissant sur les comportements.

Ces deux types d'actions, techniques et comportementales, sont complémentaires et la première peut palier à la seconde dans certains cas, par exemple avec l'installation d'un détecteur de présence pour gérer l'éclairage. Le chiffre de 15% est retenu pour l'estimation quantitative du potentiel d'économie d'énergie.

En outre, selon l'Agence suisse pour l'efficacité énergétique S.A.F.E., le remplacement des appareils électroménagers et électroniques par les modèles le plus efficaces permettrait d'économiser jusqu'à 40% d'électricité tandis que, lors du remplacement des sources lumineuses dans les bâtiments, l'économie pourrait atteindre jusqu'à 50%.

¹⁹ http://www.topten.ch/francais/recommandations/stop_standby_rg.html

Toujours selon S.A.F.E., sur la totalité de la consommation d'électricité nécessaire au fonctionnement des appareils électroménagers et électroniques ainsi que de l'éclairage, une part de 60% est dédiée aux appareils, alors que le 40% restant sert à l'éclairage.

Les chiffres retenus pour l'estimation du potentiel total (optimisation et remplacement) sont une économie de 40% sur les appareils ménagers et électroniques et une économie de 50% sur l'éclairage.

Consommation d'électricité dans les bâtiments en 2014 (estimation à partir de [22] et [4]) moins la consommation des chauffages et chauffe-eaux électriques directes ainsi que des pompes à chaleur	590 GWh - 70 GWh - 20 GWh = 500 GWh
Part de la consommation d'électricité pour les appareils électroménagers et électroniques en 2014 (estimation à partir de [22] et [26])	500 GWh * 60% = 300 GWh
Part de la consommation d'électricité pour l'éclairage des bâtiments en 2014 (estimation à partir de [22] et [26])	500 GWh * 40% = 200 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité (chiffre arrondi)	300 GWh * 40% + 200 GWh * 50% = 220 GWh

Tableau 13: Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'optimisation de l'exploitation des bâtiments, au remplacement des appareils électriques et à l'assainissement de l'éclairage

EE6 Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Selon l'OFEN et S.A.F.E., le potentiel d'économie d'énergie dans l'industrie, l'artisanat et les services pourrait atteindre 30% de la consommation pour les moteurs et les processus dans les entreprises grandes consommatrices et 10% dans les PME. Une étude de TEP Energie fondée sur les résultats effectifs d'entreprises engagées dans une convention d'objectifs a estimé à 25% le potentiel à long terme (2050). Le potentiel d'efficacité concerne surtout les moteurs électriques, les pompes, les ventilateurs, la production de froid et d'air comprimé.

Le potentiel global retenu s'élève à 18%.

Consommation d'électricité pour les installations des entreprises en 2014 (estimation à partir de [21] et [4])	430 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité (chiffre arrondi)	430 GWh * 18% = 80 GWh

Tableau 14: Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'optimisation de l'exploitation des installations électriques pour les processus

EE7 Efficacité énergétique de l'éclairage public (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Selon S.A.F.E., l'assainissement de l'éclairage public consistant à remplacer les sources lumineuses et à optimiser l'exploitation permettrait d'économiser jusqu'à 40% d'électricité.

Consommation d'électricité pour l'éclairage public en 2014 (selon [22])	15 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité	15 GWh * 40% = 6 GWh

Tableau 15: Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'assainissement et à l'optimisation de l'exploitation de l'éclairage public

5.2.2 Consommation supplémentaire d'électricité

Comme déjà mentionné dans le paragraphe initial du présent chapitre, de nouveaux bâtiments seront construits et de nouvelles entreprises seront implantées d'ici 2050. Ceci aura comme conséquence une consommation d'électricité supplémentaire par rapport à 2014. Ces diverses consommations annuelles supplémentaires – qui s'élèvent au total à environ 350 GWh – sont comptabilisées dans les

projections à l'horizon 2050 et les méthodologies de leur calcul sont présentées dans les paragraphes suivants.

Les installations et appareils électriques des nouveaux bâtiments qui seront construits jusqu'en 2050 entraîneront la consommation supplémentaire d'électricité estimée ci-dessous. L'augmentation de 20% de la consommation correspond à la croissance du nombre de bâtiments.

Consommation d'électricité dans les bâtiments en 2014 moins le potentiel total estimé d'économies d'électricité (cf. section 5.2.1)	590 GWh - (10 + 30 + 10 + 15 + 220) GWh = 305 GWh
Consommation annuelle supplémentaire d'électricité (chiffre arrondi)	305 GWh * 20% = 60 GWh

Tableau 16: Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due aux nouveaux bâtiments

Toujours concernant les bâtiments, des pompes à chaleur supplémentaires continueront d'être installées dans les nouvelles constructions ou dans les bâtiments existants d'ici 2050, autant pour le chauffage que pour la production d'eau chaude sanitaire (ECS). Pour l'estimation de cette consommation supplémentaire d'électricité, il faut tenir compte de la consommation des installations qui seront mises en service (cf. Tableau 30, lignes SGV et pompes à chaleur air/eau).

Consommation annuelle supplémentaire d'électricité des nouvelles pompes à chaleur (tout type confondu, coefficient de performance moyen (COP) = 3) à l'horizon 2050 (chiffre arrondi)	310 GWh / 3 = 100 GWh
--	------------------------------

Tableau 17: Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due aux nouvelles pompes à chaleur

Comme pour les combustibles, la consommation d'électricité supplémentaire pour les processus des nouvelles entreprises est estimée sur la base des hypothèses faites dans le cadre de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération prévoyant une augmentation de 46% du PIB d'ici 2050.

Consommation d'électricité pour les processus en 2014 moins le potentiel d'économie estimé à l'horizon 2050	430 GWh - 80 GWh = 350 GWh
Consommation annuelle supplémentaire d'électricité (chiffre arrondi)	350 GWh * 46% = 160 GWh

Tableau 18: Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due à l'implantation de nouvelles industries

Proportionnellement au nombre de nouvelles constructions, la consommation d'électricité pour l'éclairage public subira une augmentation de 20% en tenant compte du potentiel d'économie exploité.

Consommation d'électricité pour l'éclairage public en 2014 moins le potentiel total estimé d'économies d'électricité	15 GWh - 6 GWh = 9 GWh
Consommation annuelle supplémentaire d'électricité (chiffre arrondi)	9 GWh * 20% = 2 GWh

Tableau 19: Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due à l'extension de l'éclairage public

Dans le domaine de la mobilité, 40% du parc de voitures de tourisme fonctionnera à l'électricité à l'horizon 2050 selon le scénario "Nouvelle politique énergétique (NPE)" de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération. La base pour ce calcul de la consommation supplémentaire d'électricité des nouveaux véhicules électriques sont les quelque 114'000 voitures de tourisme que le canton de Neuchâtel comptera en 2050 (cf. section 5.3.1). Une consommation moyenne des voitures électriques de 12 kWh/100 km est prise en compte, tandis que la distance annuelle parcourue est fixée à 6'000 km, ce qui correspond à la moitié de la distance moyenne prise en compte dans le cadre de la mesure EE8 ci-dessous (cette réduction est due aux effets attendus de la mise en œuvre de la mesure EE9).

Nombre de voitures électriques en 2050 (chiffre arrondi)	114'000 * 40% = 45'000
Consommation annuelle supplémentaire d'électricité (chiffre arrondi)	45'000 * 12 kWh/100 km * 6'000 km/an = 30 GWh/an

Tableau 20: Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due aux nouveaux véhicules électriques

La totalité des consommations annuelles supplémentaires d'électricité présentées dans les paragraphes précédents – correspondante à 350 GWh – auraient des conséquences négatives sur la consommation d'énergie primaire si le mix actuel de consommation d'électricité, en bonne partie composé de sources non vérifiables et donc correspondant au mix européen (cf. section 3.2.1), ne changeait pas. Entre autre pour cette raison, il s'avère nécessaire de fortement augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix de consommation d'électricité dans le canton grâce aux mesures mentionnées à la section 6.2.

	Consommation finale en 2014 en GWh	Potentiel d'économie en GWh	Potentiel d'économie en %	Consommation finale si tout le potentiel est exploité en GWh
Électricité				
Bâtiments				
EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants	20	-10	-50%	10
EE4 Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification	70	-40	-57%	30
EE5 Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments	500	-235	-47%	265
Consommation supplémentaire nouveaux bâtiments		60		
Consommation supplémentaire nouvelles pompes à chaleur		100		
Total bâtiments (sans consomm. supplém.)	590	-285	-48%	305
Total bâtiments (y.c. consomm. supplém.)		-125	-21%	465
Processus				
EE6 Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises	430	-80	-19%	
Consommation supplémentaire nouvelles entreprises		160		
Total processus (sans consomm. supplém.)	430	-80	-19%	350
Total processus (y.c. consomm. supplém.)		80	19%	510
Eclairage public				
EE7 Efficacité énergétique de l'éclairage public	15	-6	-40%	9
Consommation supplémentaire extension éclairage public		2		
Total éclairage public (sans consomm. supplém.)	15	-6	-40%	9
Total éclairage public (y.c. consomm. supplém.)		-4	-27%	11
Mobilité	20	0	0%	20
Consommation supplémentaire nouvelles voitures électriques		30		
Total électricité (sans consomm. supplém.)	1'055	-371	-35%	684
Total électricité (y.c. consomm. supplém.)		-19	-2%	1'036

Tableau 21: Synthèse des potentiels d'économie annuelle et des consommations annuelles supplémentaires d'électricité

5.3 Carburants

Le secteur des transports et de la mobilité est en grande partie de la compétence de la Confédération. Une des missions principales du canton dans ce domaine est de planifier le développement de l'offre de transports publics (TP) et de la mobilité douce (MD) à court, moyen et long terme pour répondre aux besoins.

L'estimation quantitative du potentiel d'économie de carburants se concentre sur des mesures de grande ampleur au niveau du transport individuel motorisé des personnes et des transports routiers de marchandises. Elles touchent le domaine de l'amélioration de l'efficacité des moteurs à combustion (moteurs à essence, diesel, à gaz naturel) et la diffusion de la mobilité électrique, ainsi que celui de l'amélioration des flux de trafic routier avec notamment le transfert de la mobilité individuelle aux transports publics et la mobilité douce et l'évitement des trajets pas nécessaires. Comme pour les

combustibles et l'électricité, les nouveaux véhicules qui vont être mis en circulation d'ici 2050 ne contribuent pas à économiser de l'énergie, mais contribuent bel et bien à une augmentation de la consommation, l'objectif étant bien entendu de viser l'excellence énergétique de ces nouveaux véhicules en fonction de l'état d'avancement de la technique.

Les diminutions de consommation finale de carburants mentionnées dans les paragraphes suivants vont aussi contribuer à l'amélioration du bilan en énergie primaire du canton, compte tenu du mix actuel de consommation composé exclusivement de carburants fossiles (cf. section 3.2.1). Une estimation quantitative des effets globaux attendus après la mise en place des mesures sur la consommation d'énergie primaire est présentée dans le chapitre 7.

5.3.1 Potentiel d'économie de carburants

Le potentiel global d'économie annuelle de carburants réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014 est estimé à 880 GWh (sans tenir compte des consommations supplémentaires). En d'autres termes, à partir de 2050, la consommation annuelle de carburants serait de 880 GWh inférieure à celle de 2014. Ce potentiel résulte des mesures qui suivent.

EE8 Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Grâce notamment au renforcement des prescriptions mises en vigueur par la Confédération et aux incitations pour améliorer le rendement énergétique des véhicules routiers neufs, il est admis que la totalité des véhicules du parc actuel sera remplacée par des véhicules à bon rendement énergétique et par des véhicules électriques. A l'horizon 2050, les voitures de tourisme électriques représenteront 40% du parc selon l'OFEN [27] (scénario optimiste), tandis que le 60% restant ne consommera que la moitié du carburant (hypothèse basée sur les prescriptions mises en vigueur par la Confédération).

Le nombre total de véhicules à moteur concernés par cette mesure dans le canton était en 2014 de l'ordre de 119'000 répartis de la manière suivante:

Voitures de tourisme	Véhicules de transport de personnes	Véhicules de transport de choses	Véhicules agricoles et véhicules industriels	Motocycles
95'000	1'500	6'500	4'100	12'000

Tableau 22: Nombre de véhicules à moteur (arrondi). Source: Office fédéral de la statistique (OFS)

Consommation de carburant des véhicules à moteur en 2014 (selon [22])	1'370 GWh
Estimation de la consommation des voitures de tourisme en 2014 (selon données du SCAN et du micro recensement 2010 de l'ARE)	95'000 voitures de tourisme * 7 litres/100km * 12'000 km/an * 9 kWh/litre = 720 GWh
Part de la consommation annuelle des voitures de tourisme substituées par des voitures électriques	720 GWh * 40% = 290 GWh
Part de la consommation annuelle des voitures de tourisme substituées par des voitures efficaces consommant la moitié de carburant	720 GWh * 60% = 430 GWh
Consommation annuelle des véhicules à moteurs autre que les voitures de tourisme	1'370 GWh - 720 GWh = 650 GWh
Potentiel d'économie annuelle de carburants (chiffre arrondi)	290 GWh + (430 GWh + 650 GWh) * 50% = 830 GWh

Tableau 23: Potentiel d'économie annuelle de carburants grâce au remplacement des anciens véhicules

EE9 Amélioration des flux de trafic (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Afin d'améliorer le flux de trafic routier, le transfert du trafic individuel motorisé aux transports publics et à la mobilité douce est visé (transfert modal). En outre, les infrastructures nécessaires devront être mises en place pour viser une amélioration de l'efficacité des transports (p.ex. mobilité combinée et

carsharing). D'autres mesures novatrices visant la réduction de la demande de mobilité seront également introduites à plus large échelle (p.ex. télétravail).

Au niveau comportemental et de la gestion de la mobilité, les conducteurs de véhicules à moteur seront amenés à adopter une conduite économe (EcoDrive), les entreprises et les communes seront invitées à mettre en place une gestion durable de la mobilité et des projets innovants visant à faire évoluer le comportement en matière de mobilité seront soutenus. Le canton et les communes auront en outre un rôle important à jouer dans le domaine de l'aménagement du territoire (exemples d'actions: plan cantonal des transports, places de stationnement réglementées, définition des zones à bâtir uniquement aux endroits déjà desservis par les transports publics, etc.).

Selon les expériences pratiques de ces dernières années, la mise en œuvre des mesures susmentionnées aura comme conséquence une réduction estimée de 10% de la consommation de carburants du parc véhicules en circulation. Afin d'éviter un double comptage des effets des mesures EE8 et EE9, le potentiel d'économie d'énergie identifié pour la première mesure est soustrait à la consommation totale en 2014, avant de calculer le potentiel d'économie de la deuxième mesure.

Consommation de carburants des véhicules à moteur en exploitant la totalité du potentiel de la mesure EE8	1'370 GWh - 830 GWh = 540 GWh
Potentiel d'économie annuelle de carburants (chiffre arrondi)	540 GWh * 10% = 50 GWh

Tableau 24: Potentiel d'économie annuelle de carburants grâce à l'amélioration des flux de trafic

5.3.2 Consommation supplémentaire de carburants

La consommation annuelle supplémentaire de carburants des nouveaux véhicules qui seront mis en circulation dans le canton à l'horizon 2050 est estimée dans le tableau suivant. L'hypothèse retenue table sur une augmentation de 20% du parc véhicules à l'horizon 2050 (basé sur l'augmentation de 33% entre 1990 et 2014) en tenant compte du potentiel d'économie.

Consommation de carburants en 2014 moins le potentiel total d'économies estimé	1'370 GWh - 830 GWh - 50 GWh = 490 GWh/an
Consommation annuelle supplémentaire de carburants (chiffre arrondi)	490 GWh/an * 20% = 100 GWh/an

Tableau 25: Consommation annuelle supplémentaire de carburants due aux nouveaux véhicules

	Consommation finale en 2014 en GWh	Potentiel d'économie en GWh	Potentiel d'économie en %	Consommation finale si tout le potentiel est exploité en GWh
Carburants				
EE8 Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique		-830	-61%	
EE9 Amélioration des flux de trafic		-50	-4%	
Consommation supplémentaire nouveaux véhicules		100		
Total carburants (sans consomm. supplém.)	1'370	-880	-64%	490
Total carburants (y.c. consomm. supplém.)		-780	-57%	590

Tableau 26: Synthèse des potentiels d'économie annuelle et des consommations annuelles supplémentaires de carburants

5.4 Autres mesures

Les mesures décrites dans les sections suivantes contribuent à une utilisation économe et rationnelle de l'énergie, mais ne sont pas analysées quantitativement dans le cadre de la présente conception directrice puisqu'il s'agit de mesures en partie pas encore mûres pour une application généralisée et que leurs effets ne sont pas facilement quantifiables.

5.4.1 Technologies à haut rendement énergétique

Outre les principales mesures présentées dans les sections précédentes, un certain nombre de technologies à haut rendement énergétique pourrait contribuer aux efforts d'économie d'énergie qui seront nécessaires dans les années et décennies à venir. Les plus importantes à retenir en fonction de l'état actuel des connaissances sont brièvement décrites dans les paragraphes suivants.

- Pile à combustible

Une pile à combustible est capable de transformer de l'énergie chimique en énergie électrique. Sa structure simple la fait ressembler à une batterie. Avec les piles à combustible, il n'est plus nécessaire de recourir à plusieurs niveaux de transformation, tels qu'ils existent dans un moteur à combustion ou un générateur (énergie thermique, mécanique et électromagnétique). Il s'agit donc de systèmes de transformation de l'énergie à fort rendement. Le potentiel d'utilisation des piles à combustible est vaste: propulsion de véhicules, approvisionnement énergétique fixe et alimentation de petits appareils électroniques. La pile à combustible est considérée comme une technologie très prometteuse depuis de nombreuses années. Mais encore non parvenue à maturité, elle demande d'importants investissements en recherche et développement. En l'état actuel, elle a pour défauts sa durée de vie limitée, le prix élevé des modules, ainsi que le coût de préparation du combustible. Néanmoins, il existe des produits disponibles sur le marché pour les bâtiments (Toshiba et Panasonic) et les véhicules (Toyota Mirai depuis avril 2015 et Honda FCV dès mars 2016).

- Couplage chaleur-force (CCF)

Schématiquement, le CCF désigne un chauffage qui produit du courant, ou alors une centrale électrique qui fournit également de la chaleur. Le combustible est ainsi utilisé à 90-95%. Selon l'OFEN, combinée avec les pompes à chaleur électriques, l'utilisation à large échelle des installations de couplage chaleur-force est promise à un bel avenir: elle permettrait en effet par exemple de réduire de moitié les besoins en énergie – et l'émission de CO₂ qui lui est associée – que demandent le chauffage des bâtiments et la production d'eau chaude. De plus, les installations de couplage chaleur-force pourraient produire quelque 30% de l'électricité consommée en Suisse.

- Chauffage à distance (CAD)

La chaleur à distance est produite dans une installation – centrale thermique, usine d'incinération des ordures ménagères, installation de combustion de copeaux de bois – avant d'être acheminée par un réseau de conduites vers les clients sous forme d'eau chaude destinée à chauffer des locaux ou à préparer de l'eau chaude sanitaire. La chaleur à distance présente de nombreux avantages: les installations sont peu encombrantes, le client ne doit se préoccuper ni d'acheter ou de stocker des combustibles, ni d'entretenir son installation. Cette technique offre une sécurité d'approvisionnement élevée car les systèmes de chaleur à distance peuvent fonctionner avec différents agents énergétiques. Autant pour les réseaux CAD existants que pour ceux à construire, une optimisation de leur exploitation (condensation des fumées en sortie de chaudière, maintien des températures de retour le plus bas possible) permettrait d'économiser jusqu'à 30% de combustible pour la même quantité d'énergie finale fournie aux consommateurs.

Le remplacement d'une chaudière traditionnelle aux énergies fossiles (mazout ou gaz naturel) par un CCF, une pile à combustible ou le raccordement à un réseau CAD permet d'améliorer le rendement global du système. La même remarque est valable dans le cas du remplacement des systèmes de climatisation ou production de froid de confort ou commercial traditionnels à l'électricité par des technologies à haut rendement énergétique, comme par exemple un système freecooling avec réseau de froid à distance (cf. fiche de mesure ER3).

Dans les années à venir, les systèmes de production et distribution de chaleur suivants seront vraisemblablement appelés à jouer un rôle de plus en plus important: réseaux de chaleur avec CCF centralisé, réseaux de gaz naturel / biogaz / hydrogène, CCF au bois ou au gaz / biogaz / hydrogène décentralisés (par quartier, par bâtiment), pile à combustible dans les bâtiments, réseaux à basse enthalpie avec pompes à chaleur dans les bâtiments, etc.

5.4.2 Production décentralisée, réseaux intelligents et stockage de l'électricité

Selon le projet "Production d'électricité durable décentralisée" du programme national de recherche (PNR 70 "Virage énergétique"), une solution prometteuse permettant de relever les défis résultant de la sortie progressive du nucléaire consiste à produire de l'électricité décentralisée basée sur les énergies renouvelables, à l'aide de processus de micro-cogénération de gaz naturel et de stockage d'énergie (systèmes multi-énergie). Dans de tels systèmes, les émissions de CO₂ peuvent être encore diminuées en remplaçant le gaz naturel par du biogaz ou du gaz synthétique issus de sources d'énergies renouvelables. La part croissante d'une production décentralisée d'électricité en Suisse pose de nouveaux défis aux réseaux électriques.

Les réseaux intelligents – ou *smart grids* – contribueront à relever ces défis. Le recours aux technologies de l'information et de la communication permet de mettre en place des réseaux de données et des réseaux d'électricité intégrés, dotés de nouvelles fonctionnalités. Ainsi, une gestion intelligente des réseaux peut par exemple équilibrer la production irrégulière d'électricité renouvelable avec la consommation d'électricité. Offrant une gestion sûre, efficace et fiable des systèmes, les réseaux intelligents contribuent à diminuer les besoins de développement du réseau.

Les systèmes de mesure intelligents installés chez le consommateur final (*smart meter*) sont intégrés aux réseaux. Ils participent à l'augmentation de l'efficacité énergétique et contribuent à économiser l'électricité. Ils soutiennent en outre les nouvelles fonctionnalités du réseau.

Un des désavantages des sources d'énergies renouvelables est le fait qu'elles sont intermittentes. Il faut pouvoir stocker l'énergie produite lorsque celle-ci est en excès et la redistribuer quand la demande est à nouveau plus forte. Avec l'essor actuel des sources renouvelables, le stockage devient de plus en plus indispensable [28].

Les technologies existantes:

- Le pompage-turbinage, déjà très bien exploité en Suisse, est une technologie déjà arrivée à maturité. Par contre, il affiche des possibilités d'extension et un potentiel d'innovation limités et n'est pas nécessairement disponible là où les pointes de production sont générées. Ce dernier aspect implique la nécessité de transporter les pics de production sur des longues distances, ce qui représente un défi pour le réseau électrique. En fait, plus il y a de possibilités de stockage délocalisé, plus il est possible d'économiser dans le développement du réseau. La contribution du pompage-turbinage ne suffira donc pas à gérer le tournant énergétique, mais d'autres technologies seront nécessaires.
- Autres moyens les plus prometteurs envisagés actuellement: stockage chimique sous forme de gaz (hydrogène ou méthane, en anglais: *power to gas*), stockage électrochimique (batteries) et stockage à l'air comprimé. Chacun de ces moyens possède des avantages et des inconvénients et sont donc à mettre en œuvre de manière judicieuse.

Facteurs de succès d'une technologie:

- "*Round-trip efficiency*" ou efficacité énergétique
- Densité énergétique (rapport entre la quantité d'énergie à stocker et la taille du système)
- Capacité d'intégration à l'infrastructure existante. P.ex.: l'hydrogène est une très belle forme de stockage, mais l'infrastructure fait défaut. La transformation chimique de l'hydrogène et du CO₂ en gaz naturel de synthèse est actuellement évaluée pour remédier à ce problème
- Durée de vie de l'installation

Il est très difficile de dire quelle est la meilleure technologie. Cela dépend également de la durée de stockage souhaitée. Le stockage chimique (hydrogène notamment) a un très grand potentiel. Il y aura de la place pour un grand nombre de technologies. Il sera important de mettre en œuvre la meilleure technologie au bon endroit et au bon moment.

Champs d'activité de la recherche sur le stockage de l'énergie en Suisse:

- Batteries (trois axes: lithium-ion, sodium, lithium-air)
- Stockage thermique et mécanique (bâtiment, pompes à chaleur, stockage adiabatique par air comprimé)
- Production et stockage de l'énergie à l'aide d'hydrogène
- Stockage sous la forme d'hydrocarbure synthétique (p.ex.: gaz naturel de synthèse)
- Intégration de ces technologies dans les infrastructures existantes (domaine le plus proche du marché)

5.5 Synthèse

Le Tableau 27 présente la synthèse des potentiels d'économie annuelle d'énergie dans le canton sans et avec les consommations supplémentaires dues aux nouvelles constructions, aux nouvelles entreprises, aux nouveaux véhicules, etc. qui paraissent réalistes à l'horizon 2050, ainsi que les

consommations d'énergie finale en 2014. Les estimations des potentiels se basent sur la littérature spécialisée et les données statistiques à disposition. Elles tiennent compte du développement technologique attendu et tablent sur le fait que les technologies les plus efficaces sont employées (le potentiel technico-économique est souvent équivalent).

	Consommation finale en 2014 en GWh	Potentiel d'économie en GWh	Potentiel d'économie en %	Consommation finale si tout le potentiel est exploité en GWh
Total combustibles (sans consomm. supplém.)	2'070	-1'130	-55%	940
Total combustibles (y.c. consomm. supplém.)		-890	-43%	1'180
Total électricité (sans consomm. supplém.)	1'055	-371	-35%	684
Total électricité (y.c. consomm. supplém.)		-19	-2%	1'036
Total carburants (sans consomm. supplém.)	1'370	-880	-64%	490
Total carburants (y.c. consomm. supplém.)		-780	-57%	590
Total global (sans consomm. supplém.)	4'495	-2'381	-53%	2'114
Total global (y.c. consomm. supplém.)		-1'689	-38%	2'806

Tableau 27: Synthèse des potentiels d'économie annuelle d'énergie (sans et avec consommations supplémentaires)

Sans tenir compte des consommations supplémentaires dues aux nouvelles constructions, aux nouvelles entreprises, aux nouveaux véhicules, etc., le potentiel global d'économie annuelle d'énergie dans le canton à l'horizon 2050 est de 2'381 GWh et correspond à 53% de la consommation en 2014.

Les consommations annuelles supplémentaires dans le canton à l'horizon 2050 dues aux nouvelles constructions, aux nouvelles entreprises, aux nouveaux véhicules, etc. sont estimées à 692 GWh, ce qui réduit le potentiel d'économie d'énergie à 1'689 GWh (38% de la consommation en 2014).

- Le potentiel d'économie annuelle de combustibles sans consommations supplémentaires s'élève à 1'130 GWh (55% de la consommation en 2014) et à 890 GWh (43%) en déduisant les 240 GWh de consommations annuelles supplémentaires
- Le potentiel d'économie annuelle d'électricité sans consommations supplémentaires s'élève à 371 GWh (35% de la consommation en 2014) et à 19 GWh (2%) en déduisant les 352 GWh de consommations annuelles supplémentaires
- Le potentiel d'économie annuelle de carburants sans consommations supplémentaires s'élève à 880 GWh (64% de la consommation en 2014) et à 780 GWh (57%) en déduisant les 100 GWh de consommations annuelles supplémentaires

Le potentiel d'économie annuelle d'énergie plus important en chiffres absolus est représenté par les combustibles (chauffage et eau chaude sanitaire dans les bâtiments ainsi que processus industriels) tandis qu'en pourcent par rapport à la consommation de 2014, les carburants pétroliers (essence et diesel) affichent le potentiel le plus élevé. Les économies possibles dans le domaine de l'électricité (chauffage et eau chaude sanitaire, éclairage, appareils, etc. dans les bâtiments, éclairage public ainsi que processus industriels) sont plus petites, mais pas négligeables. Ceci d'autant plus qu'un défi important dans ce dernier domaine sera de compenser l'augmentation prévue de la consommation causée par une électrification de plus en plus importante de notre société (pompes à chaleur, véhicules électriques, etc.).

Box-Récapitulatif 4 : Chapitre 5 "Potentiel d'économie d'énergie et consommation supplémentaire dans le canton"

6 POTENTIEL DE PRODUCTION D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

Afin de permettre par la suite la définition des objectifs du canton en matière de production d'énergies renouvelables indigènes (cf. chapitre 7) et des mesures à mettre en place pour les atteindre (chapitre 8), les possibilités d'augmentation de cette production sur le territoire cantonal sont passées en revue dans le présent chapitre. Les énergies renouvelables (ER) considérées dans ce rapport sont celles provenant de l'eau, du vent, du soleil, de la chaleur et le froid de l'environnement (terre, eau, air), de la biomasse et des rejets de chaleur. Leur potentiel de développement est décrit dans les trois sections suivantes tout en les classant selon les formes d'énergie "combustibles" (cf. section 6.1), "électricité" (cf. section 6.2) et "carburants" (cf. section 6.3). Des synthèses détaillées des potentiels de production d'énergies renouvelables dans le canton sont présentées à la fin de chaque section et une synthèse globale dans le Tableau 40 et dans le Box-Récapitulatif 5 à la fin du présent chapitre. Les énergies renouvelables produites à partir de sources provenant de l'extérieur du canton (granulés de bois ou pellets et électricité renouvelable importés) ne sont pas considérées ici. Le but du présent chapitre est de donner des ordres de grandeur cohérents des potentiels réalisables permettant par la suite de définir des objectifs énergétiques réalistes. La description détaillée des mesures est consultable dans les fiches présentées au chapitre 8.

Tout comme pour le domaine des économies d'énergie, les mêmes remarques concernant la définition de la notion de potentiel ainsi que le potentiel évalué sont valables pour le domaine de la production d'énergies renouvelables (cf. chapitre 5).

L'estimation des potentiels de valorisation des énergies renouvelables sur le territoire du canton de Neuchâtel se base sur les études réalisées à ce jour concernant la géothermie, le bois-énergie des forêts neuchâteloises, le solaire thermique et photovoltaïque, l'hydraulique, ainsi que l'éolien. Des hypothèses ont été faites pour estimer les potentiels des agents énergétiques restants et pour affiner certaines autres données des études susmentionnées.

6.1 Combustibles pour la chaleur et le froid

L'estimation quantitative du potentiel de production de chaleur et froid à partir de combustibles renouvelables se concentre sur les technologies connues à ce jour. Il s'agit du bois-énergie, du solaire thermique, de la chaleur et le froid de l'environnement, de l'incinération des ordures et du biogaz.

Les augmentations de production de chaleur et froid à partir de combustibles renouvelables mentionnées dans les paragraphes suivants vont aussi contribuer à l'amélioration du bilan en énergie primaire du canton, compte tenu du fait qu'elles vont substituer des agents non renouvelables du mix actuel de consommation de chaleur composé majoritairement par de l'énergie fossile (cf. section 3.2.1). Une estimation quantitative des effets globaux attendus après la mise en place des mesures sur le bilan d'énergie primaire est présentée dans le chapitre 7.

Le potentiel global de production annuelle de chaleur et de froid par des énergies renouvelables indigènes est estimé à 1'040 GWh, y compris la production actuelle (2014) qui correspond à 244 GWh. Ceci implique un potentiel annuel supplémentaire de 796 GWh. Il résulte des mesures qui suivent.

ER1 Bois-énergie (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Selon les études réalisées par Xylon SA en 2010-2011 et les données mises à jour par la Commission bois-énergie Lignum (COBEL) en janvier 2014 [29], [30], [31], le potentiel global annuel du bois énergie issu des forêts neuchâteloises (y compris des pâturages boisés) s'élève à environ 180'000 m³ équivalent plaquettes (m³pl). Cette quantité de bois permettrait de produire 150 GWh de chaleur. Plus des 2/3 de ce potentiel (c.-à-d. 112 GWh en 2014) est déjà exploité grâce à des installations existantes. Le solde encore disponible pour des nouvelles installations approvisionnant un réseau de chauffage à distance (CAD) s'élève donc à 38 GWh.

Outre le bois de forêts directement brûlé sous forme de bûches, dépouilles et plaquettes, le bois-énergie peut être valorisé en tant que sous-produit de scierie (y compris le bois usagé/de récupération) ou, après transformation, sous forme de granulés (pellets). Si, en ce qui concerne les sous-produits de scierie, on part du principe qu'il s'agit d'une ressource indigène neuchâteloise, ceci n'est pas le cas pour les granulés, vu qu'il n'existe en 2015 aucune usine de fabrication dans le canton. Il s'agit d'une énergie renouvelable importée. Le potentiel d'exploitation de sous-produits est

défini comme l'exploitation actuelle (année 2014) qui correspond à environ 30 GWh pour les sous-produits de scierie et le bois usagé/de récupération.

Le potentiel supplémentaire d'utilisation du bois peut être réparti dans plusieurs techniques de production, soit les chaufferies de quartier, des chaudières individuelles à bois, des couplages chaleur-force reliés à un chauffage à distance.

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Bois de feu et bois décheté issu des forêts neuchâteloises	112	150	75%
Sous-produits de scierie	28	30	93%
Total	140	180	78%

Tableau 28: Potentiels de production annuelle de chaleur à partir de bois-énergie

ER2 Solaire thermique (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

La surface de panneaux solaires thermiques produisant de la chaleur pour l'eau chaude sanitaire ou comme appoint pour le chauffage installée était d'environ 40'000 m² en 2014. Dans le cadre de l'élaboration du cadastre solaire du canton réalisé en 2011 ([32] et [33]), il a été calculé qu'une surface de toitures comprise entre 4 et 6 millions de m² (avec une bonne aptitude) était à disposition pour la pose de capteurs solaires thermiques et de panneaux photovoltaïques. Compte tenu du fait que la chaleur produite par des panneaux solaires thermiques doit être consommée sur place, un surdimensionnement des installations n'est pas souhaitable. Autrement dit, les surfaces disponibles des toitures du canton permettent facilement de couvrir la demande thermique de proximité exploitable. Pour l'évaluation du potentiel de production de chaleur par des capteurs thermiques de proximité, il est proposé de considérer la demande de chaleur avec 1 m² de panneaux par habitant du canton en 2050 (perspectives: 205'000 habitants en 2050), ce qui correspond à 205'000 m² ou environ 95 GWh (avec un rendement annuel moyen de 450 kWh/m²).

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Solaire thermique	19	95	20%

Tableau 29: Potentiels de production annuelle de chaleur à partir du solaire thermique

ER3 Chaleur et froid de l'environnement (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Le potentiel géothermique sur le territoire du canton dans les domaines de l'implantation de sondes géothermiques verticales (SGV), des géo structures énergétiques (GEN), des nappes phréatiques (NAP) et des aquifères profonds (APR) a été évalué de manière détaillée et pour chaque commune du canton entre 2008 et 2012 par le Laboratoire de géothermie (CREGE) de l'Université de Neuchâtel (cf. [34], [35], [36]). En outre, le potentiel thermique des sources et eaux de surface (SES) – à savoir les cours d'eau, les stations d'épuration des eaux usées (STEP) et le lac – a également été évalué tout en tenant compte de la température à conserver dans les cours d'eau. Dans ce domaine, l'exploitation de l'énergie du sous-sol peut être réalisée par échange thermique (SGV, GEN) ou en circuit ouvert, par captage et rejet d'eau (NAP, SES, APR). Les SGV, GEN, NAP et SES permettent la production de chaleur et de froid. Les APR permettent de produire seulement de la chaleur. A noter que la plupart des systèmes mentionnés (SGV, GEN, NAP) peuvent être optimisés en mettant en œuvre le stockage de chaleur et de froid saisonnier et augmenter ainsi très significativement la part d'énergie exploitable par unité de ressource (m³ de terrain, débit de pompage, ...).

Concernant les pompes à chaleur (PAC) air-eau, qui sont souvent préférées en raison de moindre coûts d'investissement et qui ont un rendement moindre par rapport aux autres technologies, le potentiel est théoriquement infini, mais nous partons du principe qu'au maximum 15% des bâtiments du canton vont à terme être chauffés grâce à cette technologie (hypothèse SENE). Il s'agirait donc de chauffer environ 4'500 bâtiments (besoin de chaleur estimé: 4'500 bâtiments * 750 m² SRE * 30 kWh/m² = 100 GWh) pour une production d'environ 60 GWh de chaleur soutirée de l'environnement (hypothèse SENE: coefficient de performance COP = 2.5).

Le potentiel de production de chaleur grâce à la géothermie profonde type EGS (technique d'amélioration d'un système géothermal profond par stimulation hydraulique, thermique ou chimique des fractures existantes, comme réalisée à Bâle) n'est pas estimé dans le cadre de la présente conception directrice. Cette technologie nécessite des investissements très conséquents et présente des défis techniques importants. Si aucune installation de ce type ne fonctionne encore en Suisse, cette technologie pourrait être intégrée dans les réflexions dans les années à venir.

Les données de production actuelle (2014) qui est très faible en regard du potentiel théorique total (> 3'900 GWh), ainsi que le potentiel réalisable à l'horizon 2050 (y compris la production actuelle) sont présentés dans le tableau suivant. Les technologies sont classées par ordre de priorité et efficacité énergétique décroissants (avec des COP pouvant aller de 4.5 ou plus pour les cinq premières technologies à 2.5 pour les PAC air-eau).

	Production en 2014 en GWh	Potentiel réalisable total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Sources et eaux de surface (SES)	2	250	0.8%
Nappes phréatiques (NAP)	1	50	2%
Sondes géothermiques verticales (SGV)	15	250	6%
Aquifères profonds (APR)	0	40	0%
Géo structures énergétiques (GEN)	0	50	0%
Pompes à chaleur air-eau	12	60	20%
Total	30	700	4%

Tableau 30: Potentiels de production annuelle de chaleur et froid soutirés à l'environnement

Une part non négligeable de cette ressource permet de produire de la chaleur et du froid sans machine thermique (PAC). Dans le cas de la production de froid (surtout NAP et SES), cela se répercutera sur une nette diminution de la consommation électrique du canton. Les nouvelles pompes à chaleur qui seront mises en service dans le canton dans les décennies à venir pour pouvoir exploiter la chaleur et le froid de l'environnement (mais pas systématiquement) pourront avoir comme conséquence une augmentation de la consommation d'électricité par rapport à l'année de référence. Des mesures pourront être prises, comme l'encouragement de l'autoproduction d'électricité – par ex. couplage chaleur-force (CCF) et PAC – et des PAC les plus efficaces, pour limiter cette augmentation. L'augmentation de la consommation est tenue en compte dans les projections et la méthodologie de son calcul est présentée dans la section 5.2.2. En outre, elle aurait des conséquences négatives sur la consommation d'énergie primaire si le mix actuel de consommation d'électricité, en bonne partie composé par du nucléaire et de l'énergie fossile (cf. section 3.2.1), ne changeait pas. Entre autre pour cette raison, il s'avère nécessaire de fortement augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix de consommation d'électricité dans le canton grâce aux mesures mentionnées à la section 6.2 et de favoriser les systèmes performants n'induisant pas de surconsommation électrique (p.ex. combinaison CCF-PAC électrique, PAC gaz ou avec autres agents énergétiques).

Autres énergies renouvelables

Les mesures décrites dans les paragraphes suivants contribuent à une augmentation de la production d'énergies renouvelables, mais ne font pas l'objet d'une fiche de mesures. Les aspects économique-financiers les concernant ne sont pas analysés dans le cadre de la présente conception directrice.

Incinération des ordures (couplage chaleur-force, CCF)

L'incinération des ordures ménagères dans les deux usines de Colombier et la Chaux-de-Fonds contribue de manière importante à la production d'énergie indigène (selon la définition de l'OFEN dans le cadre des statistiques suisses de l'énergie, seul 50% de la production totale peut être considéré comme renouvelable). La production totale de chaleur a dépassé les 90 GWh en 2014, dont seulement la moitié peut être considérée comme renouvelable. Pour l'évaluation du potentiel de production d'énergie à partir des usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM), on part du principe que la quantité d'ordures incinérées se stabilisera à l'avenir (augmentation de la population, mais aussi du taux de recyclage) et que les réseaux de chauffage à distance subiront des extensions et des densifications limitées (hypothèse SENE).

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Incinération des ordures	45	50	90%

Tableau 31: Potentiels de production annuelle de chaleur à partir de l'incinération des ordures

Biogaz (CCF)

Concernant la production de biogaz dans les stations d'épuration des eaux usées (STEP), il est retenu qu'aucun potentiel supplémentaire n'existe par rapport à la production actuelle.

Le potentiel de production de biogaz à partir de déchets organiques dans le canton de Neuchâtel a été évalué dans une étude de 2008 mandatée par le service de la protection de l'environnement. Il en résulte une production potentielle de chaleur grâce au couplage chaleur-force (CCF) s'élevant entre 1.5 et environ 3 GWh. Les deux installations agricoles mises en service en 2013 (Val-de-Travers et Val-de-Ruz) affichent une production de chaleur d'environ 2.4 GWh. Pour le potentiel total, il est admis que deux autres installations semblables pourraient être réalisées.

Un doublement de la production actuelle est prévu pour les autres installations (industrie, ...).

Outre la valorisation dans un CCF, le biogaz peut être injecté dans le réseau de gaz naturel après purification.

Les données de production actuelle (part utilisée in situ pour le processus et part valorisée à l'externe dans un chauffage à distance en 2014), ainsi que le potentiel total (y compris la production actuelle) sont présentés dans le tableau suivant.

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Stations d'épuration des eaux usées (STEP)	7	7	100%
Installations agricoles	2	6	0%
Autres installations (industrie, ...)	1	2	50%
Total	10	15	66%

Tableau 32: Potentiels de production annuelle de chaleur à partir du biogaz

	Production finale en 2014 en GWh	Potentiel de production total (y.c. la production actuelle) en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Combustibles			
ER1 Bois-énergie	140	180	78%
ER2 Solaire thermique	19	95	20%
ER3 Chaleur et froid de l'environnement	30	700	4%
Incinération ordures (CCF)	45	50	90%
Biogaz (CCF)	10	15	66%
Total combustibles	244	1'040	23%

Tableau 33: Synthèse des potentiels de production annuelle de chaleur et froid renouvelable indigène

6.2 Electricité

L'estimation quantitative du potentiel de production d'électricité à partir de sources renouvelables se concentre sur les technologies connues à ce jour. Il s'agit du solaire photovoltaïque, des énergies hydraulique et éolienne, de l'incinération des ordures et du biogaz.

Les augmentations de production d'électricité renouvelable mentionnées dans les paragraphes suivants vont aussi contribuer à l'amélioration du bilan en énergie primaire du canton, compte tenu du fait qu'elles vont substituer des agents non renouvelables du mix actuel de consommation d'électricité composé majoritairement par de l'énergie nucléaire et fossile (cf. section 3.2.1). Une estimation

quantitative des effets globaux attendus après la mise en place des mesures sur le bilan d'énergie primaire est présentée dans le chapitre 7.

Le potentiel global de production annuelle d'électricité par des énergies renouvelables indigènes est estimé à 635 GWh, y compris la production actuelle (2014) qui correspond à 170 GWh. Ceci implique un potentiel annuel supplémentaire de 465 GWh. Il résulte des mesures qui suivent.

ER4 Solaire photovoltaïque (cf. fiche de mesure à la section 8.2.1)

Dans le cadre de l'élaboration du cadastre solaire du canton réalisé en 2011 ([32] et [33]), il a été calculé qu'une surface de toitures comprise entre 4 et 6 millions de m² (avec une aptitude excellente ou bonne) était à disposition pour la pose de panneaux solaires photovoltaïques et de capteurs thermiques. La totalité de cette surface permettrait théoriquement de produire 710 GWh d'électricité. En tenant compte notamment des toitures protégées ou inexploitable (complexité technique, ombrages), des sites UNESCO et des surfaces réservées pour le solaire thermique, le potentiel réalisable total dans le canton a été estimé à 180 GWh (25% du potentiel technique). Il est en outre utile de mentionner que des panneaux solaires photovoltaïques peuvent également être posés au sol (p.ex. sur des terrains en zone industrielle) et sur les façades des bâtiments. Bien que son rendement énergétique soit réduit, un développement de cette dernière variante est pressenti, ce qui augmenterait sensiblement les surfaces à disposition ainsi que le potentiel de production (surtout en hiver). Aucune estimation de ce dernier potentiel n'a été faite.

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Solaire photovoltaïque	13	180	7%

Tableau 34: Potentiels de production annuelle d'électricité solaire photovoltaïque

Autres énergies renouvelables

Les mesures décrites dans les paragraphes suivants contribuent à une augmentation de la production d'énergies renouvelables, mais ne font pas l'objet d'une fiche de mesures. Les aspects économique-financiers les concernant ne sont pas analysés dans le cadre de la présente conception directrice.

Energie hydraulique

Selon une étude mandatée par le Département de la gestion du territoire et réalisée en 2009 [37], le potentiel technique global annuel de production d'électricité grâce à la force hydraulique s'élève à 320 GWh. Les 17 sites en service (situation en 2009) assurent une production théorique totale de 150 GWh avec une optimisation possible d'environ 100 GWh. De nouvelles installations pourraient potentiellement produire environ 70 GWh supplémentaires.

En 2012, une nouvelle étude menée pour le compte du canton a permis d'évaluer les effets sur la nature et le paysage des sites retenus dans le cadre de l'étude technique [38]. Bien que des contraintes environnementales soient présentes sur tous les sites, la production hydroélectrique du canton semble pouvoir progresser de près de 60 GWh, ce qui représenterait une augmentation de 50% par rapport à la production en 2014. Ceci correspond à un potentiel réalisable global annuel de production d'électricité grâce à la force hydraulique neuchâteloise s'élevant à 210 GWh.

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Hydraulique	122	210	58%

Tableau 35: Potentiels de production annuelle d'électricité hydraulique

Energie éolienne

Selon le concept éolien du canton de Neuchâtel publié en 2010 [39], le potentiel de production totale d'électricité sur les cinq sites retenus s'élève à 208 GWh (cf. tableau ci-dessous) en considérant des éoliennes d'une puissance unitaire de 2 MW.

Nom	Production en 2014 en GWh	Potentiel de production en GWh	Potentiel déjà exploité en %
1 Site du Crêt-Meuron	0	23	0%
2 Site de La Montagne-de-Buttes	0	70	0%
3 Site de La Vue-des-Alpes	0	40	0%
4 Site de La Joux-du-Plâne	0	12	0%
5 Site du Mont-de-Boveresse	0	63	0%
Total sites appropriés	0	208	0%

Tableau 36: Potentiels de production annuelle d'électricité éolienne

Incinération des ordures (CCF)

Concernant l'incinération des ordures, les mêmes remarques préalables exprimées dans la section 6.1 à propos de la production de chaleur sont valables ici. La production totale d'électricité s'est élevée à environ 57 GWh en 2014, dont seulement la moitié peut être considérée comme renouvelable. Le potentiel total de production d'électricité à partir de l'incinération des ordures ménagères est donc fixé à 60 GWh (dont 30 GWh considérés comme renouvelables).

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Incinération des ordures	28	30	93%

Tableau 37: Potentiels de production annuelle d'électricité à partir de l'incinération des ordures

Biogaz (CCF)

Comme pour la production de chaleur à partir de biogaz (cf. section 6.1), il est admis qu'aucun potentiel supplémentaire n'existe par rapport à la production d'électricité actuelle des stations d'épuration des eaux usées (STEP).

La production potentielle d'électricité grâce au couplage chaleur-force (CCF) s'élève environ entre 1 et 2.5 GWh. Les deux installations agricoles mises en service en 2013 (Val-de-Travers et Val-de-Ruz) affichent une production d'électricité d'environ 2 GWh. Pour le potentiel total, il est admis que deux autres installations semblables pourraient être réalisées.

Aucune production n'est prévue pour les autres installations (industrie, ...).

Les données de production actuelle (2014) ainsi que le potentiel total (y compris la production actuelle) sont présentées dans le tableau suivant.

	Production en 2014 en GWh	Potentiel total en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Stations d'épuration des eaux usées (STEP)	3	3	100%
Installations agricoles	2	4	50%
Autres installations (industrie, ...)	0	0	0%
Total	5	7	71%

Tableau 38: Potentiels de production annuelle d'électricité à partir du biogaz

Géothermie profonde

Comme pour la chaleur, le potentiel de production d'électricité par la géothermie profonde (EGS) n'est pas estimé dans le cadre de la présente conception directrice. Cette technologie sera à intégrer dans les réflexions dans les années à venir. En cas de succès de projets voisins (p.ex. projet Haute-Sorne dans le canton du Jura), les technologies seraient très certainement applicables aux conditions du sous-sol neuchâtelois, avec une puissance estimée entre 4 et 5 MW électriques par installation.

	Production finale en 2014 en GWh	Potentiel de production total (y.c. la production actuelle) en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Électricité			
ER4 Solaire photovoltaïque	13	180	7%
Hydraulique	122	210	58%
Éolien	0	208	0%
Incinération ordures (CCF)	28	30	93%
Biogaz (CCF)	5	7	71%
Géothermie profonde (EGS)	0	Potentiel inconnu	0%
Total électricité	168	635	26%

Tableau 39: Synthèse des potentiels de production annuelle d'électricité renouvelable indigène

6.3 Carburant

Les carburants renouvelables comprennent les carburants biogènes liquides (biodiesel et bioéthanol), ainsi que le biogaz carburant vendu directement aux stations-service ou injecté dans le réseau de gaz naturel. L'hydrogène produit à partir de sources renouvelables représente aussi une alternative future possible. La production d'électricité renouvelable nécessaire à compenser la consommation supplémentaire des véhicules électriques ayant substitué des véhicules à essence et diesel est traitée dans la section 6.2.

Dans le canton de Neuchâtel, nous partons du principe qu'aucun carburant biogène liquide ne sera produit, ni à partir de matières premières cultivées sur le territoire cantonal – la priorité étant donnée à la production agricole pour de la nourriture – ni dans une usine neuchâteloise. Concernant le biogaz, aucune contribution d'une production cantonale indigène n'est prévue pour le carburant, puisqu'on part du principe que cette source énergétique continuera d'être exploitée dans des couplages chaleur-force (CCF) avec production de chaleur et d'électricité. Les variantes consistant dans l'injection de biogaz neuchâtelois dans le réseau de gaz naturel et la production d'hydrogène renouvelable ne sont pas exclues, mais ne vont pas être traitées dans le cadre de la présente conception directrice.

Même s'il ne s'agira pas de carburants renouvelables produits dans le canton, il faudra compter à l'avenir sur une augmentation des parts de bioéthanol et biodiesel mélangés aux carburants traditionnels (la raffinerie de Cressier propose déjà aujourd'hui le carburant E5 consistant dans le mélange d'essence sans plomb 95 avec 5% de bioéthanol), ainsi que sur une augmentation de la part de biogaz dans le mix du réseau national de gaz naturel. Cet aspect devra être pris en compte dans l'évaluation du mix de carburants consommé dans le canton.

6.4 Synthèse

Le Tableau 40 présente la synthèse des potentiels de production annuelle d'énergies renouvelables dans le canton qui paraissent réalistes à l'horizon 2050 ainsi que les productions d'énergies renouvelables en 2014. Les estimations des potentiels se basent sur les études actuelles réalisées dans le canton et sur des hypothèses.

	Production finale en 2014 en GWh	Potentiel de production total (y.c. la production actuelle) en GWh	Potentiel déjà exploité en %
Total combustibles	244	1'040	23%
Total électricité	168	635	26%
Total carburants	0	0	-
Total global	412	1'675	25%

Tableau 40: Synthèse des potentiels de production annuelle d'énergies renouvelables indigènes

Le potentiel global de production annuelle d'énergies renouvelables dans le canton à l'horizon 2050 est estimé à 1'675 GWh, dont le 25% était déjà exploité en 2014.

- Le potentiel de production annuelle de chaleur à partir de combustibles renouvelables est de 1'040 GWh, dont le 23% était déjà exploité en 2014
- Le potentiel de production annuelle d'électricité renouvelable est de 635 GWh, dont le 27% était déjà exploité en 2014
- Le potentiel de production de carburant renouvelable est considéré comme nul.

Le potentiel de production annuelle plus important en chiffres absolus est représenté par les combustibles. Si le bois-énergie, le solaire thermique, l'incinération des ordures et le biogaz représentent des potentiels relativement limités, le potentiel de production de chaleur et froid de l'environnement (géothermie, ainsi que sources et eaux de surfaces en particulier) pourrait couvrir le tiers de la consommation de combustibles du canton en 2014. Les productions possibles dans le domaine de l'électricité (hydraulique, éolien, solaire photovoltaïque, etc.) sont inférieures, mais aussi importantes. Concernant les carburants, la production est estimée comme négligeable et donc nulle.

Box-Récapitulatif 5: Chapitre 6 "Potentiel de production d'énergies renouvelables dans le canton"

7 STRATEGIE ET OBJECTIFS ENERGETIQUES

Sur la base des éléments présentés dans les chapitres 2 (contexte général actuel), 3 (situation actuelle du canton), 4 (vision et scénarios énergétiques), 5 (potentiels d'économie d'énergie) et 6 (potentiel de production d'énergies renouvelables), il s'agit maintenant de définir la stratégie à mettre en place et de fixer les objectifs du canton à court (2025), moyen (2035) et long (2050) terme – exprimés en énergie finale, en énergie primaire et en émissions de gaz à effet de serre (GES) – par rapport à l'année de référence 2000. La mise en œuvre de la conception directrice sera présentée dans le chapitre 8.

Une synthèse des objectifs énergétiques du canton est présentée dans le Box-Récapitulatif 6 à la fin du présent chapitre.

7.1 Stratégie énergétique

Afin d'atteindre les objectifs du scénario "NPE-NE" présentés dans les sections 7.2 et 7.3, les axes stratégiques suivants seront poursuivis:

- Privilégier l'efficacité énergétique pour diminuer la consommation globale d'énergie et plus particulièrement des énergies non renouvelables,
- Augmenter la production d'énergies renouvelables indigènes et la valorisation des rejets de chaleur jusqu'à l'exploitation du potentiel existant,
- Renforcer les exigences dans le domaine du bâtiment et poursuivre la mise en place de conventions d'objectifs pour les gros consommateurs d'énergie,
- Privilégier les technologies à haut rendement énergétique, à savoir, le couplage chaleur-force (CCF), les piles à combustible ou les réseaux de chauffage à distance,
- Développer de manière coordonnée les systèmes novateurs de transport, distribution et stockage de l'énergie,
- Renforcer et soutenir l'information et le conseil, la formation, ainsi que la recherche et le développement dans les domaines énergétiques,
- Renforcer l'exemplarité des collectivités publiques,
- Se donner les ressources nécessaires suffisantes, tant financièrement que structurellement.

La présentation des mesures à mettre en place dans le cadre de cette stratégie est exposée dans le chapitre 8.

7.2 Objectifs en énergie finale

Selon le scénario "Nouvelle politique énergétique du canton de Neuchâtel (NPE-NE)", le canton vise les mêmes objectifs d'économie d'énergie à long terme du scénario "NPE" de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, avec des adaptations aux spécificités neuchâteloises (cf. chapitre 4). En ce qui concerne les objectifs de production d'énergies renouvelables indigènes, le scénario "NPE-NE" se base sur les études et/ou estimations des potentiels existants sur le territoire cantonal. Les objectifs énergétiques globaux du scénario "NPE-NE" permettront au canton de tendre vers les critères d'une société à 2000 watts à l'horizon 2050 (cf. sections 3.3 et 4.1 du présent rapport).

Les trois principes suivants sont visés dans le cadre de la présente conception directrice:

- Diminuer la consommation globale d'énergie finale,
- Augmenter la production globale d'énergies renouvelables indigènes (produites à partir de ressources provenant du territoire cantonal),
- Consommer dans le canton une part la plus élevée possible des énergies renouvelables indigènes et couvrir la part la plus élevée possible du reste de la consommation globale d'énergie par des énergies renouvelables importées.

La poursuite simultanée et coordonnée des trois objectifs susmentionnés au niveau de l'énergie finale aura comme conséquence directe une diminution en proportion encore plus importante au niveau de la consommation d'énergie primaire et des émissions de GES (cf. section 7.3).

7.2.1 Objectifs d'économie d'énergie finale

Les objectifs d'économie d'énergie finale à long terme (horizon 2050), avec étapes intermédiaires en 2025 et 2035, sont synthétisés dans le Tableau 41 (consommation globale et par habitant²⁰) ainsi que la Figure 23 (consommation globale). L'échelle de l'axe vertical du graphique est prolongée jusqu'à 8'000 GWh, afin de permettre une comparaison directe avec les objectifs au niveau de la consommation d'énergie primaire présentés dans la Figure 25. Ces objectifs cantonaux ont été déterminés en se basant:

- Sur les objectifs du scénario NPE de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération (cf. lignes surlignées en gris dans le Tableau 41 qui démontrent la cohérence de la présente conception directrice avec la politique fédérale),
- Sur les potentiels d'économie d'énergie spécifiques au canton de Neuchâtel estimés au chapitre 5 (en tenant compte des consommations supplémentaires des nouvelles constructions, des nouveaux véhicules, etc.),
- Sur les objectifs à l'horizon 2025 définis pour chaque mesure à la section 8.2.1.

Dans le cadre de la présente conception directrice, aucune correction n'est proposée pour les valeurs de consommation énergétique. Par contre, lors de l'analyse des résultats du suivi de l'évolution de la consommation d'énergie (monitoring), il faudra tenir compte des facteurs externes ayant un impact sur cette dernière, à savoir les conditions climatiques, la croissance économique et la croissance démographique (tant dans le cas où ces facteurs contribuent à une diminution que dans celui où ils ont comme effet une augmentation de la consommation).

	Référence	Objectifs / Valeurs prévues					
	2000	2025		2035		2050	
Consommation d'énergie finale en GWh							
Combustibles	2'336	1'891	-19%	1'593	-32%	1'180	-49%
Electricité	1'019	1'039	2%	1'038	2%	1'036	2%
Carburants	1'441	1'083	-25%	790	-45%	590	-59%
Consommation totale	4'796	4'013	-16%	3'421	-29%	2'806	-41%
Consommation totale en Suisse selon la Stratégie énergétique 2050	235'240	-	-	167'020	-29%	136'439	-42%
Population résidante moyenne	166'092	187'000	13%	196'000	18%	205'000	23%
Population résidante moyenne en Suisse	7'209'042	-	-	9'800'000	36%	10'250'000	42%
Consommation d'énergie finale par habitant en kWh							
Combustibles	14'060	10'110	-28%	8'130	-42%	5'760	-59%
Electricité	6'140	5'560	-9%	5'300	-14%	5'050	-18%
Carburants	8'680	5'790	-33%	4'030	-54%	2'880	-67%
Consommation totale par habitant	28'880	21'460	-26%	17'450	-40%	13'690	-53%
Consommation totale par habitant en Suisse selon la Stratégie énergétique 2050	32'630	-	-	18'600	-43%	15'010	-54%

Tableau 41: Objectifs d'économie d'énergie finale globale et par habitant selon le scénario "NPE-NE" et comparaison avec le scénario "NPE" de la Confédération

²⁰ Les valeurs prévues au niveau de l'évolution de la population proviennent de la référence [40] pour la Suisse et [41] pour le canton.

Les éléments suivants sont à retenir en particulier pour chaque forme d'énergie:

- Au niveau des combustibles, une diminution importante du mazout, du gaz naturel et du charbon, une stabilisation des déchets industriels, ainsi qu'une augmentation des énergies renouvelables sont visées.
- Concernant l'électricité, l'abandon du courant d'origine non vérifiable, du nucléaire et du fossile ainsi que l'augmentation de l'hydraulique et des autres énergies renouvelables dans le mix de consommation (production indigène et hors canton) sont visés.
- Pour les carburants, une diminution importante de l'essence et du diesel ainsi que leur substitution partielle par l'électricité et éventuellement le gaz naturel/biogaz sont visées.

Les chiffres détaillés concernant les figures et tableaux présentés dans cette section sont consultables dans l'Annexe 3.

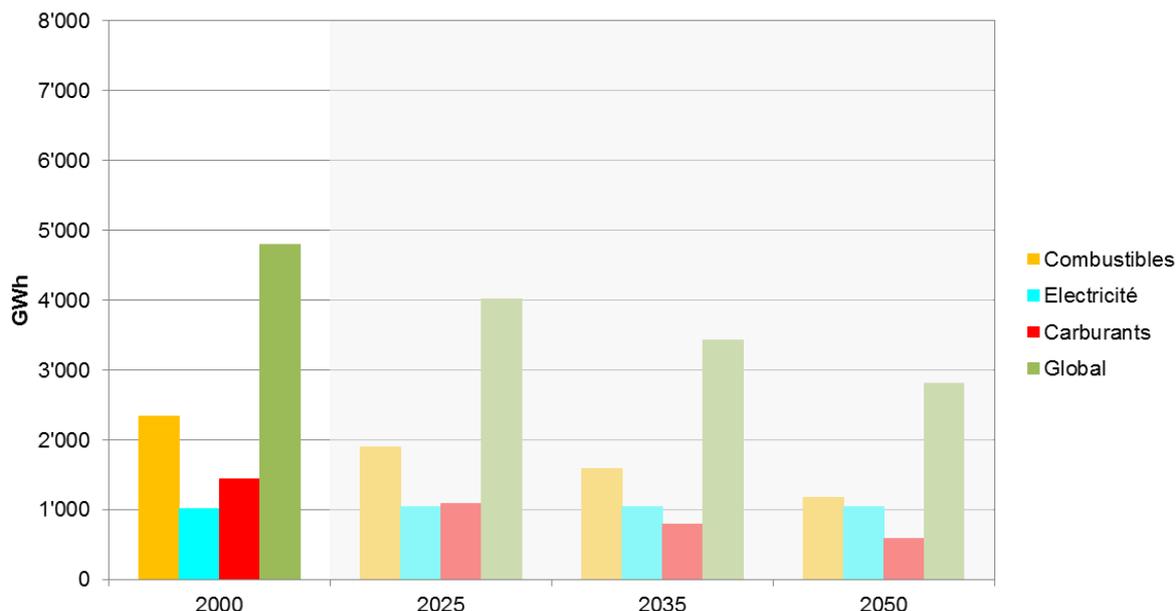


Figure 23: Objectifs d'économie d'énergie finale globale selon le scénario "NPE-NE"

7.2.2 Objectifs de production d'énergies renouvelables

Les objectifs de production d'énergies renouvelables indigènes à long terme (horizon 2050), avec étapes intermédiaires en 2025 et 2035, sont synthétisés dans le Tableau 42 et la Figure 24. Ces objectifs ont été déterminés en fonction des potentiels de production d'énergies renouvelables indigènes identifiés dans le chapitre 6, ainsi que d'une analyse réaliste des possibilités de mise en œuvre des mesures. Ils sont différenciés selon les trois formes d'énergie qui sont les combustibles, l'électricité et les carburants.

	Référence	Objectifs					
	2000	2025		2035		2050	
Production d'énergies renouvelables en GWh							
Combustibles	129	400	210%	475	268%	940	629%
Electricité	160	320	101%	405	154%	635	298%
Carburants	0	0	0%	0	0%	0	0%
Production totale	289	720	150%	880	205%	1'575	446%

Tableau 42: Objectifs de production d'énergies renouvelables indigènes selon le scénario "NPE-NE"

Les éléments suivants sont à retenir, en particulier pour chaque forme d'énergie:

- Au niveau des combustibles, des contributions très importantes de la chaleur et le froid de l'environnement suivi par le bois-énergie et le solaire thermique sont visées.

- Concernant l'électricité, des contributions importantes du solaire photovoltaïque, de l'hydraulique et de l'éolien sont visées.
- Pour les carburants, aucune production renouvelable n'est prévue.

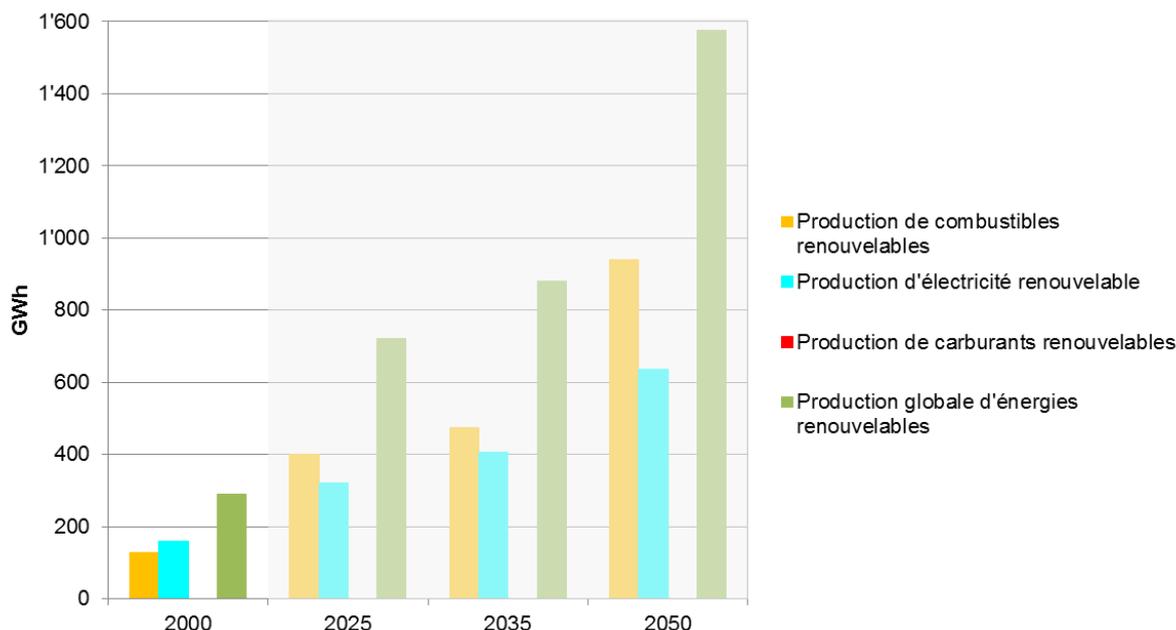


Figure 24: Objectifs de production d'énergies renouvelables indigènes selon le scénario "NPE-NE"

Les chiffres détaillés concernant la figure et le tableau ci-dessus sont consultables dans l'Annexe 3.

7.2.3 Comparaison entre les scénarios "NPE-NE" et "Référence"

La consommation globale d'énergie finale en 2050 est de 43% plus élevée dans le scénario "Référence", et la production globale d'énergies renouvelables est d'environ la moitié de celle prévue dans le scénario plus ambitieux (cf. Annexe 3).

Concernant la part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale, il est prévu qu'elle passe de 6% en 2000 à 56% en 2050 dans le cadre du scénario "NPE-NE", et seulement à 19% dans le cadre du scénario "Référence" (cf. Annexe 3). Même si la totalité de la production indigène ne sera en réalité pas directement consommée dans le canton (comme c'est le cas pour l'électricité vendue à Swissgrid), cet indicateur reste tout de même intéressant puisqu'il montre les efforts entrepris sur le territoire cantonal dans le domaine des énergies renouvelables.

7.3 Objectifs en énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre

7.3.1 Objectifs d'économie d'énergie primaire

Les objectifs d'économie d'énergie primaire à long terme (horizon 2050), avec étapes intermédiaires en 2025 et 2035, sont synthétisés dans le Tableau 43 et la Figure 25. Ces objectifs ont été déterminés en se basant sur les objectifs d'économie d'énergie finale et de production d'énergies renouvelables, ainsi que de l'évolution prévue du mix de consommation d'électricité présentés dans la section 7.2. Ils sont différenciés selon les trois formes d'énergie qui sont les combustibles, l'électricité et les carburants.

	Référence	Objectifs					
	2000	2025		2035		2050	
Consommation d'énergie primaire en GWh							
Combustibles	2'715	2'289	-16%	1'971	-27%	1'708	-37%
Electricité	2'839	2'047	-28%	1'632	-43%	1'368	-52%
Carburants	1'787	1'342	-25%	980	-45%	732	-59%
Consommation totale	7'341	5'678	-23%	4'582	-38%	3'807	-48%

Tableau 43: Objectifs d'économie d'énergie primaire selon le scénario "NPE-NE"

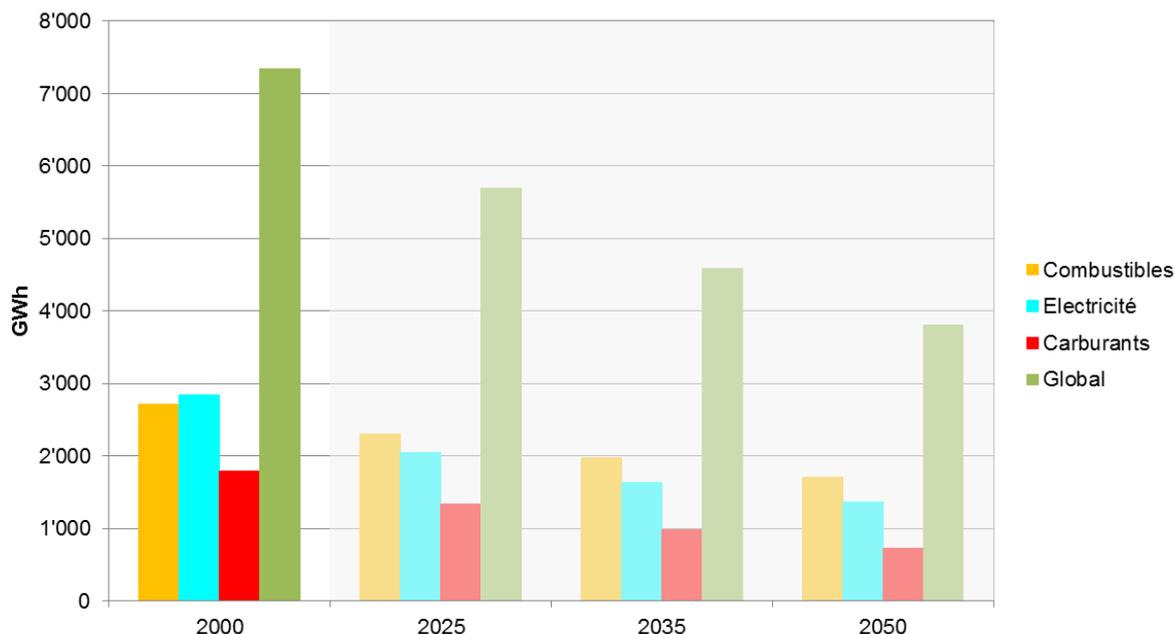


Figure 25: Objectifs d'économie d'énergie primaire globale selon le scénario "NPE-NE"

Au niveau de la puissance primaire par habitant, les objectifs de diminution à long terme (horizon 2050), avec étapes intermédiaires en 2025 et 2035, sont synthétisés dans le Tableau 44 et la Figure 26.

	Référence	Objectifs					
	2000	2025		2035		2050	
Puissance primaire par habitant en W	5'050	3'470	-31%	2'670	-47%	2'120	-58%

Tableau 44: Objectifs de diminution de la puissance primaire par habitant selon le scénario "NPE-NE"

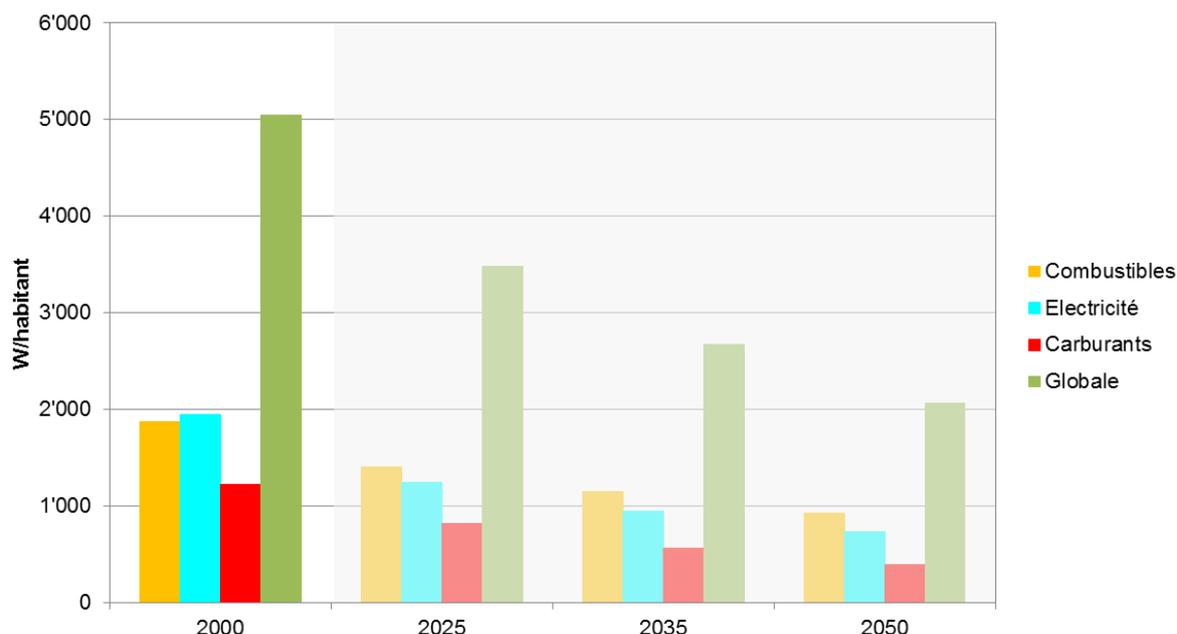


Figure 26: Objectifs de diminution de la puissance primaire par habitant selon le scénario "NPE-NE"

L'évolution présentée ci-dessus montre que le canton tend bel et bien vers l'objectif de 2'000 W/habitant défini dans le cadre du concept de société à 2000 watts, mais qu'il n'arrivera juste pas à l'atteindre avec les mesures proposées dans le cadre de la présente conception directrice. Le développement d'ici 2050 des technologies présentées aux sections 5.4.1 et 5.4.2 sont autant d'éléments qui permettraient de combler la différence.

Les chiffres détaillés concernant les tableaux et figures ci-dessus sont consultables dans l'Annexe 3.

7.3.2 Objectifs de réduction des gaz à effet de serre

Les objectifs de diminution des émissions de GES à long terme (horizon 2050), avec étapes intermédiaires en 2025 et 2035, sont synthétisés dans le Tableau 45 et la Figure 27. Ces objectifs ont été déterminés en se basant sur les objectifs d'économie d'énergie finale et de production d'énergies renouvelables, ainsi que de l'évolution prévue du mix de consommation d'électricité présentés dans la section 7.2.

Ces objectifs ne sont pas directement comparables à ceux de la politique climatique fédérale présentés à la section 2.6.3. Pour l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), les émissions de CO₂ prises en compte proviennent uniquement de la combustion des agents énergétiques fossiles (mazout, gaz naturel, etc.). Par contre, la présente conception adopte la méthodologie de la société à 2000 watts [5] qui tient compte des émissions provenant de toutes les sources énergétiques (par ex. aussi le bois et le solaire) et sont calculées sur tout le cycle de vie de l'agent énergétique (par ex. combustible) ou de l'installation (par ex. panneau solaire). Bien que pas comparables directement, les objectifs cantonaux sont compatibles avec ceux de la Confédération.

	Référence	Objectifs					
	2000	2025		2035		2050	
Emissions de GES en t CO₂-ég.							
Combustibles	602'310	410'860	-32%	304'750	-49%	128'060	-79%
Electricité	388'860	195'150	-50%	112'740	-71%	45'380	-88%
Carburants	445'270	334'510	-25%	244'110	-45%	182'310	-59%
Emissions totales	1'436'440	940'520	-35%	661'600	-54%	355'750	-75%

Tableau 45: Objectifs de réduction des émissions de GES selon le scénario "NPE-NE"

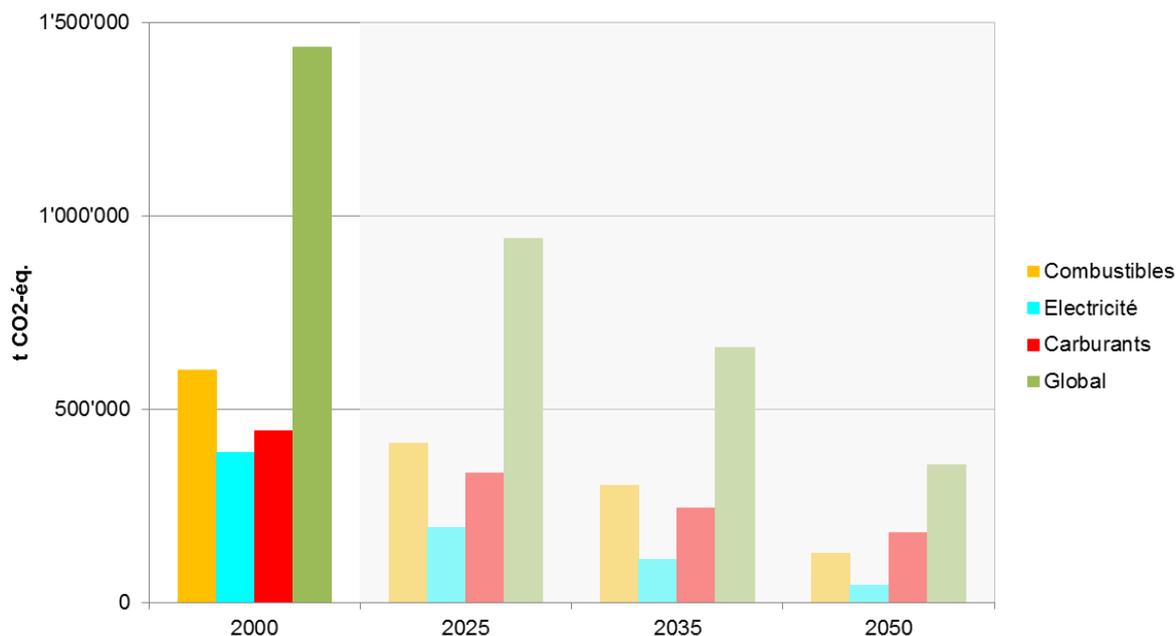


Figure 27: Objectifs de réduction des émissions de GES selon le scénario "NPE-NE"

Les éléments suivants sont à retenir en particulier pour chaque forme d'énergie:

- Au niveau des combustibles, une diminution importante du mazout, du gaz naturel et du charbon, une stabilisation des déchets industriels, ainsi qu'une augmentation des énergies renouvelables sont visées.
- Concernant l'électricité, l'abandon du courant d'origine non vérifiable, du nucléaire et du fossile, ainsi que l'augmentation de l'hydraulique et des autres énergies renouvelables dans le mix de consommation (production indigène et hors canton) sont visés.
- Pour les carburants, une diminution importante de l'essence et du diesel, ainsi que leur substitution partielle par l'électricité et éventuellement le gaz naturel/biogaz sont visées.

Au niveau des émissions de GES par habitant, les objectifs de diminution à long terme (horizon 2050), avec étapes intermédiaires en 2025 et 2035, sont synthétisés dans le Tableau 46 et la Figure 28.

	Référence	Objectifs					
	2000	2025		2035		2050	
Emissions de GES par habitant en t CO ₂ -équ.	8.6	5.0	-42%	3.4	-61%	1.7	-80%

Tableau 46: Objectifs de réduction des émissions de GES par habitant selon le scénario "NPE-NE"

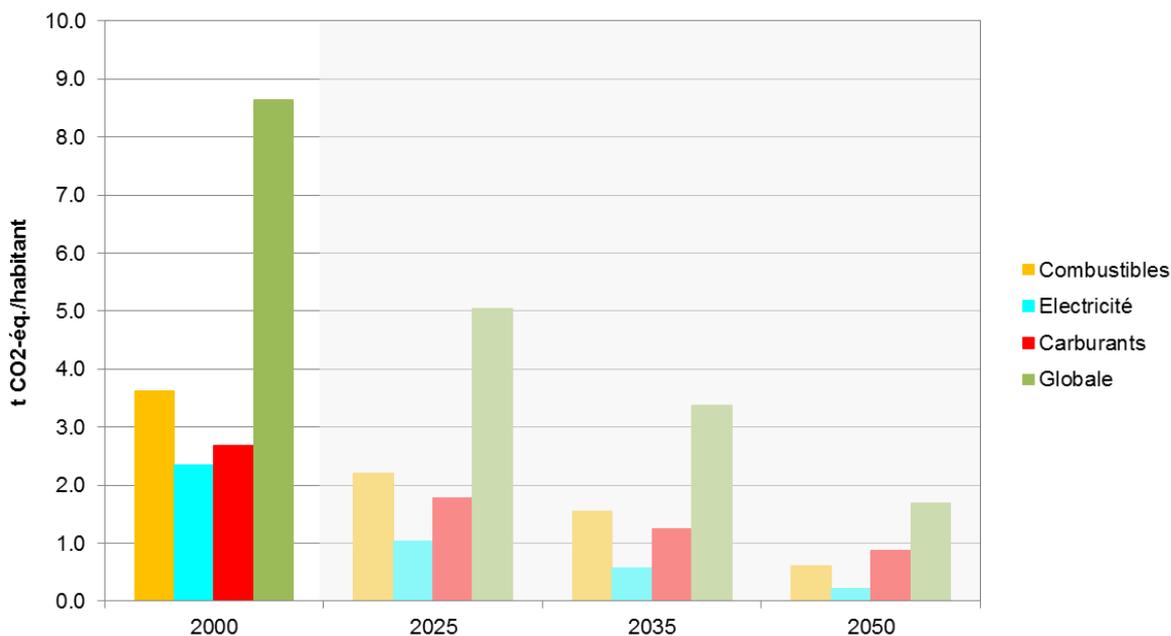


Figure 28: Objectifs de réduction des émissions de GES par habitant selon le scénario "NPE-NE"

L'évolution présentée ci-dessus montre que le canton tend bel et bien vers l'objectif de 1 tonne/habitant défini dans le cadre du concept de société à 2000 watts, mais qu'il n'arrivera pas à l'atteindre avec les mesures proposées dans le cadre de la présente conception directrice. Le développement d'ici 2050 des technologies présentées aux sections 5.4.1 et 5.4.2 sont autant d'éléments qui permettraient de combler la différence.

Les chiffres détaillés concernant les figures et tableaux ci-dessus sont consultables dans l'Annexe 3.

7.3.3 Comparaison entre les scénarios "NPE-NE" et "Référence"

La consommation globale d'énergie primaire en 2050 est de 48% plus élevée dans le scénario "Référence" et les émissions de GES s'élèvent à presque 2.5 fois celles visées dans le scénario plus ambitieux (cf. Annexe 3).

	Référence	Objectifs / Valeurs prévues					
	2000	2025		2035		2050	
Consommation d'énergie finale en GWh							
Combustibles	2'336	1'891	-19%	1'593	-32%	1'180	-49%
Electricité	1'019	1'039	2%	1'038	2%	1'036	2%
Carburants	1'441	1'083	-25%	790	-45%	590	-59%
Consommation totale	4'796	4'013	-16%	3'421	-29%	2'806	-41%
Population résidante moyenne	166'092	187'000	13%	196'000	18%	205'000	23%
Consommation d'énergie finale par habitant en kWh							
Combustibles	14'060	10'110	-28%	8'130	-42%	5'760	-59%
Electricité	6'140	5'560	-9%	5'300	-14%	5'050	-18%
Carburants	8'680	5'790	-33%	4'030	-54%	2'880	-67%
Consommation totale par habitant	28'880	21'460	-26%	17'450	-40%	13'690	-53%
Production d'énergies renouvelables en GWh							
Combustibles	129	400	210%	475	268%	940	629%
Electricité	160	320	101%	405	154%	635	298%
Carburants	0	0	0%	0	0%	0	0%
Production totale	289	720	150%	880	205%	1'575	446%
Consommation d'énergie primaire en GWh							
Combustibles	2'715	2'289	-16%	1'971	-27%	1'708	-37%
Electricité	2'839	2'047	-28%	1'632	-43%	1'368	-52%
Carburants	1'787	1'342	-25%	980	-45%	732	-59%
Consommation d'énergie	7'341	5'678	-23%	4'582	-38%	3'807	-48%
Emissions de gaz à effet de serre (GES) en t CO₂-éq.							
Combustibles	602'310	410'860	-32%	304'750	-49%	128'060	-79%
Electricité	388'860	195'150	-50%	112'740	-71%	45'380	-88%
Carburants	445'270	334'510	-25%	244'110	-45%	182'310	-59%
Emissions totales	1'436'440	940'520	-35%	661'600	-54%	355'750	-75%
Puissance primaire par habitant en W	5'050	3'470	-31%	2'670	-47%	2'120	-58%
Emissions de GES par habitant en t CO ₂ -éq.	8.6	5.0	-42%	3.4	-61%	1.7	-80%

Box-Récapitulatif 6: Sections 7.2 "Objectifs en énergie finale" et 7.3 "Objectifs en énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre"

8 MISE EN ŒUVRE DE LA CONCEPTION DIRECTRICE DE L'ENERGIE

Afin de faire évoluer la situation initiale du canton présentée dans le chapitre 3 vers la situation souhaitée à court (2025), moyen (2035) et long (2050) terme selon le scénario NPE-NE et les objectifs présentés dans les chapitres 4 et 7, tout en tenant compte des potentiels à disposition définis dans les chapitres 5 et 6, il est nécessaire d'identifier et d'appliquer des mesures dans tous les domaines touchant à l'énergie. Dans le présent chapitre, après avoir listé les principes d'application des mesures énergétiques (cf. section 8.1), ces dernières sont présentées dans la section 8.2 en les répartissant dans les trois catégories suivantes: mesures principales (8.2.1), mesures supplémentaires (8.2.2) et mesures transversales (8.2.3). Une synthèse par mesure et une synthèse globale des aspects liés à la mise en œuvre de la conception directrice de l'énergie sont présentées dans la section 8.3. La mise en œuvre des mesures a lieu à des rythmes plus ou moins soutenus depuis plusieurs années et sera poursuivie et intensifiée pendant la décennie couverte par la présente conception directrice, à savoir de 2015 à 2025.

8.1 Principes d'application

Les principes suivants guident la mise en œuvre de la politique énergétique cantonale:

- Proportionnalité: les mesures proposées ou imposées doivent être techniquement réalisables et économiquement supportables.
- Bon équilibre entre mesures volontaires et contraignantes: concernant les mesures volontaires, le système d'encouragement actuel (aides financières directes, reprise à prix coûtant du courant renouvelable, etc.) pourrait être progressivement remplacé par un système incitatif (taxe sur l'énergie), tandis que les mesures concernant l'information, la formation et le conseil devront être renforcées. Les mesures contraignantes continueront en principe à jouer un rôle important dans la mise en œuvre de la politique énergétique du canton. Il s'agit d'adapter les lois, les règlements, les ordonnances ou les normes qui délimitent le cadre légal. La mise en œuvre d'instruments contraignants nécessite un accompagnement par une information soutenue.
- Mise en œuvre harmonieuse dans l'espace et le temps et adaptée aux spécificités neuchâteloises: la politique énergétique fait partie intégrante de la politique d'aménagement du territoire et doit tenir compte des politiques de la protection de l'environnement, ainsi que de celle des transports. La planification et la mise en œuvre tiennent compte des potentiels et des réalités spécifiques à chaque région du canton et les mesures sont adaptées au fil du temps selon l'évolution des conditions cadre.
- Harmonisation avec la politique de la Confédération et des autres cantons: la politique énergétique du canton de Neuchâtel est calée sur la stratégie énergétique 2050 de la Confédération et tient compte de la politique énergétique des cantons définie par l'EnDK. Outre cette vision commune, des synergies concrètes entre cantons sont en place au niveau notamment de l'harmonisation de la législation grâce au MoPEC et des programmes de subventions avec le ModEnha (cf. section 2.5).
- Collaboration et partenariat avec tous les acteurs concernés: dans l'élaboration et l'application de sa politique énergétique, le canton associe les milieux concernés à travers la commission cantonale de l'énergie. La réalisation des mesures impliquera si nécessaire des démarches participatives et pourra se concrétiser grâce aux collectivités publiques, aux personnes physiques, aux entreprises privées ou à des partenariats public-privé.

8.2 Mesures proposées

La mise en œuvre de la totalité des mesures proposées dans la présente section devrait permettre au canton de se diriger vers la vision d'une société à 2000 watts à l'horizon 2050 décrite dans la section 4.1 du présent rapport, ainsi que d'atteindre les objectifs fixés dans les sections 7.2 et 7.3 tout en mettant en place la stratégie définie dans la section 7.1.

Les mesures proposées pour les catégories économies d'énergie (EE) et production d'énergies renouvelables (ER) correspondent à celles décrites aux chapitres 5 et 6 dans le cadre de l'évaluation des potentiels d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables indigènes.

Comme déjà mentionné dans l'introduction du présent rapport (cf. chapitre 1), en plus de faire l'état des lieux de la situation énergétique (y compris l'estimation des potentiels) et définir les objectifs visés à court, moyen et long terme, la présente conception directrice servira de feuille de route aux autorités cantonales et communales pour la prochaine décennie. Par conséquent, les mesures faisant l'objet d'une fiche sont évaluées dans le détail en se limitant à l'horizon 2025. Ceci permettra d'être plus concret et d'être mieux en adéquation avec la réalité, tout en prévoyant le moment venu une réévaluation et mise à jour des mesures pour la décennie suivante (horizon 2035).

8.2.1 Mesures principales

La présente conception directrice prévoit 13 mesures principales faisant chacune l'objet d'une fiche. Elles sont regroupées par thème (9 mesures d'économie d'énergie et 4 mesures de production d'énergies renouvelables) et par sous-thème (combustibles, électricité et carburants).

La liste des fiches des mesures principales, la définition des éléments contenus dans les fiches et les fiches elles-mêmes sont présentées ci-dessous. Les remarques, les hypothèses et les méthodologies de calcul concernant les fiches de mesure sont présentées dans l'Annexe 4.

Liste des fiches de mesure:

Thème: Mesures d'économie d'énergie (EE)

Sous-thème: Combustibles pour la chaleur et le froid

- EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants
- EE2 Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire
- EE3 Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises

Sous-thème: Electricité

- EE4 Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification
- EE5 Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments
- EE6 Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises
- EE7 Efficacité énergétique de l'éclairage public

Sous-thème: Carburants

- EE8 Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique
- EE9 Amélioration des flux de trafic

Thème: Mesures de production d'énergies renouvelables (ER)

Sous-thème: Combustibles pour la chaleur et le froid

- ER1 Bois-énergie
- ER2 Solaire thermique
- ER3 Chaleur et froid de l'environnement

Sous-thème: Electricité

- ER4 Solaire photovoltaïque

Définition des éléments contenus dans les fiches de mesure:

- **Description**

Description générale de la mesure et des éventuels différents niveaux ou domaines d'interventions qui la composent.

- **Etat existant (énergétique, légale, conditions cadre, ...)**

Situation actuelle (en 2014) des aspects énergétiques (consommation finale ou production en GWh), des bases légales (lois et ordonnances), des conditions cadre, etc. avant la mise en œuvre des actions proposées dans le cadre de la mesure.

- **Potentiel total réalisable à l'horizon 2050**

Potentiel d'économie annuelle d'énergie finale par rapport à la consommation de 2014 ou de production annuelle d'énergies renouvelables réalisable à l'horizon 2050 estimés dans les chapitres 5 et 6 du rapport (en GWh).

- **Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025**

L'objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014 correspond à la quantité d'énergie finale à économiser d'ici 2025 par rapport à la consommation de l'année 2014 (en GWh).

L'objectif de production annuelle d'énergies renouvelables correspond à la quantité annuelle totale d'énergie à produire d'ici 2025 (en GWh). La production supplémentaire par rapport à l'année 2014 est également indiquée entre parenthèse.

Liste des actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel dans les domaines "Législation et réglementation", "Encouragement et incitation" et "Communication, information, formation et conseil".

- **Aspects économiques et financiers**

Les éléments suivants sont quantifiés pour la période "2015-2025", afin d'atteindre les objectifs énergétiques définis sous le point précédent:

- Investissement total à consentir par les maîtres d'ouvrage publics ou privés pour la mise en place de la mesure (en millions CHF = MCHF).
- Coût de l'énergie économisée ou de l'énergie produite permettant d'évaluer la rentabilité de la mesure (en CHF/kWh).
- Les subventions de tiers correspondent aux soutiens financiers d'entités publiques ou privées autres que le maître d'ouvrage et que l'Etat de Neuchâtel (en MCHF). Exemples: Le Programme Bâtiments, contributions globales de la Confédération, ProKilowatt, etc.

Concernant les contributions globales de la Confédération, elles sont disponibles uniquement dans le cas où le canton propose un programme de subventions. Dès 2017, les subventions du Programme Bâtiments seront directement à la charge du canton et les contributions globales de la Confédération aux cantons seront augmentées afin de tenir compte de la reprise du Programme Bâtiments par ceux-ci.

- Les coûts pour l'Etat de Neuchâtel correspondent à la part de l'investissement total prise en charge par ce dernier sous forme de subventions (S) et de manque de recettes fiscales (MRF)²¹ (en MCHF).
- Les retombées économiques pour le canton correspondent à la création de valeur ajoutée pour l'économie du canton (CA = chiffre d'affaire des entreprises régionales en MCHF) et à la création d'emplois durables (EPT = Emplois équivalents plein temps).

²¹ Les montants des travaux énergétiques sur les bâtiments peuvent déjà aujourd'hui être déduits du revenu imposable, ce qui a comme conséquence une diminution de recettes fiscales pour l'Etat.

- **Acceptabilité/faisabilité**

Indication de l'acceptabilité environnementale et socio-politique (p.ex. pas de problèmes particuliers, opposition attendue, etc.), ainsi que de la faisabilité technique de la mesure avec proposition d'éventuelles mesures d'accompagnement si nécessaire.

- **Monitoring**

Indication de la manière de procéder afin de suivre l'évolution de la mise en œuvre de la mesure et de contrôler les résultats atteints. Ceci doit permettre de vérifier si les objectifs fixés sont atteints.

- **Lien avec d'autres mesures**

Description du lien avec d'autres mesures dans les domaines des économies d'énergie et/ou de la production d'énergies renouvelables, ainsi que des effets de la mesure par rapport à celles qui y sont liées.

Les fiches de mesures sont présentées à partir de la page suivante.

Mesure EE1: Enveloppe thermique des bâtiments existants

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Combustibles / Electricité

Description

Les bâtiments contribuent pour plus de 90% à la consommation de combustibles dans le canton de Neuchâtel pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Cette mesure permettant d'économiser plus de la moitié de la consommation actuelle des bâtiments existants est donc essentielle en vue d'atteindre les objectifs énergétiques du canton. Il s'agit concrètement d'assainir l'enveloppe thermique des bâtiments. Ces mesures sont à réaliser en complément et en cohérence.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation de combustibles des bâtiments en 2014	1'770 GWh
Consommation d'électricité pour le chauffage des bâtiments par des pompes à chaleur en 2014	20 GWh

L'assainissement énergétique de l'enveloppe thermique des bâtiments existants n'est pas obligatoire, sauf intervention significative sur l'enveloppe tel que le remplacement du crépi de façade ou de la couverture en toiture. La plupart des assainissements sont réalisés actuellement sous l'impulsion de mesures volontaires. La mesure est soutenue financièrement dans le cadre du Programme Bâtiments et du programme cantonal de promotion dans le domaine de l'énergie. En outre, les propriétaires peuvent bénéficier d'importantes déductions fiscales (réduction des recettes fiscales pour l'Etat).

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

Le nombre total de bâtiments concernés par cette mesure dans le canton est de l'ordre de 32'000.

Potentiel d'économie annuelle de combustibles des bâtiments	- 710 GWh
Potentiel d'économie annuelle d'électricité pour le chauffage des bâtiments par des pompes à chaleur	- 10 GWh

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	Combustibles: - 160 GWh Electricité: - 2 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation CECB ou équivalent obligatoire sur la totalité des bâtiments antérieurs à 1990 (cat. I à IV selon SIA 380/1). LCEn renforcée par les dispositions du MoPEC 2014, en particulier l'obligation d'assainissement ou de production renouvelable en cas de renouvellement de la production de chaleur. Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. Evaluation de la possibilité d'adapter le droit du bail (au niveau intercantonal). - Encouragement et incitation Adaptation du programme de subventions actuel (2015) selon le ModEnHa 2015 et l'évolution de ce dernier. Etude relative à la création d'un fonds de garantie pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables dans le but d'augmenter le taux de rénovation des immeubles. - Communication, information, formation et conseil Mise à jour des supports de communication et effort accru de diffusion des brochures mises à disposition par SuisseEnergie. Séances d'information pour les propriétaires de bâtiments. Campagne de communication pour la réalisation du CECB Plus.

Aspects économiques et financiers

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	1'491
Coût de l'énergie économisée [CHF/kWh]	0.31
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	64
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	S: 24 / MRF: 178
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [MCHF et places de travail]	CA: 968 EPT: 293

Acceptabilité/faisabilité

Compte tenu de la durée de vie des bâtiments et des investissements importants que la mesure implique, sa mise en œuvre ne peut être envisagée que sur une période de 50 ans.

Monitoring

Un contrôle des travaux (respect des spécifications énergétiques sur les chantiers) et des résultats doit être prévu.

Il faut prévoir un recensement des bâtiments ayant entrepris un assainissement énergétique et un suivi de leur évolution (nombre de bâtiments, surfaces des éléments assainis avec indication des performances énergétiques avant et après les travaux, surfaces de référence énergétique, etc.). Cette démarche serait facilitée par la mise en place d'une base de données "Bâtiments" dans le canton. Le CECB et le CECB Plus représentent des outils de monitoring importants.

Lien avec d'autres mesures

- Economie d'électricité (EE4 et 5),
- Production de combustibles (ER1 à 3) et électricité (ER4) renouvelables.

Mesure EE2: Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Combustibles

Description

Le premier domaine d'intervention de cette mesure consiste dans la pose de vannes thermostatiques traditionnelles ou thermostats intelligents sur les radiateurs ou encore de sondes d'ambiance électroniques dans les bâtiments pas encore équipés.

Le deuxième domaine d'intervention concerne la régulation pièce par pièce. Cette dernière permet de réduire les besoins de chaleur en valorisant efficacement les apports externes (soleil) et internes (personnes, éclairage, appareils, poêles, etc.) dans chaque pièce de manière indépendante. La mesure permet d'économiser environ 10% de l'énergie consacrée au chauffage.

Le troisième domaine d'intervention concerne l'optimisation de l'exploitation (p.ex. programme energo). L'analyse, l'optimisation et la modernisation des installations de chauffage et pour l'eau chaude sanitaire (ECS) permettent d'obtenir un abaissement de la consommation d'énergie et un allègement des coûts énergétiques dans les bâtiments existants et nouvellement construits. Par expérience, la réduction de la consommation d'énergie peut atteindre 10 à 15% grâce à l'optimisation. L'exécution de rénovations supplémentaires ciblées permettrait de réaliser des économies additionnelles de l'ordre de 25%. En outre, la pose d'appareils sanitaires efficaces et la régulation des boucles de circulation permet d'économiser jusqu'à 50% de la consommation d'énergie pour l'ECS.

L'optimisation de la gestion de l'exploitation passe autant par des mesures techniques mises en place par l'exploitant (p.ex. réglage de la chaudière, mise en place d'une régulation pièce par pièce, installation d'appareils sanitaires efficaces, etc.) que par des mesures comportementales mises en place par les utilisateurs (p.ex. limitation de la température des locaux en fonction de leur utilisation, utilisation parcimonieuse de l'ECS, etc.).

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation de combustibles des bâtiments en 2014	1'770 GWh
--	-----------

Tant la pose de vannes thermostatiques que la régulation pièce par pièce et l'optimisation de la gestion de l'exploitation des installations de chauffage ne sont pas obligatoires actuellement pour les bâtiments existants. Il s'agit de mesures volontaires.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

La totalité des bâtiments existants dans le canton affiche un potentiel d'économie d'énergie dans ce domaine.

Potentiel d'économie annuelle de combustibles des bâtiments	- 350 GWh
---	-----------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	- 60 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Intégration des dispositions du module 8 "Optimisation de l'exploitation" du MoPEC 2014 dans la LCEn. Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. - Encouragement et incitation Subventions pour la mise en place ou le remplacement des vannes thermostatiques. Adaptation du programme de subventions cantonal selon l'évolution du ModEnHa. - Communication, information, formation et conseil Mise à jour des supports de communication et effort accru de diffusion des brochures mises à disposition par SuisseEnergie. Programmes d'information et de sensibilisation pour les propriétaires et exploitants de bâtiments.

Aspects économique-financiers

Le thème n'est pas traité, compte tenu de la difficulté à quantifier ces aspects.

Acceptabilité/faisabilité

La mise en œuvre de cette mesure est techniquement aisée. Par contre, le principal obstacle est la nécessité de convaincre les propriétaires de bâtiments d'agir. Un effort d'information et de sensibilisation est nécessaire. Dans un premier temps, des subventions pourraient motiver les propriétaires de bâtiments à mettre en place la mesure, tandis qu'une obligation pourrait être introduite par la suite.

Monitoring

Les bâtiments ayant entrepris une optimisation de la gestion de leur exploitation et le suivi de leur évolution dans le cadre d'une démarche officielle (p.ex. energo) seront recensés.

En complément, des recommandations et propositions de méthodes permettant le monitoring d'immeubles sur une base volontaire seront établies. En outre, des informations permettant la comparaison entre immeubles ("*benchmarking*") seront mises à disposition des propriétaires pour leur permettre de situer la performance de leurs immeubles.

Lien avec d'autres mesures

- Assainissement énergétique des bâtiments (EE1),
- Amélioration de l'efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments (EE5).

Mesure EE3: Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Combustibles

Description

Dans les entreprises industrielles de moyenne et grande envergure, les procédés thermiques recèlent un grand potentiel d'économies d'énergie. Pour réaliser une optimisation énergétique intégrale, il conviendra d'abord d'identifier les principaux consommateurs d'énergie, d'analyser les procédés de production sous l'angle des économies d'énergie et de la récupération de la chaleur, afin d'établir une liste d'actions de performance énergétique concrète et sur mesure.

Pour les entreprises, diverses mesures sur la production et la distribution de la chaleur et de froid, ainsi que sur la récupération de chaleur sur les processus (refroidissement de machines, production d'air comprimé ou de froid) pourraient être mises en œuvre. Plusieurs technologies de valorisation de la chaleur excédentaire existent déjà ou arriveront à maturité dans les prochaines années. L'ensemble des mesures engendrerait des économies estimées entre 20 et 40% selon l'OFEN.

Un check-up énergétique dans les entreprises non soumises à l'article sur les gros consommateurs de la LCEn permettrait de déceler toutes sortes d'économies représentant également 15% de la consommation totale. L'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEc), l'Agence Cleantech Suisse (Act) et d'autres prestataires proposent de telles actions.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation de combustibles pour les processus en 2014	300 GWh
---	---------

Conformément à la LCEn, les entreprises qui consomment plus de 5 GWh/a de chaleur et/ou 0.5 GWh/a d'électricité sont soumises à l'article sur les gros consommateurs depuis le milieu des années 2000 dans le canton de Neuchâtel. L'application de cet article va être poursuivie dans une nouvelle période d'engagement des entreprises à partir de 2016-2017. De cette manière, toutes les entreprises intensives en énergie²² sont légalement tenues d'optimiser leur efficacité énergétique, soit par la conclusion d'une convention d'objectifs sur 10 ans, soit par la mise en œuvre de mesures rentables dans les 3 ans suivants un audit initial.

Les entreprises qui consomment moins de 5 GWh/a de chaleur et moins de 0.5 GWh/a d'électricité ne sont pas soumises à l'article sur les gros consommateurs. Néanmoins, elles peuvent également conclure une convention d'objectifs reconnue par la Confédération, par exemple par le biais du modèle PME de l'AEnEC, et bénéficier ainsi de la réduction des coûts d'énergie résultant d'une telle démarche. De plus, cette démarche peut être soutenue financièrement par la Fondation suisse pour le Climat et d'autres organisations.

Par ailleurs, les entreprises industrielles et de tourisme soumises à la concurrence internationale et qui émettent plus de 100 t CO₂/a (soit l'équivalent de 38'000 l de mazout ou 50'000 Nm³ de gaz naturel) sont éligibles pour le remboursement de la taxe sur le CO₂ qui est prélevée sur les combustibles. Ce remboursement est lié à la conclusion d'une convention d'objectifs de réduction des émissions de CO₂ avec la Confédération. En règle générale, cette convention est partie intégrante de la convention d'objectifs pour l'article cantonal sur les grands consommateurs et est proposée sous le terme "convention d'objectifs universelle" par les agences Act et AEnEC.

En plus de ces démarches, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) offre aux entreprises et aux branches un soutien sous la forme de produits homogènes et de guides d'application. Dès 2017-2018, l'OFEN offrira aux entreprises une plateforme de conseils spécialisés, une proposition de démarche d'analyse énergétique, ainsi qu'un soutien financier.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

Le potentiel d'économie dépend de la taille de l'entreprise. En tenant compte du potentiel et de la consommation de chaque catégorie, le potentiel global pondéré est estimé à 23% de la consommation totale d'énergie thermique.

Potentiel d'économie annuelle de combustibles pour les processus	- 70 GWh
--	----------

²² Entreprise dont la consommation d'énergie représente une charge très importante, notamment si on la rapporte à la valeur ajoutée.

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	- 30 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Adaptations pour les gros consommateurs pour la seconde période d'engagement. Adaptation de la LCEn en fonction de l'évolution du MoPEC et vision pour la 3^{ème} période (2026-2036) d'engagement des entreprises. - Encouragement et incitation Création d'un fonds de garantie pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. - Communication, information, formation et conseil Mise à jour des supports de communication et effort accru de diffusion des informations mises à disposition par SuisseEnergie, Act, AEnEc, etc. Séances d'information pour les entreprises pour la seconde période d'engagement selon l'article de la LCEn sur les gros consommateurs. Recommandation aux entreprises pour qu'elles concluent une convention d'objectifs.

Aspects économiques et financiers

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	18
Coût de l'énergie économisée [CHF/kWh]	< 0.10
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	0
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	0
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [MCHF et places de travail]	CA: 6 EPT: 3

Acceptabilité/faisabilité

La mise en œuvre de cette mesure nécessite un grand effort de communication, en particulier pour les petites entreprises et les acteurs concernés. Elle est techniquement maîtrisée, mais la rapidité de son déploiement dépendra des conditions économiques des entreprises ainsi que des prix de l'énergie.

Monitoring

Un suivi des actions et des résultats doit être prévu. A noter que celui-ci est déjà intégré pour les entreprises au bénéfice d'une convention d'objectifs.

Recensement des entreprises ayant souscrit une convention d'objectifs ou effectué un audit énergétique et suivi de leur évolution.

Lien avec d'autres mesures

- Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises (EE6).

Mesure EE4: Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Electricité

Description

Dans la plupart des cantons, le chauffage électrique est interdit dans les constructions neuves, ou soumis à de fortes restrictions. L'électricité est une énergie précieuse qui peut permettre théoriquement d'atteindre une température infinie. Il n'est par conséquent pas souhaitable de la dégrader par exemple en chauffant directement de l'eau à 50°C pour le chauffage des bâtiments, sauf dans le cas où elle est utilisée par une pompe à chaleur. Elle trouve un bien meilleur emploi pour faire fonctionner des appareils, des lampes ou des véhicules.

Les chauffe-eaux électriques sont des grands consommateurs d'électricité dans les ménages. C'est ainsi une électricité précieuse qui est gaspillée de façon inefficace pour la production d'eau chaude. Les chauffe-eaux doivent donc être remplacés. La meilleure solution consiste à produire de l'eau chaude au moyen de capteurs solaires ou par le raccordement à une pompe à chaleur de chauffage. Si cette dernière solution n'est pas envisageable, il existe toutefois une alternative permettant d'économiser plus des deux tiers de la consommation d'électricité: le chauffe-eau pompe à chaleur.

De nos jours, les systèmes de climatisation et rafraîchissement sont très gourmands en électricité. Un des moyens le plus efficace pour économiser cette forme d'énergie est de les remplacer par des systèmes exploitant le froid de l'environnement (en utilisant par exemple l'eau du lac, de sources ou de nappes souterraines).

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation d'électricité des environ 1'200 chauffages électriques directs et des environ 4'500 chauffe-eaux électriques recensés dans le canton en 2014	70 GWh
---	--------

Les bases légales cantonales concernant les chauffages électriques directs et les chauffe-eaux électriques sont les suivantes:

- Il est interdit de monter des nouveaux chauffages électriques fixes à résistance pour le chauffage des bâtiments et de les remplacer par un même système (LCEn, art. 47). En outre, les chauffages électriques fixes à résistance en service devront être remplacés d'ici le 1^{er} janvier 2030 (RELCEn, art. 29a).
- Le montage d'un nouveau chauffe-eau électrique direct n'est autorisé dans les habitations que sous conditions et, lors d'un remplacement, l'utilisation de l'énergie solaire thermique doit être envisagée en première priorité (RELCEn, art. 23b).

Le remplacement d'un chauffage électrique direct ou d'un chauffe-eau électrique existant n'est actuellement pas obligatoire. Il s'agit d'une mesure volontaire, mais qui est indirectement soutenue financièrement par des subventions dans le cadre du programme cantonal de promotion dans le domaine de l'énergie (pour les systèmes de chauffage électrique direct remplacé par une pompe à chaleur ou un autre système fonctionnant aux énergies renouvelables) et directement dans le cadre du programme ProKilowatt (pour les chauffe-eaux électriques remplacés par des chauffe-eaux pompe à chaleur).

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

La totalité des chauffages électriques directs (environ 1'200) et 90% des chauffe-eaux électriques (environ 4'500) sont concernés par cette mesure.

Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce au remplacement des chauffages électriques directs et des chauffe-eaux électriques	- 40 GWh
--	----------

Le potentiel d'économie d'électricité dans le domaine des installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification des bâtiments n'est pas quantifié à ce stade, mais devra faire l'objet d'études plus approfondies dans les années à venir.

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	- 14 GWh	<p>- Législation et réglementation</p> <p>Modification de la LCEn et du RELCEn pour appliquer les éléments suivants du MoPEC 2014:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Module de base, section C, articles concernant le chauffage électrique direct, les chauffe-eaux électriques ainsi que les installations de rafraîchissement, humidification et déshumidification. • Module 6 "Obligation d'assainir les chauffages électriques décentralisés". <p>Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique.</p> <p>Evaluation de la possibilité d'adapter le droit du bail (au niveau intercantonal).</p> <p>- Encouragement et incitation</p> <p>Subventionnement de la mise en place du système de distribution de la chaleur.</p> <p>Doublement des subventions ProKilowatt pour le remplacement des chauffe-eaux électriques.</p> <p>Arrêt des subventions dès 2025.</p> <p>- Communication, information, formation et conseil</p> <p>Mise à jour des supports de communication et effort accru de diffusion des informations aux propriétaires concernés.</p> <p>Communication ciblée sur la législation, ainsi que les subventions cantonales et ProKilowatt.</p>

Aspects économiques et financiers

Les chiffres reportés dans le tableau ci-dessous concernent uniquement les chauffages électriques directs (les chauffe-eaux électriques ne sont pas considérés).

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	13
Coût de l'énergie économisée [CHF/kWh]	0.10
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	0
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	S: 1.8 / MRF: 1.5
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [MCHF et places de travail]	CA: 8.5 EPT: 2

Acceptabilité/faisabilité

Compte tenu de la législation en vigueur et des modifications imaginables à moyen terme, l'atteinte de l'effet maximal de cette mesure peut être envisagée à l'horizon 2030.

Monitoring

Recensement des chauffages électriques directs et des chauffe-eaux électriques en service et suivi de leur évolution.

Lien avec d'autres mesures

- Production de combustibles renouvelables (ER1 à 3).

Mesure EE5: Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Electricité

Description

Le premier domaine d'intervention de cette mesure consiste dans le remplacement d'anciennes pompes de circulation pour le chauffage par des modèles plus efficaces. Là où l'on chauffe, des pompes de circulation sont à l'œuvre: elles font circuler dans les locaux l'eau chauffée pour les radiateurs et fonctionnent à l'électricité. L'eau chaude sanitaire également est mue par des pompes de circulation. A partir du 1^{er} août 2015, les fabricants n'ont plus le droit de mettre sur le marché que des pompes de circulation efficaces selon l'ordonnance fédérale sur l'énergie, à savoir avec un indice d'efficacité (EEI) plus petit ou égal à 0.23. Les anciennes pompes de circulation de chauffage consomment beaucoup d'électricité, tandis que les nouvelles de classe A, très performantes, permettent d'économiser jusqu'à 75% d'énergie électrique.

Le deuxième domaine d'intervention concerne l'optimisation de l'exploitation des installations et des appareils électriques dans les bâtiments. Ces dernières, mêmes récentes, peuvent très souvent être optimisées. De nombreux retours d'expériences d'optimisation d'installations existantes des bâtiments (démarche energo ou similaire) ont montré que 10 à 15% des consommations électrique peuvent être économisées. L'optimisation de la gestion de l'exploitation passe autant par des mesures techniques mises en place par l'exploitant (p.ex. réglage de la ventilation) que par des mesures de sensibilisation et de communication ou comportementales mises en place par les utilisateurs (p.ex. limitation de l'éclairage des locaux en fonction de leur utilisation et de l'éclairage naturel, l'extinction des stand-by, etc.).

Le troisième domaine d'intervention concerne les appareils et éclairage. L'étiquette-énergie, créée pour les appareils ménagers, électroniques et les ampoules, oriente d'un seul coup d'œil sur leur consommation d'énergie. L'offre d'appareils proposés sur le marché porte principalement sur les meilleures catégories d'efficacité.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation d'électricité dans les bâtiments en 2014 (sans tenir compte de la consommation des chauffages et chauffe-eaux électriques directes ainsi que des pompes à chaleur)	500 GWh
---	---------

Actuellement, le remplacement des pompes de circulation pour le chauffage, l'optimisation de la gestion de l'exploitation des installations électriques dans les bâtiments, le remplacement des appareils électroménagers et électroniques ainsi que l'assainissement de l'éclairage des bâtiments ne sont pas obligatoires. Il s'agit de mesures volontaires qui sont en général effectuées à la fin de vie des installations ou appareils, lors d'assainissements ou lors d'un réaménagement intérieur (changement d'affectation, rafraichissement, ...). Des subventions ProKilowatt sont prévues dans le cas du remplacement des pompes de circulation et dans celui de l'assainissement de l'éclairage pour des grandes surfaces.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

La totalité des bâtiments existants dans le canton (environ 32'000) affiche un potentiel d'économie d'énergie dans ce domaine.

Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments	- 235 GWh
--	-----------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	- 60 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Intégration des dispositions de la section G "Energie électrique" et du module 8 "Optimisation de l'exploitation" du MoPEC 2014 dans la LCEn. Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. - Encouragement et incitation Promouvoir la participation des acteurs neuchâtelois et

		<p>favoriser le dépôt de programmes ProKilowatt permettant la réalisation d'actions d'efficience auprès des propriétaires immobiliers du canton.</p> <p>Soutien à la réalisation de démarches d'optimisation type energo ou similaire pour tous types de bâtiment (maison individuelle, collectif, entreprise, tertiaire, ...).</p> <p>- Communication, information, formation et conseil</p> <p>Mise à jour des supports de communication et effort accru de diffusion des brochures mises à disposition par SuisseEnergie.</p> <p>Programmes d'information et de sensibilisation pour différents publics cibles: les propriétaires, les gérances, les exploitants de bâtiments, les locataires.</p> <p>Mise en place d'une campagne de communication sur l'efficacité électrique.</p>
--	--	--

Aspects économiques et financiers

Le thème n'est pas traité compte tenu de la difficulté à quantifier ces aspects.

Acceptabilité/faisabilité

Globalement, la mise en œuvre de cette mesure est techniquement aisée et rapide. En principe, le remplacement des pompes de circulation en fin de vie par les plus performantes sur le marché est prioritairement recherché.

Concernant l'optimisation de l'exploitation des installations et des appareils électriques ainsi que le remplacement des appareils électriques et de l'éclairage dans les bâtiments, le succès de sa mise en œuvre dépend des propriétaires, des exploitants et des usagers des bâtiments. Un effort de communication sur les incitations et les encouragements pour favoriser l'optimisation et le remplacement des installations existantes et pour encourager les acteurs susmentionnés à agir et à adopter au quotidien des éco-gestes (bureau, habitation...) est donc nécessaire. En principe, le remplacement des appareils et éclairages est effectué en fin de vie ou lors d'assainissements (changement d'affectation, rafraichissement, réaménagement intérieur, ...).

Monitoring

Les bâtiments ayant entrepris une optimisation de la gestion de leur exploitation et suivi de leur évolution dans le cadre d'une démarche officielle (p.ex. energo) seront recensés.

En complément, des recommandations et propositions de méthodes permettant le monitoring d'immeubles sur une base volontaire seront établies. En outre, des informations permettant la comparaison entre immeubles ("*benchmarking*") seront mises à disposition des propriétaires pour leur permettre de situer la performance de leurs immeubles.

Lien avec d'autres mesures

- Assainissement énergétique des bâtiments (EE1),
- Amélioration de l'efficacité énergétique des installations de chauffage et de production d'ECS (EE2).

Mesure EE6: Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Electricité

Description

Les entraînements électriques en usage dans les industries représentent jusqu'à 70% de leur consommation de courant. Grâce à des moteurs plus efficaces et un fonctionnement optimisé, il est possible de réduire ce chiffre d'environ 25% pour les grands consommateurs et 10% pour les petites et moyennes entreprises (PME).

Pour ce qui est des processus industriels, le potentiel d'efficacité concerne surtout les moteurs électriques, les pompes, les ventilateurs et la production de froid et d'air comprimé. L'exploitation de ce potentiel requiert avant tout des mesures intervenant au niveau du système (adaptation de l'exploitation en fonction des besoins effectifs et optimisation énergétique de processus globaux).

Un check-up énergétique dans les entreprises non soumises à l'article sur les gros consommateurs du MoPEC permettrait de déceler toutes sortes d'économies représentant également 10% de la consommation totale. L'Agence de l'énergie pour l'économie (AEnEc), l'Agence Cleantech Suisse (Act) et d'autres prestataires proposent de telles actions.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation d'électricité pour les processus en 2014	430 GWh
---	---------

Conformément à la LCEn, les entreprises qui consomment plus de 5 GWh/a de chaleur et/ou 0.5 GWh/a d'électricité sont soumises à l'article sur les gros consommateurs depuis le milieu des années 2000 dans le canton de Neuchâtel. L'application de cet article va être poursuivie dans une nouvelle période d'engagement des entreprises à partir de 2016-2017. De cette manière, toutes les entreprises intensives en énergie (cf. note de bas de page 22, page 105) sont légalement tenues d'optimiser leur efficacité énergétique, soit par la conclusion d'une convention d'objectifs sur 10 ans, soit par la mise en œuvre de mesures rentables dans les 3 ans suivants un audit initial.

Les entreprises qui consomment moins de 5 GWh/a de chaleur et moins de 0.5 GWh/a d'électricité ne sont pas soumises à l'article sur les gros consommateurs. Néanmoins, elles peuvent également conclure une convention d'objectifs reconnue par la Confédération, par exemple par le biais du modèle PME de l'Agence de l'énergie pour l'économie, et bénéficier ainsi de la réduction des coûts d'énergie résultant d'une telle démarche. De plus, cette démarche peut être soutenue financièrement par la Fondation suisse pour le Climat et d'autres organisations.

Par ailleurs, les entreprises soumises à la concurrence internationale et dont les coûts d'électricité représentent plus de 5% de la valeur ajoutée sont éligibles pour le remboursement du supplément réseau qui est prélevé sur la consommation d'électricité. Ce remboursement est lié à la conclusion d'une convention d'objectifs d'amélioration de l'efficacité énergétique avec la Confédération. En règle générale, cette convention est reconnue par le canton pour satisfaire l'article cantonal sur les gros consommateurs et est proposée sous le terme "convention d'objectifs universelle" par les agences Act et AEnEC.

En plus de ces démarches, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) offre aux entreprises un soutien sous la forme de produits homogènes et de guides d'application. Dès 2107-2018, l'OFEN offrira aux entreprises une plateforme de conseils spécialisés, une proposition de démarche d'analyse énergétique ainsi qu'un soutien financier.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

Le potentiel d'économie dépend de la taille de l'entreprise. En tenant compte du potentiel et de la consommation de chaque catégorie, le potentiel global pondéré est estimé à 18% de la consommation totale d'énergie électrique.

Potentiel d'économie annuelle d'électricité pour les processus	- 80 GWh
--	----------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	- 40 GWh	- Législation et réglementation Adaptations pour les gros consommateurs pour la seconde période d'engagement. Adaptation de la LCEn en fonction de l'évolution du MoPEC et vision pour la 3 ^{ème} période (2026-2036) d'engagement des

	<p>entreprises.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Encouragement et incitation Aides financières ponctuelles pour la mise en œuvre de mesures d'efficacité électrique. - Communication, information, formation et conseil Mise à jour des supports de communication et effort accru de diffusion des informations mises à disposition par SuisseEnergie, Act, AEnEc, etc. Séances d'information pour les entreprises pour la seconde période d'engagement selon l'article de la LCEn sur les gros consommateurs. Recommandation aux entreprises pour qu'elles concluent une convention d'objectifs.
--	---

Aspects économiques et financiers

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	36
Coût de l'énergie économisée [CHF/kWh]	< 0.15
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	0
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	0
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [MCHF et places de travail]	CA: 12 EPT: 5

Acceptabilité/faisabilité

La mise en œuvre de cette mesure nécessite un grand effort de communication, en particulier pour les petites entreprises et les acteurs concernés. Elle est techniquement maîtrisée, mais la rapidité de son déploiement dépendra des conditions économiques des entreprises ainsi que des prix de l'énergie.

Monitoring

Un suivi des actions et des résultats doit être prévu. A noter que celui-ci est déjà intégré pour les entreprises au bénéfice d'une convention d'objectifs.

Recensement des entreprises ayant souscrit une convention d'objectifs ou effectué un audit énergétique et suivi de leur évolution.

Lien avec d'autres mesures

- Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises (EE3).

Mesure EE7: Efficacité énergétique de l'éclairage public

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Electricité

Description

L'assainissement d'un réseau d'éclairage public comporte plusieurs volets:

- Un état des lieux, effectué sous la conduite d'un expert neutre, qui évalue tous les composants de l'installation et qui cible les plus grands gisements d'économie. Un tel audit pourra être complété par un plan d'investissement et un catalogue de mesures immédiates pour respecter les normes et directives en vigueur,
- Une planification de détail qui répond aux besoins des citoyens en matière de sécurité et de qualité du cadre de vie, tout en mettant un accent particulier sur les questions environnementales en rapport avec la consommation d'énergie et avec la prévention des émissions inutiles,
- Sur la base des études, un appel d'offre sera lancé pour un remplacement global ou partiel pour des luminaires plus efficaces, généralement à LED. L'expérience montre qu'un remplacement d'un grand volume de luminaires sur la base d'un appel permet d'obtenir des conditions financières très intéressantes de la part des fournisseurs,
- Une réflexion approfondie sur les conditions d'exploitation sera entreprise dès le début de la planification. Des mesures tels que l'abaissement du flux lumineux dans certaines plage-horaire nocturne, la gestion dynamique avec capteurs de présence, la télégestion, voire même l'extinction complète au plus fort de la nuit, seront envisagées.

Idéalement, la planification, les travaux de construction, l'exploitation et l'approvisionnement en énergie devraient être exécutés par des entités distinctes, de manière à éviter les conflits d'intérêts. Cependant certains domaines peuvent être traités par le même acteur.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation d'électricité l'éclairage public en 2014	15 GWh
---	--------

Jusqu'en 2010 l'assainissement d'un parc d'éclairage public était essentiellement conditionné par l'état de vétusté des installations. Depuis cette date, de nouvelles prescriptions européennes sont entrées en vigueur et leurs mises en œuvre seront échelonnées jusqu'en 2017, ce qui aura pour conséquence d'accélérer le renouvellement des installations.

Ces conditions-cadres prévoient une interdiction stricte des composants les plus inefficaces, comme les lampes à vapeur de mercure et sodium "réetrofit", qui sont interdites à la vente depuis début 2015. De ce fait, les luminaires équipés de ce type de lampes, devront être remplacés lorsque ces dernières seront en fin de vie. Il est recommandé aux communes de mettre en place ce plan d'assainissement, accompagné des moyens correspondants, le plus rapidement possible. Lors de cette opération, il est utile de prendre connaissance des différents programmes de subventionnement ainsi que les conditions à remplir pour en bénéficier.

Les nouveaux réseaux d'éclairage public, ainsi que les installations renouvelées doivent correspondre à l'état de la technique en matière d'efficacité énergétique. L'assainissement de l'éclairage public n'est pas obligatoire actuellement. Il s'agit d'une mesure volontaire mais qui est subventionnée par certaines entreprises d'approvisionnement en énergie (EAE) et par le programme ProKilowatt.

Tendances futures: l'efficacité des LED va continuer d'augmenter ces prochaines années, de même que l'électronique de commande, la technologie des senseurs, les batteries, l'internet des objets vont massivement investir cette branche. Toutes ces évolutions conduiront encore une fois à une réduction des besoins d'énergie et on peut imaginer que d'ici quelques années les luminaires pour les rues piétonnes et les voies de moyennes importances n'auront plus besoin d'alimentation électrique; quelques éléments photovoltaïques intégrés suffiront à fournir l'énergie nécessaire pour assurer un éclairage adapté à chaque situation.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

Les mesures d'assainissement porteront en priorité sur les points lumineux dont le potentiel d'économie est le plus important. Généralement, ce sont également des installations atteintes par la limite d'âge (20-30 ans) dont la programmation du remplacement était imminente.

Potentiel d'économie annuelle d'électricité de l'éclairage public	- 6 GWh
---	---------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	- 6 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. - Encouragement et incitation Prise en compte de toutes les subventions potentielles permettant de réduire le coût de l'investissement: <ul style="list-style-type: none"> - Programme de la Confédération ProKilowatt-EffeStrada (cf. www.effestrada.ch). - Certains distributeurs (p.ex. Groupe E) proposent un catalogue de subventionnements suivant les mesures appliquées. - Fonds d'énergie communal (dans certaines communes). Démontrer que le retour sur investissement est rapide, du fait que le coût du matériel est très abordable. - Communication, information, formation et conseil Diffusion des informations mises à disposition par le programme <i>topstreetlight</i> – soutenu par la Confédération – tels que guides, valeurs statistiques, liste de conseillers, offres de séminaires, etc. (cf. www.topstreetlight.ch). Participation à des séances d'information organisées par les communes à l'intention de leurs administrés, éventuellement avec le soutien de conseillers externes.

Aspects économiques et financiers

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	20
Coût de l'énergie économisée [CHF/kWh]	0.13
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	0.4
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	0
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [MCHF et places de travail]	CA: 4 EPT: 2

Acceptabilité/faisabilité

La mise en œuvre de cette mesure est techniquement aisée et financièrement intéressante. En principe la durée de vie d'un luminaire d'éclairage public est comprise entre 20 et 25 ans, cependant on rencontre encore des équipements qui ont plus de 30 ans. Parfois, les frais d'exploitation annuels sont tels qu'ils justifient à eux seul l'assainissement.

Monitoring

Un contrôle des travaux d'assainissement et une mise en évidence des résultats doivent être prévus par le maître d'ouvrage:

- Un contrôle de consommation régulier de l'installation doit être assuré. Toutes les armoires de distribution seront équipées d'un système de comptage. Une facturation au forfait ne convient plus pour les nouveaux systèmes de gestion dynamique et ne permet pas un suivi,
- Idéalement un relevé photométrique sera effectué avant et après l'assainissement, de manière à mettre en évidence les gains en performance et en confort.

Un recensement et un suivi de l'évolution des installations d'éclairage public ayant subi une optimisation de leur exploitation sont recommandés.

Lien avec d'autres mesures

- Production d'électricité solaire photovoltaïque (ER4).

Mesure EE8: Efficacité des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Carburants

Description

La plupart des grands constructeurs automobile ont déjà aujourd'hui quelques modèles affichant des émissions de CO₂ ≤ 95 g/km (qui correspond à une consommation de 4.1 litres essence ou 3.5 litres de diesel par 100 km). Ces derniers affichent des performances suffisantes pour le quotidien, mais ne sont pour l'instant pas assez mis en avant par les vendeurs et pris en considération par les clients.

Dans un système bonus-malus, la taxe pour les véhicules moins efficaces sera élevée, afin d'inciter leurs propriétaires à acquérir une voiture moins polluante, tandis que la taxe pour les véhicules propres sera moins élevée. Ce système correspond au principe pollueur-payeur.

La combinaison des prescriptions CO₂ émanant de la Confédération avec le système bonus-malus du canton aura un effet énergétique fort. Parce qu'ils dépendent l'un de l'autre, l'attribution de l'effet énergétique est difficile. Elle est donc basée sur des hypothèses.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation de carburants en 2014	1'370 GWh
------------------------------------	-----------

Concernant le parc de voitures de tourisme en circulation actuellement dans le canton de Neuchâtel, il affiche une consommation moyenne de carburant de 7 l/100 km correspondant à des émissions de CO₂ de 170 grammes par kilomètre. Selon les prescriptions concernant les émissions de CO₂ des voitures de tourisme de la Confédération, les importateurs suisses sont tenus de réduire à 95 grammes par kilomètre en moyenne les émissions de CO₂ des voitures de tourisme nouvellement immatriculées en Suisse en 2020. Si les émissions de CO₂ par kilomètre excèdent la valeur cible, une sanction sera appliquée. L'effet de ces prescriptions sera très grand, mais les importateurs craignent que ce but ne soit pas atteint et que finalement les acheteurs de voiture soient chargés de ces sanctions. Aucune obligation ou subvention en vue d'augmenter la part de véhicules efficaces ou de véhicules électriques n'est en vigueur actuellement. Par contre, la taxe automobile dans le canton de Neuchâtel est incitative dans ce sens, vu que son calcul est basé sur le niveau des émissions de CO₂ (système bonus-malus). L'âge du véhicule entre aussi dans le calcul afin de tenir compte de l'énergie grise nécessaire à sa fabrication.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

La totalité des environ 119'000 véhicules à moteur immatriculés et en circulation dans le canton en 2014 (dont environ 95'000 voitures de tourisme) est concernée par cette mesure.

Potentiel d'économie annuelle de carburants	- 830 GWh
---	-----------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	<p>Pour toutes les actions: - 300 GWh</p> <p>Pour les actions du canton: - 100 GWh (hypothèse)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. - Encouragement et incitation Soutien à la mise en place des infrastructures de recharge (privées et publiques) pour les véhicules électriques et veiller à ce que le courant soit d'origine renouvelable et local. - Communication, information, formation et conseil Campagne d'information: extension du "Printemps de la mobilité" de la ville de Neuchâtel, informations sur les prescriptions concernant les émissions de CO₂ des voitures de tourisme de la Confédération ("95 g"), stand d'information mobile (bus, remorque, tente). Campagne de communication sur le système bonus-malus de la taxe automobile en vigueur dans le canton. Communication sur des projets phares réalisés dans le canton (p.ex. entreprise avec une flotte de véhicules particulièrement efficace, bons exemples de promotion des véhicules

		électriques, etc.).
--	--	---------------------

Aspects économiques et financiers

Le thème n'est pas traité compte tenu de la difficulté à quantifier ces aspects.

Acceptabilité/faisabilité

Compte tenu de la durée de vie des véhicules à moteur et du fait qu'un véhicule fonctionnant parfaitement ne doit pas être envoyé à la casse (énergie grise), sa mise en œuvre peut être envisagée que sur une période de 10 à 20 ans.

Monitoring

Recensement du parc véhicules (type, carburant, consommation, émissions de CO₂, etc.) et suivi de son évolution.

Lien avec d'autres mesures

- Mesures d'économie d'électricité (EE4 à 7),
- Mesures de production d'électricité renouvelable (ER4).

Mesure EE9: Amélioration des flux de trafic

Thème: Economie d'énergie – Sous-thème: Carburants

Description

Plusieurs instruments pour réduire la consommation de l'énergie dans le domaine de la mobilité existent. Des mesures de communication aideront à atteindre les buts. La liste suivante en présente quelques exemples:

- Transfert du trafic individuel motorisé aux transports publics et à la mobilité douce
- Mise en place des infrastructures nécessaires pour améliorer l'efficacité des transports (mobilité combinée, p.ex. carsharing)
- Réduction de la demande de mobilité (p.ex. télétravail)
- Adoption d'une conduite économe (EcoDrive)
- Mise en place d'une gestion durable de la mobilité par les entreprises et les communes
- Soutien de projets innovants visant à faire évoluer le comportement en matière de mobilité
- Aménagement du territoire par le canton et les communes (plan cantonal des transports, places de stationnement réglementées, etc.).

Une combinaison avec les actions prévues dans la mesure EE8 augmentera l'effet en sensibilisant le public pour les aspects énergétique de la mobilité. Elle permettra aussi de mettre les sujets particuliers d'une manière systématique et unique dans un contexte globale. Ainsi, un stand mobile d'information (bus, remorque, tente, etc.) avec un secteur de la mobilité en général peut être adapté aux événements et sujets particuliers.

Avec des projets phares, des bons exemples seront mis en place, analysés et communiqués avec le soutien de l'Etat. Ils motivent des acteurs qui se trouvent dans une situation similaire à suivre.

Des actions législatives supplémentaires comme la réduction les déductions fiscales pour les pendulaires sont à évaluer au niveau intercantonal.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Consommation de carburants en 2014	1'370 GWh
------------------------------------	-----------

La politique cantonale des transports actuelle se base sur les documents suivants:

- Stratégie de mobilité douce (2015)
- Projet "Neuchâtel Mobilité 2030" (2015)

Les offres et infrastructures existantes de transports publics (p.ex. généralisation de la fréquence à la demi-heure des trains sur la ligne Neuchâtel – La Chaux-de-Fonds – Le Locle), de la mobilité douce (p.ex. vélos en libre-service dans les villes de Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds et Le Locle) ainsi que de la mobilité combinée (p.ex. covoiturage) sont continuellement améliorées afin d'augmenter leur part dans le mix de la mobilité du canton et, par conséquent, diminuer la part du trafic individuel motorisé. En outre, une première étape en vue de la réalisation du RER neuchâtelois – avec comme colonne vertébrale la liaison ferroviaire directe entre Neuchâtel et La Chaux-de-Fonds – a été franchie fin 2015 avec le lancement par le Conseil d'Etat d'une campagne d'information à large échelle.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050 par rapport à 2014

Potentiel d'économie annuelle de carburants	- 50 GWh
---	----------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif d'économie annuelle d'énergie par rapport à 2014	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	- 20 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Evaluation de la possibilité de réduire les déductions fiscales pour les pendulaires (au niveau intercantonal). - Encouragement et incitation Mise en œuvre du projet "Neuchâtel Mobilité 2030" au niveau des infrastructures de mobilité douce et des transports publics (planification de la réalisation du RER neuchâtelois). Pistes cyclables selon la stratégie de mobilité douce (p.ex. une "véloroute" de St. Aubin à La Neuveville, qui permettrait

		<p>d'avoir des temps de parcours inférieurs à vélo électrique qu'en voiture).</p> <p>Favorisation de la mise en place de plans de mobilité.</p> <p>- Communication, information, formation et conseil</p> <p>Campagne d'information: stand d'information mobile (bus, remorque, tente).</p> <p>Communication sur des projets phares réalisés dans le canton (p.ex. entreprise ou commune avec un plan de mobilité particulièrement efficace, bons exemples de promotion de la mobilité douce, etc.).</p>
--	--	---

Aspects économiques et financiers

Le thème n'est pas traité compte tenu de la difficulté à quantifier ces aspects.

Acceptabilité/faisabilité

Le spectre d'action de cette mesure est très vaste et la mise en œuvre des différentes actions proposées doit être accompagnée par un intense travail de communication et d'information afin d'augmenter leur acceptabilité.

Monitoring

Un monitoring indirect des effets de la mesure sera possible avec le suivi de l'évolution de la consommation de carburant dans le cadre des statistiques cantonales de l'énergie, ainsi qu'à travers d'éventuels recensements de la mobilité du canton.

Lien avec d'autres mesures

- Efficacité des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique (EE8).

Mesure ER1: Bois-énergie

Thème: Energies renouvelables – Sous-thème: Combustibles

Description

Le bois-énergie est considéré comme neutre au plan des émissions de CO₂, est renouvelable et représente la deuxième source en termes de potentiel disponible dans le canton pour la production de chaleur (loin derrière la chaleur et le froid de l'environnement). Ceci dit, il ne faut pas négliger les possibles inconvénients de cette source d'énergie. La plupart du temps, celle-ci n'est pas correctement exploitée et peut provoquer une formation accrue de poussières fines, nuisibles à la santé. Il arrive fréquemment que l'on utilise trop de bois, du bois mouillé ou encore du bois mal allumé.

Les divers moyens de chauffage au bois peuvent aller de la chaudière à bûches jusqu'aux installations de chauffage aux granulés ou aux copeaux de bois. Une production centralisée de chaleur à partir du bois avec distribution aux clients à travers d'un réseau de chauffage à distance (CAD) représente la solution avec le meilleur rendement énergétique, pour autant que le système soit correctement conçu et exploité.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Production de chaleur par le bois en 2014	140 GWh
---	---------

Le potentiel du canton est déjà bien exploité. Il est donc important d'optimiser les installations existantes et à venir afin d'obtenir le meilleur rendement.

Des normes très strictes au niveau de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) sont en vigueur pour les installations d'une puissance supérieure à 70 kW, mais les petites installations ne sont pas réglementées de ce point de vue.

La disposition légale limitant à un maximum de 80% la part des énergies non renouvelables utilisées pour le chauffage des nouveaux bâtiments oblige les propriétaires à prévoir un renforcement de l'isolation ou bien à installer un système de production de chaleur exploitant une source renouvelable. Le bois fait partie des solutions standards applicables.

Des subventions pour les installations individuelles à bois dans des bâtiments existants appartenant à des personnes physiques sont octroyées dans le cadre du programme cantonal de promotion. La Fondation pour la protection du climat et la compensation de CO₂ (KliK) soutient financièrement des projets qui réduisent les émissions de gaz à effet de serre (GES) dont la réalisation de réseaux CAD au bois. Les communes ont droit aux subventions (cantonales et KliK) uniquement pour les réseaux CAD.

Au niveau fiscal, les dépenses d'investissement liées aux installations utilisant des énergies renouvelables sont intégralement déductibles du revenu imposable.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050

Potentiel de production annuelle de chaleur par le bois	180 GWh
---	---------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif de production annuelle d'énergie	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	160 GWh (production supplémentaire par rapport à 2014: 20 GWh)	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Modification de la LCEn et du RELCEn pour appliquer le Module de base, section F, "Chaleur renouvelable lors du remplacement d'une installation de production de chaleur" du MoPEC 2014. Introduire la notion de compatibilité avec le plan de mesure "Protection de l'air". Collaboration avec les communes en vue d'une généralisation de l'obligation de raccordement à des réseaux de CAD. Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. - Encouragement et incitation Adaptation du programme de subventions actuel (2015) selon le ModEnHa 2015 avec notamment l'introduction d'une

		<p>aide financière pour les propriétaires de bâtiments se raccordant au réseau CAD.</p> <p>Fonds de garantie pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables.</p> <p>- Communication, information, formation et conseil</p> <p>Intégration systématique de suisseenergie.ch et de ses brochures dans le concept de communication.</p> <p>Séances d'information sur les énergies renouvelables pour les propriétaires de bâtiments en collaboration avec la chambre immobilière.</p> <p>Séances d'information pour les communes avec présentation du potentiel communal et des ressources cantonales.</p> <p>Cibler les ressources les plus importantes et les zones les plus favorables à l'implantation d'un réseau CAD.</p>
--	--	--

Aspects économiques et financiers

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	50
Coût de l'énergie produite [CHF/kWh]	0.15
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	4
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	S: 2
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [MCHF et places de travail]	CA: 33 EPT: 10

Acceptabilité/faisabilité

Compte tenu de la durée de vie des installations techniques dans les bâtiments et des investissements importants que la mesure implique (en ce qui concerne les installations centralisées notamment), sa mise en œuvre ne peut être envisagée que sur une période de 20 à 30 ans.

Afin de s'assurer au mieux de l'acceptabilité de la mesure, une attention particulière doit être portée à la garantie d'une exploitation durable et locale de la ressource bois ainsi qu'à la prise en compte des aspects liés à la protection de l'air (minimisation des émissions de poussières fines).

Monitoring

Recensement des installations de production de chaleur à partir du bois et suivi de leur évolution.

Lien avec d'autres mesures

- Assainissement énergétique de l'enveloppe thermique des bâtiments (EE1),
- Chauffages électriques directs et chauffe-eaux électriques (EE4).

Mesure ER2: Solaire thermique

Thème: Energies renouvelables – Sous-thème: Combustibles

Description

Cette fiche décrit les actions pour la poursuite de la mise en place de collecteurs solaires thermiques sur les toitures du canton. Les dispositions légales (par exemple augmentation de la taxe CO₂ et obligation de couvrir une partie des besoins thermiques des bâtiments par une source renouvelable) sont favorables au développement du solaire thermique. Un effort sera entrepris pour élargir les applications du côté de la demande (groupement d'utilisateurs, utilisation en milieu industriel). En raison de la concurrence exercée par les panneaux photovoltaïques dont les prix ont baissé significativement, il sera nécessaire que les installations solaires thermiques soient optimisées au niveau de leur coût pour qu'elles puissent être déployées à large échelle.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Production de chaleur par du solaire thermique en 2014	19 GWh
--	--------

La disposition légale limitant à un maximum de 80% la part des énergies non renouvelables utilisées pour le chauffage des nouveaux bâtiments oblige les propriétaires à prévoir un renforcement de l'isolation ou bien à installer un système de production de chaleur exploitant une source renouvelable. Le solaire thermique fait partie des solutions standards applicables (LCEn, art. 38a et RELCEn, art. 21). Une deuxième disposition légale en vigueur oblige les propriétaires de nouveaux bâtiments à couvrir au moins 50% de la production d'eau chaude sanitaire par du solaire thermique (LCEn, art. 38a et RELCEn, art. 21).

Des subventions pour les collecteurs solaires thermiques sur des bâtiments existants appartenant à des personnes physiques sont octroyées dans le cadre du programme cantonal de promotion.

Au niveau fiscal, les dépenses d'investissement liées aux installations utilisant des énergies renouvelables sont intégralement déductibles du revenu imposable.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050

Potentiel de production annuelle de chaleur par du solaire thermique	95 GWh
--	--------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif de production annuelle d'énergie	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	35 GWh (production supplémentaire par rapport à 2014: 16 GWh)	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Intégration des dispositions du MoPEC 2014 dans la LCEn, avec notamment l'introduction d'un nouvel article rendant obligatoire l'installation sur des bâtiments existants lors d'assainissement. Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. - Encouragement et incitation Adaptation du programme de subventions actuel (2015) selon le ModEnHa 2015 et son évolution ultérieure. - Communication, information, formation et conseil Supports de communications régulièrement mis à jour (éléments mis à disposition par SuisseEnergie). Programmes d'information et de sensibilisation sur la production d'énergie renouvelable pour les propriétaires de bâtiments. Lancement de projets pilotes (grandes installations industrielles, réseaux, optimisation de la chaleur entre utilisateurs) pour augmenter la demande thermique renouvelable.

Aspects économiques et financiers

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	90
Coût de l'énergie produite [CHF/kWh]	0.25-0.30
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	7
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [MCHF]	S: 4 / MRF: 11
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [MCHF et places de travail]	CA: 59 EPT: 18

Acceptabilité/faisabilité

Energie renouvelable peu contestée, sous réserve de l'intégration en milieu urbain.

Monitoring

Un contrôle des travaux et des résultats doit être prévu. La surveillance de la performance des installations au cours de leur durée de vie est essentielle.

Recensement des installations de production de chaleur à partir du solaire thermique et suivi de l'évolution du marché.

Lien avec d'autres mesures

- Assainissement énergétique de l'enveloppe thermique des bâtiments (EE1),
- Solaire photovoltaïque (ER4).

Mesure ER3: Chaleur et froid de l'environnement

Thème: Energies renouvelables – Sous-thème: Combustibles

Description

La présente mesure consiste dans la mise en place de pompes à chaleur (PAC), couplées ou non à des couplages chaleur-force (CCF), permettant de valoriser la chaleur et le froid de l'environnement pour l'exploiter à des fins énergétiques selon les technologies suivantes (classées par ordre de priorité et d'efficacité énergétique décroissants):

- Sources et eaux de surface (SES)

Le réseau à basse enthalpie (chauffage à distance à basse température) représente le meilleur système pour exploiter la chaleur des SES. Il s'agit d'un circuit de chauffage à distance qui circule à des températures de l'ordre de 10 à 20°C. Des pompes à chaleur (PAC) situées dans les bâtiments alimentés par le réseau, utilisent le réseau à basse enthalpie comme source de chaleur.

Le freecooling (installation individuelle ou réseau de froid à distance) est une technologie qui permet de produire du froid sans machine thermique (PAC), en utilisant la différence de température entre l'objet à rafraîchir (ex. locaux avec des personnes ou des installations informatiques) et la source froide (p.ex. air extérieur, eau superficielle ou souterraine, terrain à basse profondeur) afin de le rafraîchir directement ou d'aider au système de refroidissement à eau. Les systèmes les plus performants utilisent l'eau du lac (6-7°C), de sources ou de nappes souterraines (6-12°C). Ce principe peut par exemple être utilisé pour l'industrie ou pour les systèmes d'air conditionnés dans les centres de traitement de données et permet de très grandes économies d'énergie.

- Nappes phréatiques (NAP)

Cette technologie efficace consiste à capter de l'eau souterraine pour production de chaleur (avec l'aide de PAC) et de froid (freecooling). La ré-infiltration des eaux permet de reconstituer la ressource en eau souterraine. Une optimisation du système est possible grâce à la recharge thermique et au stockage saisonnier.

- Sondes géothermiques verticales (SGV)

Les SGV sont des échangeurs de chaleur, c'est-à-dire des systèmes qui permettent d'extraire la chaleur des roches du sous-sol. Le fluide se réchauffe en descendant en profondeur et ramène la chaleur du sous-sol ainsi prélevée au système de chauffage situé en surface. Les SGV exploitent une source de chaleur à basse température. L'optimisation du système consiste à recharger le terrain et à prévoir un stockage saisonnier afin d'augmenter très significativement l'énergie exploitable par mètre de sonde et volume de terrain.

- Aquifères profonds (APR)

L'exploitation des APR vise à capter et à mettre en valeur l'énergie thermique des réserves naturelles d'eau chaude emmagasinées dans les couches perméables profondes (profondeur comprise entre 400 et 2'000 m). L'exploitation thermique classique des aquifères profonds consiste à capter des fluides géothermiques au moyen de forages, à les amener à la surface par pompage, à en extraire la chaleur à des fins de chauffage ou de production électrique, puis à les réinjecter en profondeur.

- Géosstructures énergétiques (GEN)

Les GEN sont des ouvrages d'appui ou de soutènement (pieux, parois ou dalles en béton armé) mis en place dans le sol ou au contact avec lui et équipés en échangeur de chaleur géothermique. A partir de 15 à 20 m de profondeur, la température du terrain devient très rapidement constante avoisinant une valeur de 9-11°C. Ce niveau de température autorise une utilisation thermique pour le chauffage des bâtiments en hiver (avec l'aide d'une PAC) et pour le refroidissement en été.

- Pompes à chaleur (PAC) air/eau

Les PAC air/eau soutirent la chaleur de l'air extérieur, ce qui a comme conséquence que leur rendement est influencé par les conditions climatiques. Leur utilisation est donc déconseillée pour des bâtiments situés trop en altitude ou dans un climat très froid.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Production de chaleur et de froid soutirés à l'environnement en 2014	30 GWh
--	--------

La chaleur de l'environnement est aujourd'hui presque exclusivement exploitée grâce à des PAC dans le canton. Par ailleurs, des subventions sont octroyées dans le cadre du programme cantonal de

promotion pour des PAC qui remplacent des chauffages électriques directs ou dans le cadre du programme ProKilowatt pour des chauffe-eaux PAC en remplacement d'un chauffe-eau électrique.

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050

Le potentiel théorique de production de chaleur et froid de l'environnement dans le canton est énorme (> 3'900 GWh), tandis que le potentiel réalisable à l'horizon 2050 est présenté dans le tableau suivant.

Potentiel de production annuelle de chaleur et de froid	700 GWh
---	---------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif de production annuelle d'énergie	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	150 GWh (production supplémentaire par rapport à 2014: 120 GWh)	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Modification de la LCEn et du RELCEn pour appliquer le Module de base, section F, "Chaleur renouvelable lors du remplacement d'une installation de production de chaleur" du MoPEC 2014. Interdiction des PAC air/eau, sauf dans le cas où l'utilisation d'autres sources de chaleur de l'environnement ne serait pas possible (p.ex. interdiction de forage). Collaboration avec les communes en vue d'une généralisation de l'obligation de raccordement à des réseaux de chaleur ou de froid à distance. Adaptation de la législation et des règlements selon l'état de la technique. - Encouragement et incitation Adaptation du programme de subventions actuel (2015) selon le ModEnHa 2015 et intégration des grandes installations centralisées (p. ex. réseaux basse enthalpie). Fonds de garantie pour l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. Implication du canton dans des projets phares (nappe de l'Areuse, source de Noiraigue, ...). - Communication, information, formation et conseil Intégration systématique de suisseenergie.ch et de ses brochures dans le concept de communication. Séances d'information sur les énergies renouvelables pour les propriétaires de bâtiments en collaboration avec la chambre immobilière. Séances d'information pour les communes avec présentation du potentiel communal et des ressources cantonales en ciblant les ressources les plus importantes.

Aspects économiques et financiers

Le thème n'est pas traité compte tenu de la difficulté à quantifier ces aspects.

Acceptabilité/faisabilité

Compte tenu de la durée de vie des installations techniques dans les bâtiments et des investissements importants que la mesure implique (en ce qui concerne les installations centralisées notamment), sa mise en œuvre ne peut être envisagée que sur une période de 20 à 30 ans.

Monitoring

Recensement des installations pour la valorisation de la chaleur et le froid de l'environnement et suivi de leur évolution.

Lien avec d'autres fiches

- Assainissement énergétique de l'enveloppe thermique des bâtiments (EE1),
- Mesures d'économie d'électricité (EE4 à 7),
- Mesures de production d'électricité renouvelable (ER4).

Mesure ER4: Solaire photovoltaïque

Thème: Energies renouvelables – Sous-thème: Electricité

Description

Cette fiche décrit les actions pour la poursuite de la mise en place de panneaux solaires photovoltaïques sur les toitures du canton. La fiche regroupe les actions concernant les petites installations photovoltaïques (< 30 kWp), caractérisées par des aides de type rétribution unique (RU) et pouvant être considérées fiscalement comme faisant partie des immeubles, et les grandes installations (> 30 kWp), caractérisées par des aides de type reprise à prix coûtant du courant produit (RPC) et étant considérées fiscalement comme de la fortune commerciale. La fiche prévoit la promotion du mode de l'autoconsommation du courant produit au sens large, de manière à pouvoir valoriser le courant produit par les grandes installations photovoltaïque, même en cas de baisse ou de suspension du système RPC.

Etat existant (énergétique, légal, conditions cadre, ...)

Production d'électricité solaire photovoltaïque en 2014	13 GWh
---	--------

Aucune disposition légale obligeant les propriétaires à prévoir l'installation d'un système de production d'électricité exploitant une source renouvelable, comme par exemple le solaire photovoltaïque, n'existe à ce jour. Le MoPEC 2014 prévoit un article dans ce sens.

La disposition légale en vigueur qui oblige les propriétaires de nouveaux bâtiments à couvrir au moins 50% de la production d'eau chaude sanitaire par du solaire thermique prévoit néanmoins la possibilité d'installer du solaire photovoltaïque en combinaison avec une pompe à chaleur.

Aucune subvention cantonale pour la pose de panneaux solaires photovoltaïques n'est octroyée. Au niveau communal, seule la Ville de Neuchâtel octroie des subventions à ce jour, tandis qu'au niveau fédéral, une rétribution unique est prévue pour les petites installations et une reprise à prix coûtant pour les grandes (cf. dans le paragraphe "Description" ci-dessus). Au niveau fiscal, les dépenses d'investissement liées aux installations utilisant des énergies renouvelables sont intégralement déductibles du revenu imposable.

L'Etat de Neuchâtel soutient le solaire photovoltaïque en participant ponctuellement au financement de projets recherche et développement (R&D) et pilote et démonstration (P&D) comme par exemple celui en cours avec le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) concernant le développement de nouveaux éléments photovoltaïques pour l'intégration architecturale (BIPV, Building Integrated PhotoVoltaics).

Potentiel total réalisable à l'horizon 2050

Potentiel de production annuelle d'électricité solaire photovoltaïque	180 GWh
---	---------

Objectif énergétique et inventaire d'actions possibles d'ici 2025

Horizon	Objectif de production annuelle d'énergie	Actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
2025	40 GWh (production supplémentaire par rapport à 2014: 27 GWh)	<ul style="list-style-type: none"> - Législation et réglementation Intégration dans la LCEn des dispositions du MoPEC 2014 concernant l'obligation de production propre de courant dans les bâtiments à construire (Module de base, section E). Intégration de dispositions favorisant l'autoconsommation à large échelle pour l'énergie renouvelable produite localement lors de l'attribution des concessions (zones de desserte) aux distributeurs d'électricité. - Encouragement et incitation Encouragement de partenariats publics privés avec location de toitures aux investisseurs photovoltaïques (notamment communes et exploitants de réseaux entre autres). Etudes et aides pour un nombre limité de projets de démonstration reproductibles permettant un large déploiement sur le territoire cantonal (notamment pour faciliter l'autoconsommation à large échelle et le partenariat public privé).

	<p>- Communication, information, formation et conseil</p> <p>Supports de communications régulièrement mis à jour (éléments mis à disposition par SuisseEnergie).</p> <p>Programmes d'information et de sensibilisation sur la production d'énergie renouvelable pour les propriétaires de bâtiments, et des avantages amenés par l'autoconsommation de l'électricité produite.</p> <p>Projets pilotes (réflexions au niveau d'immeubles et de quartiers en lien avec l'autoconsommation, grandes installations avec fonction d'exemplarité).</p>
--	---

Aspects économiques et financiers

	2015-2025
Investissement total (pour l'ensemble de la période) [millions CHF]	76
Coût de l'énergie produite [CHF/kWh]	0.10-0.25
Subventions de tiers (pour l'ensemble de la période) [millions CHF]	33
Coûts pour l'Etat (pour l'ensemble de la période) [millions CHF]	S: 0 / MRF: 4
Retombées économiques pour le canton (pour l'ensemble de la période) [millions CHF et places de travail]	CA: 27 EPT: 12

Acceptabilité/faisabilité

Energie renouvelable peu contestée, sous réserve de l'intégration dans l'aménagement territorial et le milieu urbain. Par sa large gamme de puissance, elle concerne tous les acteurs, du privé à l'industriel investisseur.

Monitoring

Un contrôle des travaux et des résultats doit être prévu.

Recensement des installations de production d'électricité photovoltaïque et suivi de leur évolution.

Lien avec d'autres fiches

- Assainissement énergétique de l'enveloppe thermique des bâtiments (EE1),
- Solaire thermique (ER2).

8.2.2 Mesures supplémentaires

Outre les 13 mesures principales présentées dans la section 8.2.1, les 8 mesures supplémentaires listées ci-dessous contribuent aussi à la mise en œuvre de la politique énergétique cantonale. Par contre, elles ne feront pas l'objet d'une fiche de mesure pour les raisons suivantes: soit elles sont difficilement quantifiables, soit les technologies concernées ne sont pas encore assez mûres ou bien leur mise en œuvre ne dépend pas ou est peu influençable par les autorités cantonales. Pour plus de précisions, elles sont décrites dans les chapitres 5 et 6.

Mesures d'économie d'énergie:

- Technologies à haut rendement énergétique (cf. section 5.4.1),
- Optimisation de la gestion de la production et la consommation d'électricité (5.4.2).

Mesures de production d'énergies renouvelables:

- Incinération des ordures (6.1 et 6.2),
- Biogaz (6.1 et 6.2),
- Energie hydraulique (6.2),
- Energie éolienne (6.2),
- Géothermie profonde (6.2),
- Biocarburants liquides et biogaz carburant (6.3).

8.2.3 Mesures transversales

Afin d'assurer une mise en œuvre cohérente et coordonnée de la politique énergétique cantonale, 7 mesures transversales ont été définies. Ces dernières ont une influence sur la totalité des mesures d'économies d'énergie et de production d'énergies renouvelables, mais ne sont pas liées directement et exclusivement à chacune d'entre elles. Les mesures transversales ne font pas l'objet de fiches de mesures, mais un inventaire d'actions possibles pour chacune d'entre elles est présenté dans le tableau ci-dessous. Il s'agit à ce stade de donner quelques pistes d'action et de réflexion. Une description complète et détaillée des mesures transversales devra être établie le moment venu, quand leur éventuelle exécution concrète sera décidée.

	Inventaire d'actions possibles à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel
TR1 Législation ainsi que planification et monitoring de la politique énergétique	<ul style="list-style-type: none"> - Mise à jour continue de la législation et des règlements selon l'état de la technique et l'évolution des normes. - Etablissement du plan cantonal de l'énergie selon art. 17 LCEn. - Mise en place et exécution du monitoring de la conception directrice.
TR2 Exemplarité des collectivités publiques	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement du rôle d'exemplarité de l'Etat et des communes dans tous les domaines liés aux économies d'énergie et à la production d'énergies renouvelables. - Mise en place de mesures et actions exemplaires si techniquement et économiquement faisable.
TR3 Energie dans les communes	<ul style="list-style-type: none"> - Collaboration avec les communes pour qu'elles établissent leur plan communal des énergies. - Collaboration avec les communes pour qu'elles deviennent Cité de l'énergie ou qu'elles progressent au sein du processus.
TR4 Entreprises d'approvisionnement en énergie (EAE)	<ul style="list-style-type: none"> - Collaboration avec les EAE pour qu'elles proposent une part minimale d'énergies renouvelables dans leur offre de base (chauffage à distance, électricité, gaz naturel/biogaz, ...). - Collaboration avec les EAE pour qu'elles définissent et visent des objectifs d'efficacité énergétique (chauffage à distance, électricité, gaz naturel/biogaz, ...) avec certificats.

<p>TR5 Communication, information et conseil</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Etablissement d'une carte cantonale des réalisations et installations énergétiques exemplaires ainsi que des projets phares (p.ex. nouveaux bâtiments, bâtiments assainis, industrie et entreprises, économies d'électricité, mobilité douce, énergies renouvelables, ...). - Création d'un parcours permettant de visiter les réalisations et installations énergétiques exemplaires ainsi que des projets phares susmentionnés (p.ex. en collaboration avec Tourisme neuchâtelois et/ou avec les EAE). - Intensification et amélioration de la communication et de l'information. Exemples d'actions possibles: <ul style="list-style-type: none"> • Réflexion ou étude à propos de la meilleure façon de communiquer (à travers quels canaux, quels sont et comment viser les publics cibles, ...). • Lancement d'une campagne "Conception directrice de l'énergie" dans la presse en mettant en évidence l'importance de la contribution de chaque citoyen pour atteindre les objectifs visés (p.ex. chaque geste compte, dans les bâtiments intelligents, il faut des habitants intelligents ou "<i>smart habitants</i>" mais pas uniquement au niveau technologique, ...). - Renforcement des centres de conseil régionaux existants.
<p>TR6 Formation</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Coordination et coopération entre les différentes formations en place au niveau de la scolarité obligatoire. - Intensification de la formation de base et continue des professionnels du bâtiment et de l'énergie.
<p>TR7 Mesures d'encouragement et incitatives</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi de l'évolution des programmes de subvention au niveau fédéral (Swissgrid, ProKilowatt, KliK, ...). - Renforcement du programme de subventions cantonal et des programmes de subvention communaux avec la généralisation de l'obligation d'établir un certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB) pour avoir droit aux subventions dans le domaine du bâtiment. - Intensification du soutien cantonal aux projets recherche et développement (R&D), aux projets pilote et démonstration (P&D) et aux projets phares. - Renforcement de l'incitation financière à travers les déductions fiscales pour les travaux dans le domaine de l'énergie. - Introduction d'une redevance pour alimenter le fonds cantonal de l'énergie et les fonds communaux de l'énergie. - Etude pour la création d'un fonds de garantie pour financer les mesures d'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. - Promotion et soutien du contracting énergétique dans le domaine des économies d'énergie (p.ex. contrat de performance énergétique, <i>energo</i>, ...) et de la production d'énergies renouvelables (p.ex. CAD au bois, solaire photovoltaïque, ...) et des systèmes novateurs de gestion et production de l'énergie (p.ex. bourse aux négawatts, bourses et coopératives solaires, ...).

Tableau 47: Mesures transversales avec inventaire d'actions possibles

8.3 Synthèse des aspects liés à la mise en œuvre de la conception directrice de l'énergie

8.3.1 Synthèse par mesure

Les éléments quantitatifs selon le scénario NPE-NE concernant les 9 mesures principales d'économie d'énergie (cf. section 8.2.1) sont présentés dans le Tableau 48, tandis que ceux concernant les 4 mesures principales (cf. section 8.2.1) et les 4 mesures supplémentaires (cf. section 8.2.2) de production d'énergies renouvelables le sont dans le Tableau 49.

	Potentiel annuel total réalisable	Objectif énergétique annuel de 2015 à 2025	Consommation supplémentaire de 2015 à 2025	Investissement total de 2015 à 2025	Prix de revient de l'énergie économisée	Subventions de tiers de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (S) de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (MRF) de 2015 à 2025	Retombées économiques pour le canton (CA) de 2015 à 2025	Retombées économiques pour le canton (EPT) de 2015 à 2025
	GWh	GWh	GWh	MCHF	CHF/kWh	MCHF	MCHF	MCHF	MCHF	nombre emplois
Combustibles										
EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants	-710	-160		1'470	0.31	63	24	176	955	289
EE2 Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire	-350	-60								
EE3 Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises	-70	-30		18	<0.10	0	0	0	6	3
Total combustibles	-1'130	-250	73	1'488		63	24	176	961	292
Total combustibles y.c. consomm. supplém.	-890	-177								
Electricité										
EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants	-10	-2		21	0.31	0.9	0.3	2.5	13	4
EE4 Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification	-40	-14		13	0.10	0	1.8	1.5	9	2
EE5 Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments	-235	-60								
EE6 Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises	-80	-40		36	<0.15	0	0	0	12	5
EE7 Efficacité énergétique de l'éclairage public	-6	-6		20	0.13	0.4	0	0	4	2
Total électricité	-371	-122	108	90		1.3	2.1	4	38	13
Total électricité y.c. consomm. supplém.	-19	-15								
Carburants										
EE8 Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique	-830	-300								
EE9 Amélioration des flux de trafic	-50	-20								
Total carburants	-880	-320	31	0		0	0	0	0	0
Total carburants y.c. consomm. supplém.	-780	-289								
Total global sans consommations supplém.	-2'381	-692	211	1'578		64	26	180	999	305
Total global y.c. consommations supplém.	-1'689	-481								

Tableau 48: Eléments quantitatifs concernant les mesures d'économie d'énergie

	Potentiel annuel total réalisable	Objectif énergétique annuel à l'horizon 2025	Investissement total de 2015 à 2025	Prix de revient de l'énergie produite	Subventions de tiers de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (S) de 2015 à 2025	Coûts pour l'Etat (MRF) de 2015 à 2025	Retombées économiques (CA) pour le canton de 2015 à 2025	Retombées économiques pour le canton (EPT) de 2015 à 2025
	GWh	GWh	MCHF	CHF/kWh	MCHF	MCHF	MCHF	MCHF	MCHF
Chaleur et froid									
ER1 Bois-énergie	180	160	50	0.15	4	2	0	33	10
ER2 Solaire thermique	95	35	90	0.25-0.30	7	4	11	59	18
ER3 Chaleur et froid de l'environnement	700	150							
Incinération des ordures (CCF)	50	45							
Biogaz (CCF)	15	10							
Total chaleur et froid	1'040	400	140		11	6	11	92	28
Electricité									
ER4 Solaire photovoltaïque	180	40	76	0.10-0.25	33	0	4	27	12
Energie hydraulique	210	149							
Energie éolienne	208	98							
Incinération des ordures (CCF)	30	28							
Biogaz (CCF)	7	5							
Total électricité	635	320	76		33	0	4	27	12
Carburant									
Aucune mesure prévue									
Total carburant	0	0	0		0	0	0	0	0
Total global	1'675	720	216		44	6	15	119	40

Tableau 49: Eléments quantitatifs concernant les mesures de production d'énergies renouvelables

Une brève analyse de chaque mesure est établie dans les pages suivantes.

Mesures d'économie de combustibles pour la chaleur et le froid:

- **EE1 "Enveloppe thermique des bâtiments existants"**: il s'agit de la mesure qui affiche le plus grand effet énergétique au niveau des économies annuelles de combustibles avec 160 GWh à l'horizon 2025. A cela, il faut encore ajouter l'économie annuelle de 2 GWh d'électricité, grâce à l'assainissement de bâtiments chauffés avec des pompes à chaleur (PAC). La combinaison d'une volonté politique forte, d'une législation et d'une réglementation cohérentes et coordonnées ainsi que de mesures d'incitation adaptées, permettrait à cette mesure d'apporter une contribution très importante au niveau des économies de combustibles fossiles (mazout et gaz naturel) et d'électricité, dans la production de chaleur par des PAC ainsi que de froid de confort. Au niveau des aspects économiques et financiers sur la période 2015-2025, cette mesure apparaît comme la plus coûteuse dans le domaine des économies d'énergie autant pour les maîtres d'ouvrage (investissement total de 1'491 MCHF) que pour l'Etat (24 MCHF en subventions et 178 MCHF en manque de recettes fiscales). Bien qu'elle soit moins rentable que d'autres, il s'agit de la mesure qui engendre les retombées économiques les plus élevées pour l'économie du canton (968 MCHF de chiffre d'affaire pour les entreprises régionales et 293 places de travail créées).
- **EE2 "Efficacité énergétique des installations de chauffage des bâtiments et de production d'eau chaude sanitaire"**: cette mesure est également importante avec une économie annuelle d'énergie de 60 GWh d'ici 2025. Ses coûts n'ont pas été quantifiés, compte tenu du caractère très hétérogène de la mesure, mais l'expérience pratique laisse présager qu'ils sont nettement inférieurs à ceux de la mesure précédente. La difficulté dans ce cas consiste dans l'identification et la mise en place concrète des actions permettant d'atteindre les objectifs fixés.
- **EE3 "Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises"**: la mise en œuvre de cette mesure devrait avoir lieu dans le cadre des programmes en cours (p.ex. l'Agence de l'énergie pour l'économie AEnEc et l'Agence Cleantech Suisse Act) et son effet au niveau des économies annuelles de combustibles s'élève à 30 GWh d'ici 2025. Il s'agit d'une mesure rentable pour les entreprises avec un prix de revient de l'énergie économisée inférieur à 0.10 CHF/kWh. Sur la période 2015-2025, les investissements prévus s'élèvent à 18 MCHF, aucun coût pour l'Etat n'est à signaler, tandis que les retombées sur le chiffre d'affaire pour les entreprises régionales s'élèveraient à 6 MCHF et les emplois créés seraient au nombre de 3.

Mesures d'économie d'électricité:

- **EE4 "Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification"**: la mise en œuvre de cette mesure est déjà partiellement prévue dans la LCEn avec l'interdiction des nouveaux chauffages électriques directs et l'obligation de leur remplacement d'ici 2030. Son effet au niveau des économies annuelles d'électricité s'élève à 14 GWh d'ici 2025. Il s'agit d'une mesure intéressante du point de vue économique et financier avec un prix de revient de l'énergie économisée de 0.10 CHF/kWh. Sur la période 2015-2025, les investissements prévus s'élèvent à 13 MCHF, les coûts pour l'Etat à 1.8 MCHF en subventions et 1.5 MCHF en déductions fiscales, tandis que les retombées sur le chiffre d'affaire pour les entreprises régionales s'élèveraient à 9 MCHF et les emplois créés seraient au nombre de 2.
- **EE5 "Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments"**: il s'agit de la mesure qui affiche le plus grand effet énergétique au niveau des économies annuelles d'électricité avec 60 GWh à l'horizon 2025. Ses coûts n'ont pas été quantifiés, compte tenu du caractère très hétérogène de la mesure, mais l'expérience pratique laisse présager qu'ils se situent à un niveau inférieur par rapport aux autres mesures proposées. La difficulté dans ce cas consiste dans l'identification et la mise en place concrète des actions permettant d'atteindre les objectifs fixés.
- **EE6 "Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises"**: la mise en œuvre de cette mesure devrait avoir lieu dans le cadre des programmes en cours (p.ex. AEnEc) et son effet au niveau des économies annuelles d'électricité s'élève à 40 GWh d'ici 2025. Il s'agit d'une mesure rentable pour les entreprises avec un prix de revient de l'énergie économisée inférieur à 0.15 CHF/kWh. Sur la période 2015-2025, les investissements prévus s'élèvent à 36 MCHF, aucun coût pour l'Etat n'est à signaler, tandis que les retombées sur le

chiffre d'affaire pour les entreprises régionales s'élèveraient à 12 MCHF et les emplois créés seraient au nombre de 5.

- **EE7 "Efficacité énergétique de l'éclairage public"**: la mise en œuvre de cette mesure est déjà bien engagée avec des réglementations prévoyant l'interdiction des composants les plus inefficaces. Son effet au niveau des économies annuelles d'électricité s'élève à 6 GWh d'ici 2025. Il s'agit d'une mesure importante pour les communes et intéressante du point de vue économique et financier avec un prix de revient de l'énergie économisée de 0.13 CHF/kWh. Sur la période 2015-2025, les investissements prévus s'élèvent à 20 MCHF, aucun coût pour l'Etat n'est à signaler, tandis que les retombées sur le chiffre d'affaire pour les entreprises régionales s'élèveraient à 4 MCHF et les emplois créés seraient au nombre de 2.

Mesures d'économie de carburants:

- **EE8 "Efficacité énergétique des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique"**: il s'agit de la mesure qui affiche le plus grand effet énergétique au niveau des économies annuelles de carburants avec 300 GWh à l'horizon 2025. Ceci est dû au fait que la mesure se compose de prescriptions émanant de la Confédération et d'actions à mettre en place par l'Etat de Neuchâtel. Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, compte tenu du caractère très hétérogène de la mesure. La difficulté dans le cadre de cette mesure consiste dans l'identification et la mise en place concrète des actions de l'Etat permettant d'atteindre les objectifs fixés.
- **EE9 "Amélioration des flux de trafic"**: la mise en œuvre de cette mesure permettrait d'économiser annuellement 20 GWh de carburants d'ici 2025. Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, compte tenu du caractère très hétérogène de la mesure. La difficulté dans le cadre de cette mesure consiste dans l'identification et la mise en place concrète des actions de l'Etat permettant d'atteindre les objectifs fixés.

Mesures de production de combustibles renouvelables pour la chaleur et le froid:

- **ER1 "Bois-énergie"**: il s'agit de la mesure qui affiche le plus grand effet énergétique au niveau de la production annuelle de chaleur avec 160 GWh à l'horizon 2025 (dont 140 GWh déjà exploités en 2014). En outre, c'est une mesure intéressante du point de vue économique et financier avec un prix de revient de l'énergie produite de 0.15 CHF/kWh. Sur la période 2015-2025, les investissements prévus s'élèvent à 50 MCHF, les coûts pour l'Etat à 2 MCHF en subventions (aucune déductions fiscales n'est prévue, vu que les maîtres d'ouvrage seraient essentiellement des communes ou des sociétés), tandis que les retombées sur le chiffre d'affaire pour les entreprises régionales s'élèveraient à 33 MCHF et les emplois créés seraient au nombre de 10.
- **ER2 "Solaire thermique"**: cette mesure affiche un effet énergétique au niveau de la production annuelle de chaleur de 35 GWh à l'horizon 2025 (dont 19 GWh déjà exploités en 2014). Au niveau des aspects économiques et financiers sur la période 2015-2025, cette mesure résulte comme la plus coûteuse dans le domaine de la production d'énergies renouvelables, autant pour les maîtres d'ouvrage (investissement total d'environ 90 MCHF) que pour l'Etat (4 MCHF en subventions et 11 MCHF en déductions fiscales). Bien qu'elle soit moins rentable que d'autres, il s'agit aussi de la mesure qui engendre les retombées économiques les plus élevées pour l'économie du canton (59 MCHF de chiffre d'affaire pour les entreprises régionales et 18 places de travail créées).
- **ER3 "Chaleur et froid de l'environnement"**: cette mesure affiche un grand effet énergétique – et surtout un très grand potentiel de développement – au niveau de la production annuelle de chaleur et de froid avec 150 GWh à l'horizon 2025 (dont 30 GWh déjà exploités en 2014). La combinaison d'une volonté politique forte, d'une planification cohérente et coordonnée ainsi que de mesures d'incitation adaptées permettrait aux technologies concernées d'apporter une contribution très importante au niveau du mix de consommation de chaleur dans le canton en substitution des agents énergétiques fossiles (mazout et gaz naturel) et au niveau des économies d'électricité dans la production de froid de confort et commercial. Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, compte tenu du caractère très hétérogène de la mesure.

- **Incinération des ordures (CCF):** cette mesure affiche un effet énergétique au niveau de la production annuelle de chaleur de 45 GWh à l'horizon 2025 (même production qu'en 2014). Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, vu qu'il s'agit d'une mesure supplémentaire (cf. section 8.2.2).
- **Biogaz (CCF):** cette mesure affiche un effet énergétique au niveau de la production annuelle de chaleur de 10 GWh à l'horizon 2025 (même production qu'en 2014). Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, vu qu'il s'agit d'une mesure supplémentaire (cf. section 8.2.2).

Mesures de production d'électricité renouvelable:

- **ER4 "Solaire photovoltaïque":** cette mesure affiche un effet énergétique important – et surtout un très grand potentiel de développement – au niveau de la production annuelle d'électricité avec 40 GWh à l'horizon 2025 (dont 13 GWh déjà exploités en 2014). Il s'agit d'une mesure déjà aujourd'hui intéressante du point de vue économique et financier (notamment pour les grandes installations) avec un prix de revient de l'énergie produite de 0.10-0.25 CHF/kWh. Sur la période 2015-2025, les investissements prévus s'élèvent à 76 MCHF, les coûts pour l'Etat à 4 MCHF en déductions fiscales (aucune subvention n'est prévue au niveau cantonal, mais des subventions fédérales et, éventuellement communales, sont octroyées), tandis que les retombées sur le chiffre d'affaire pour les entreprises régionales s'élèveraient à 27 MCHF et les emplois créés seraient au nombre de 12.
- **Energie hydraulique:** il s'agit de la mesure qui affiche le plus grand effet énergétique au niveau de la production annuelle d'électricité avec 149 GWh à l'horizon 2025 (dont 128 GWh déjà exploités en 2014). Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, vu qu'il s'agit d'une mesure supplémentaire (cf. section 8.2.2).
- **Energie éolienne:** cette mesure affiche un effet énergétique important – et surtout un très grand potentiel de développement – au niveau de la production annuelle d'électricité avec 98 GWh à l'horizon 2025 (dont 0 GWh déjà exploité en 2014). Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, vu qu'il s'agit d'une mesure supplémentaire (cf. section 8.2.2).
- **Incinération des ordures (CCF):** cette mesure affiche un effet énergétique au niveau de la production annuelle d'électricité de 28 GWh à l'horizon 2025 (même production qu'en 2014). Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, vu qu'il s'agit d'une mesure supplémentaire (cf. section 8.2.2).
- **Biogaz (CCF):** cette mesure affiche un effet énergétique au niveau de la production annuelle d'électricité de 5 GWh à l'horizon 2025 (même production qu'en 2014). Les aspects économiques et financiers n'ont pas été quantifiés, vu qu'il s'agit d'une mesure supplémentaire (cf. section 8.2.2).

Mesures de production de carburants renouvelables:

Aucune mesure n'est prévue dans le cadre de la présente conception directrice.

8.3.2 Synthèse globale

La mise en œuvre de la totalité des mesures d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables principales (cf. section 8.2.1) et supplémentaire (8.2.2) proposées dans le cadre de la présente conception directrice permettraient d'atteindre les objectifs du scénario NPE-NE présentés dans le chapitre 7. En outre, à l'horizon 2025, la mise en œuvre des mesures susmentionnées aurait les effets énergétiques et de réduction des émissions de GES suivants par rapport à 2000 (en tenant compte des consommations supplémentaires dues aux nouveaux bâtiments, aux nouvelles entreprises, aux nouveaux véhicules, etc.):

- Diminution 783 GWh de la consommation annuelle globale d'énergie finale (-16%),
- Augmentation de 431 GWh de la production annuelle d'énergies renouvelables indigènes (+150%),
- Diminution de 1'663 GWh de la consommation annuelle globale d'énergie primaire (-23%),
- Diminution d'environ 496'000 t CO₂-éq. des émissions annuelles globales de GES (-35%).

La mise en œuvre des mesures principales d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables dont les aspects économiques et financiers ont été calculés²³ aurait les conséquences suivantes sur la période 2015-2025:

- Investissements totaux pour la mise en place des mesures à la charge des maîtres d'ouvrage publics ou privés: 1'794 MCHF.
- Subventions de tiers, c'est-à-dire provenant d'entités publiques ou privées autres que les maîtres d'ouvrage et que l'Etat de Neuchâtel (exemples: Le Programme Bâtiments, les contributions globales de la Confédération, ProKilowatt, etc.): 108 MCHF.

Concernant les contributions globales de la Confédération, elles sont disponibles uniquement dans le cas où le canton propose un programme de subventions. Dès 2017, les subventions du Programme Bâtiments seront directement à la charge du canton et les contributions globales de la Confédération aux cantons seront augmentées afin de tenir compte de la reprise du Programme Bâtiments par ceux-ci.

- Coûts pour l'Etat de Neuchâtel: 32 MCHF sous forme de subventions et 195 MCHF sous forme de manque de recettes fiscales. Concernant ce dernier élément, les montants des travaux énergétiques sur les bâtiments peuvent déjà aujourd'hui être déduits du revenu imposable, ce qui a comme conséquence une diminution de recettes fiscales pour l'Etat. Par rapport à la situation actuelle (2015), le manque de recettes fiscales supplémentaire dues à la mise en œuvre de la présente conception directrice est estimé à environ 60 MCHF sur la période de 2021 à 2025.

A cela s'ajoute un montant estimé à 5 MCHF sur la période 2015-2025 pour des mesures transversales (voir section 8.2.3: par ex. communication, information et conseil, formation, projets R&D et P&D). Cette estimation se base sur une moyenne des dépenses des dernières années.

- Retombées économiques pour l'économie cantonale: 1'118 MCHF au niveau du chiffre d'affaire des entreprises régionales et 345 d'emplois à plein temps créés. Ces retombées vont engendrer de nouvelles recettes fiscales pour l'Etat et les communes. Celles-ci n'ont pas été chiffrées dans le cadre de la présente conception directrice.

Le financement des mesures proviendrait des sources suivantes:

- La plus grande partie des investissements totaux devrait être supportée par les propriétaires et maîtres d'ouvrage concernés (personnes physiques, entreprises, collectivités publiques, entreprises d'approvisionnement en énergie, etc.).
- Au niveau national, la Confédération participerait à travers différents programmes d'aides financières spécifiques (p.ex. ProKilowatt, SuisseEnergie pour les communes, soutien aux projets R&D et P&D ainsi qu'aux projets phares, etc.) ou bien à travers les recettes de la taxe sur le CO₂ (Le Programme Bâtiments et les contributions globales) et de la redevance sur l'électricité (Swissgrid). Les déductions fiscales fédérales se rajoutent aux moyens susmentionnés.
- Toujours au niveau national, d'autres acteurs pourraient participer au cofinancement des mesures à mettre en place, comme par exemple la Fondation pour la protection du climat et la compensation de CO₂ (KliK).
- Au niveau cantonal, l'Etat contribuerait au financement des mesures grâce à des subventions provenant de son fonds de l'énergie. Ce dernier serait alimenté grâce à l'introduction d'une redevance sur l'électricité consommée dans le canton définie dans le cadre de la Loi sur l'approvisionnement en électricité (LAEL). Les déductions fiscales cantonales se rajoutent aux moyens susmentionnés.
- Les communes pourraient également soutenir financièrement la mise en place des mesures en octroyant des subventions à partir du budget ordinaire (impôts) ou bien en créant un fonds

²³ Par souci de simplification, les aspects économiques et financiers ont été calculés uniquement pour les mesures ayant un impact sur les finances de l'Etat (subventions et manque de recettes fiscales) et dont la quantification de ces aspects n'était pas trop compliquée.

de l'énergie communal alimenté grâce à une redevance sur l'électricité consommée sur son territoire. Les déductions fiscales communales se rajoutent aux moyens susmentionnés.

Outre les retombées économiques importantes en faveur de l'économie cantonale, les investissements consentis pour la mise en œuvre de la conception directrice permettraient également de réduire progressivement les quelque 650 millions de francs consacrés annuellement par l'ensemble du canton à l'achat d'énergie essentiellement importée de l'étranger (estimation sur la base des données 2014 [22]). Les avantages pour le canton liés aux économies d'énergie fossile et nucléaire ainsi qu'à la production d'énergies renouvelables indigènes peuvent se résumer dans les éléments suivants: création de valeur ajoutée régionale et de places de travail dans la région, meilleure efficacité énergétique, génération de savoir-faire local, ainsi que réduction des coûts externes de l'énergie²⁴ et des émissions de GES.

Les acteurs et partenaires appelés à jouer un rôle important dans la mise en œuvre de la conception directrice sont les suivants:

- La Confédération et les cantons

Le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication (DETEC) est le responsable de tous les aspects liés au domaine de l'énergie au niveau national avec notamment l'élaboration de la Stratégie énergétique 2050, tandis que le Département fédéral des finances (DFF) s'occupe de l'aspect central de la mise en place d'un système d'incitation dans les domaines de l'énergie et du climat. L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) – centre de compétences du DETEC pour les questions liées à l'approvisionnement en énergie et à son utilisation – avec ses différentes divisions et sections représente le partenaire principal du canton au niveau fédéral.

Au niveau intercantonal, l'organe politique central est la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK) à laquelle est rattachée la Conférence des services cantonaux de l'énergie (EnFK), qui traite des questions techniques spécifiques.

- Le Département du développement territorial et de l'environnement (DDTE)

Le service de l'énergie et de l'environnement (SENE) est l'organe d'exécution du canton chargé d'appliquer la législation fédérale et cantonale sur l'énergie.

Les autres services directement ou indirectement impliqués dans la mise en œuvre de la politique énergétique cantonale sont le service de l'aménagement du territoire (SAT), le service des bâtiments (SBAT), le service des transports (SCTR), le service des automobiles et de la navigation (SCAN), le service des contributions, le service de la faune, des forêts et de la nature (SFFN) et le service de l'agriculture.

- Les communes

Elles ont un rôle central à jouer au niveau notamment de l'exemplarité et de l'information de par leur position privilégiée de niveau politique et administratif le plus proche de la population.

- Les milieux économiques et de l'immobilier, les associations et les partis politiques

Ils représentent des acteurs incontournables dans la définition et la mise en œuvre de la politique énergétique cantonale et un multiplicateur important dans leurs domaines respectifs.

- Les producteurs et distributeurs d'énergie

Ils représentent un acteur important dans la définition et la mise en œuvre de la politique énergétique cantonale et ont un rôle fondamental à jouer pour atteindre les objectifs visés notamment au niveau de la production d'énergies renouvelables. Dans les années à venir, ils sont appelés à intensifier leur engagement au niveau des mesures d'économies d'énergie. Ils participent également activement aux efforts de communication, d'information et d'incitation auprès de leurs clients.

²⁴ Les coûts externes sont des coûts qui n'apparaissent pas dans les prix de l'énergie. Ils ne sont donc pas supportés par ceux qui en sont à l'origine, puis par les consommateurs, mais par la collectivité (p.ex. coûts dus à la pollution, au bruit, aux atteintes à la santé, aux accidents, etc.).

- Les entreprises

Autant les entreprises grosses consommatrices d'énergie (selon la définition de l'art. 49 LCEn) que les petites et moyennes entreprises (PME), sont appelées à poursuivre leurs efforts – déjà importants depuis plusieurs années – pour contribuer de manière importante aux économies d'énergie et à la production d'énergies renouvelables dans le canton.

- Les écoles

Un effort supplémentaire est également demandé à tous les niveaux de scolarité et de formation. A partir de la scolarité obligatoire afin de sensibiliser les élèves dès leur plus jeune âge jusqu'à l'intensification de la formation de base et continue des professionnels du bâtiment et de l'énergie.

- La population

Les objectifs énergétiques ambitieux de la présente conception directrice pourront difficilement être atteints sans l'implication directe et engagée de chaque citoyen du canton. L'acquisition de la part de ces derniers de gestes quotidiens, de comportements et d'habitudes moins gourmands en énergie représente un facteur central de succès de la mise en œuvre de la politique énergétique cantonale.

La mise en œuvre de la présente conception directrice et notamment les tâches supplémentaires par rapport à l'état actuel listées ci-dessous nécessiteraient idéalement un renforcement des effectifs de la section Energie et immissions du SENE:

- Traitement d'un nombre plus important de dossiers de subvention et de permis de construire,
- Etablissement du plan cantonal de l'énergie,
- Mise à jour périodique de la conception directrice de l'énergie,
- Mise en place et exécution du monitoring de la conception directrice,
- Intensification de la collaboration avec les communes et les entreprises d'approvisionnement en énergie,
- Intensification des activités de communication, information et conseil,
- Intensification de la coordination des activités de formation,
- Suivi de l'évolution des programmes communaux et fédéraux d'encouragement et d'incitation,
- Renforcement et développement du programme cantonal d'encouragement et intensification du soutien aux projets R&D, P&D et projets phares,
- Evaluation de systèmes d'incitation novateurs (taxe incitative, fonds de financement des mesures d'économie d'énergie et de production d'énergies renouvelables).

9 MONITORING ET CONTROLE DES RESULTATS

Le succès dans la mise en œuvre de la politique énergétique et des mesures préconisées dans le cadre de la conception directrice dépend aussi du monitoring et du contrôle des résultats périodiques à mener grâce à des indicateurs pertinents. Les connaissances à acquérir sont les suivantes: degré de mise en œuvre de chaque mesure, effets obtenus, difficultés rencontrées, développement des marchés et des conditions cadre. Grâce à ces informations, la mise en œuvre des mesures peut être continuellement optimisée.

Afin de pouvoir suivre l'évolution de la situation énergétique du canton d'un côté et les effets de la conception directrice de l'autre, il est nécessaire de mettre en place un système de contrôle des résultats ("*monitoring & reporting*"). Il sera structuré de la manière suivante:

Document, outil	Cycle d'évaluation	Objectif	Public cible
Statistiques de l'énergie du canton de Neuchâtel (document déjà publié actuellement, mais qui devra être adapté aux exigences de la conception directrice)	Annuel	Présenter l'évolution des principaux indicateurs décrivant la situation énergétique du canton	Toute personne intéressée
Rapport "Monitoring et contrôle des résultats de la conception directrice de l'énergie"	Quinquennal (2020, 2025, ...), y.c. l'évaluation de l'atteinte des objectifs à court (2020), moyen (2035) et long (2050) terme	Evaluer l'évolution temporelle des effets de la conception directrice et, si besoin, réorienter et réévaluer les actions et les mesures ainsi que leurs mises en œuvre	Autorités politiques et administration cantonale
Résumé du rapport "Monitoring et contrôle des résultats de la conception directrice de l'énergie"	Quinquennal (2020, 2025, ...)	Evaluer l'évolution temporelle des effets de la conception directrice	Toute personne intéressée

Tableau 50: Concept de monitoring et contrôle des résultats

Dans ce cadre, les indicateurs sont définis de la manière suivante:

- Pour les statistiques de l'énergie, une liste d'indicateurs doit être établie par le SENE en fonction des besoins,
- Pour les rapports "Monitoring et contrôle des résultats de la conception directrice de l'énergie" et son résumé, les indicateurs sont ceux utilisés par l'outil qui sera choisi pour le contrôle des résultats (Région-Energie ou autre).

Les indicateurs nécessaires au suivi de l'évolution de la situation énergétique du canton et au suivi des effets de la conception directrice doivent être techniquement et politiquement pertinents, mesurable et quantifiables, ainsi que facilement disponibles. Ils sont classés dans les trois catégories suivantes:

- Les indicateurs de base (p.ex. population, PIB, degrés-jour, ...) définissent le contexte général dans lequel la conception directrice s'insère.
- Les indicateurs de performance (p.ex. nombre de bâtiments assainis, surface de panneaux solaires posés, ...) permettent d'assurer le suivi de la mise en œuvre des mesures, des actions et des activités spécifiques, sans impliquer forcément une indication quantitative précise de la quantité d'énergie totale économisée ou produite.
- Les indicateurs d'efficacité (p.ex. consommation d'énergie finale, production d'énergies renouvelables, consommation d'énergie primaire, émissions de GES, ...) permettent d'évaluer quantitativement les effets des mesures, actions et activités mises en œuvre.

D'ici 2020, le système de monitoring et de contrôle des résultats devra être défini en détail et un outil avec liste des indicateurs à utiliser devra être choisi.

10 CONCLUSIONS

Sur mandat du chef du Département du développement territorial et de l'environnement, dans un contexte marqué par une prise de conscience généralisée des défis énergétiques et climatiques et une redéfinition des objectifs des politiques y relatifs, le service de l'énergie et de l'environnement s'est attelé à la tâche de revoir la conception directrice cantonale de l'énergie. Depuis la fin de la période couverte par la conception directrice précédente (2000-2010), plusieurs événements et décisions ont marqué le paysage énergétique international, national et cantonal. Sans avoir la prétention d'être exhaustif, nous citerons ici: la catastrophe de Fukushima avec comme conséquence la décision de sortir du nucléaire et le lancement de la Stratégie énergétique 2050 par la Confédération, l'adoption par la Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie de nouveaux principes directeurs de la politique énergétique et d'un modèle de prescriptions énergétiques des cantons révisé, la progression en Europe de la production solaire photovoltaïque et éolienne avec la remise en question du modèle d'affaires des grands producteurs nationaux d'électricité, la baisse des coûts des certificats de CO₂ et la remise en marche de nombreuses centrales à charbon, l'adoption par le Grand Conseil neuchâtelois d'une révision de la loi cantonale sur l'énergie avec en particulier son article premier modifié, et l'acceptation en votation populaire du concept éolien neuchâtelois.

En vertu de son rôle défini à l'article 10 de la loi cantonale sur l'énergie et avec l'aide du service de l'énergie et de l'environnement et de ses groupes de travail, la commission cantonale de l'énergie a contribué aux réflexions qui ont abouti à la rédaction du présent rapport. Celui-ci, en plus d'établir le bilan de la dernière période et un état des lieux général, dresse des objectifs à atteindre sur le chemin d'une société à 2000 watts, but vers lequel notre canton doit tendre à l'horizon 2050, conformément à l'article premier de la loi. Ces objectifs sont déclinés en mesures et actions concrètes devant permettre au Conseil d'Etat de disposer d'une feuille de route pour orienter sa politique énergétique durant la période 2015-2025 et au-delà. La présente conception directrice montre que le canton tend bel et bien vers les objectifs de la société à 2000 watts, mais qu'il n'arrivera pas à les atteindre avec les mesures proposées. Les développements technologiques et sociétaux attendus d'ici 2050 devraient permettre de combler la différence. Par contre, les objectifs seraient impossibles à atteindre sans suivre la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération et en absence d'une forte volonté d'entreprendre le chemin tracé par la présente conception directrice, mais en attendant uniquement les percées technologiques futures.

La mise en œuvre de toutes les mesures devrait permettre au terme de la période sous revue, c'est-à-dire de 2015 à 2025, des économies annuelles d'énergie de 783 GWh par rapport à la consommation de 2000 et des productions annuelles d'énergies renouvelables de 720 GWh. Ceci mènerait à ce qu'en 2025, la consommation annuelle énergétique finale du canton baisse de 16% et la production annuelle d'énergies renouvelables augmente de 150% par rapport à celles de 2000. Ainsi, la part des énergies renouvelables produites annuellement dans le canton par rapport à la consommation annuelle totale s'élèverait à 18% en 2025.

La réalisation des mesures avec un impact sur les finances de l'Etat aurait un coût pour ce dernier estimé à 32 millions de francs de subventions, respectivement 195 millions de francs de manque de recettes fiscales, sur la période 2015-2025. Il s'agit de montants importants, en particulier dans un contexte difficile pour les finances publiques. Au regard des enjeux sociétaux que pose le défi énergétique et climatique, ces coûts sont nécessaires et raisonnables, ce d'autant plus que la Confédération, par une nouvelle redistribution aux cantons des fonds alimentés par une partie de la taxe sur le CO₂, pourra contribuer de manière décisive dès 2017 aux efforts de notre canton. Il ne serait que juste que les consommateurs neuchâtelois, qui contribuent grandement à financer le fonds sur le CO₂, puissent aussi en retirer les bénéfices. De plus, une grande partie des montants investis servent directement à l'économie locale et contribuent à créer de la richesse et des places de travail dans notre région avec comme corolaire une meilleure efficacité réduisant notre dépendance énergétique vis-à-vis de l'étranger.

La commission cantonale de l'énergie, consciente de sa responsabilité et confiante en l'avenir, a validé cette nouvelle conception directrice de l'énergie en séance du 19 janvier 2016 à l'unanimité des membres présents moins une abstention, sachant que ce n'est qu'une étape sur le chemin menant le canton vers une société à 2000 watts en adéquation avec le développement durable, c'est-à-dire une société répondant aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs, tout en incluant les aspects économiques, environnementaux et d'équité sociale.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Statistique globale suisse de l'énergie 2014, Office fédéral de l'énergie OFEN
- [2] Statistique suisse de l'électricité 2014, OFEN
- [3] Statistique suisse des énergies renouvelables 2014, OFEN
- [4] Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2013 nach Verwendungszwecken, OFEN, septembre 2014 (seulement disponible en allemand)
- [5] Concept pour l'établissement du bilan de la société à 2000 watts, SuisseEnergie pour les communes, Ville de Zurich, Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA, septembre 2014
- [6] Gesamterhebung Stromkennzeichnung 2013 – Analyse der gesamtschweizerischen Stromkennzeichnung 2013 sowie Vergleich der in der Schweiz produzierten Elektrizität mit der in der Schweiz verwendeten Elektrizität, OFEN, juin 2015
- [7] Stratégie énergétique de la Suisse – Rapport sur la politique énergétique extérieure de la Suisse : environnement, défis et stratégie, Rapport du Conseil fédéral, octobre 2008
- [8] Message du Conseil fédéral relatif au premier paquet de mesures de la Stratégie énergétique 2050 (Révision du droit de l'énergie) et à l'initiative populaire fédérale «Pour la sortie programmée de l'énergie nucléaire (Initiative «Sortir du nucléaire»)» du 4 septembre 2013
- [9] Principes directeurs de la politique énergétique, Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK), mai 2012
- [10] Politique énergétique – Repères et plan d'action, EnDK, septembre 2011
- [11] Modèle de prescriptions énergétiques des cantons (MoPEC), Edition 2014
- [12] Modèle d'encouragement harmonisé des cantons (ModEnHa 2015), août 2015
- [13] Adaptation aux changements climatiques en Suisse – Plan d'action 2014-2019, Deuxième volet de la stratégie du Conseil fédéral du 9 avril 2014
- [14] Canton du Jura – Conception cantonale de l'énergie et plan de mesures 2015-2021, Service du développement territorial, 21 octobre 2014
- [15] Canton de Genève – Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil sur la conception générale de l'énergie 2005-2009 et projet de conception générale de l'énergie 2013, 8 mai 2013
- [16] Canton du Valais – Stratégie Efficacité et approvisionnement en énergie, Rapport du Département de l'économie, de l'énergie et du territoire au Conseil d'Etat du Valais, 10 janvier 2013
- [17] Canton de Vaud – Conception cantonale de l'énergie, Service de l'environnement et de l'énergie, mars 2011
- [18] Canton de Fribourg – Planification énergétique du canton de Fribourg, Weinmann-Energies SA, état de l'analyse au 3 décembre 2008 (document de travail-projet provisoire)
- [19] Canton de Fribourg – Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil relatif à la planification énergétique du canton de Fribourg (nouvelle stratégie énergétique), 29 septembre 2009
- [20] Canton de Berne – Stratégie énergétique 2006, Conseil-exécutif du canton de Berne, 5 juillet 2006
- [21] Statistiques portant sur la consommation finale d'énergie dans le canton de Neuchâtel – 2010, Service de l'énergie et de l'environnement (SENE), novembre 2012
- [22] Statistiques de l'énergie du canton de Neuchâtel – 2014, SENE (pas encore publié)
- [23] Neuchâtel Mobilité 2030 – Stratégie cantonale, Rapport du Conseil d'Etat au Grand Conseil, 1^{er} juillet 2015
- [24] Perspectives énergétiques 2050 – Résumé, OFEN, 5 octobre 2013

- [25] Potentiel des énergies renouvelables dans la production d'électricité, Rapport du Conseil fédéral à l'attention de l'Assemblée fédérale, août 2012
- [26] Consommation d'électricité 2035/2050 – Fiche d'information S.A.F.E. (Agence Suisse pour l'efficacité énergétique), mai 2011
- [27] Rapport donnant suite à la motion 12.3652 – Elaboration d'un plan directeur pour un développement intelligent de l'électromobilité, OFEN, 13 mai 2015
- [28] Le stockage est indispensable à l'essor du renouvelable, article dans energiea no. 3, mai 2014
- [29] Potentiel bois énergie en pâturage boisé, Xylon SA, avril 2010
- [30] Potentiel de production de bois-énergie des forêts neuchâteloises, Xylon SA, avril 2011
- [31] Potentiel global annuel de bois-énergie des forêts neuchâteloises (2010), COBEL, décembre 2011 et mise à jour du 24 janvier 2014
- [32] Analyse du potentiel en capteurs solaires pour le canton de Neuchâtel, BSF Swissphoto AG, 17 novembre 2011
- [33] Potentiel solaire (<http://sitn.ne.ch/theme/energie>), Géoportail du Système d'Information du Territoire Neuchâtelois (SITN)
- [34] Evaluation du potentiel géothermique du canton de Neuchâtel – PGN, CREGE, novembre 2008
- [35] Programme cantonal de développement de la géothermie à Neuchâtel – PDGN, CREGE, août 2010
- [36] Programme GeoNE – Développement de la géothermie profonde dans le canton de Neuchâtel – Rapport final de la Phase 1, CREGE, août 2012
- [37] Evaluation du potentiel hydroélectrique du Canton de Neuchâtel – 1^{ère} partie – Rapport technique, BG Ingénieurs Conseils, 16 décembre 2009
- [38] Evaluation du potentiel hydroélectrique du canton de Neuchâtel – 2^{ème} partie – Evaluation des effets sur la nature et le paysage, Prona, Aquabug, NATURA, 10 juillet 2012
- [39] Concept éolien du Canton de Neuchâtel, Planair SA et al., 18 août 2010
- [40] Les scénarios de l'évolution de la population de la Suisse 2015–2045, Actualités OFS, juin 2015
- [41] Perspectives régionalisées de population 2011-2040, Canton de Neuchâtel, Statistique Vaud, novembre 2012

LEXIQUE

Act	Agence Cleantech Suisse
AEnEc	Agence de l'énergie pour l'économie
AIE	Agence internationale de l'énergie
ARE	Office fédéral du développement territorial
CA	Chiffre d'affaire (dans les fiches de mesure)
CAD	Chauffage à distance
CCF	Couplage chaleur-force
CECB	Certificat énergétique cantonal des bâtiments
COBEL	Commission bois-énergie Lignum
COP21	Conférence sur le climat de Paris de décembre 2015
CREGE	Laboratoire de géothermie de l'Université de Neuchâtel
CSEM	Centre suisse d'électronique et de microtechnique
DDTE	Département du développement territorial et de l'environnement
EAE	Entreprises d'approvisionnement en énergie
ECS	Eau chaude sanitaire
EnDK	Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie
energo	Centre de compétences pour l'efficacité énergétique globale dans les grands bâtiments ou les parcs de bâtiments publics et privés existants dans le cadre du Programme SuisseEnergie
EnFK	Conférence des services cantonaux de l'énergie
EPT	Emplois plein temps (dans les fiches de mesure)
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
KliK	Fondation pour la protection du climat et la compensation de CO ₂
LAEL	Loi sur l'approvisionnement en électricité
LCEn	Loi cantonale sur l'énergie
LED	Diode électroluminescente (en anglais : <i>Light-Emitting Diode</i>)
ModEnHa	Modèle d'encouragement harmonisé des cantons
MoPEC	Modèle de prescriptions énergétiques des cantons
MRF	Manque de recettes fiscales (dans les fiches de mesure)
NPE-NE	Nouvelle politique énergétique du canton de Neuchâtel
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFEV	Office fédéral de l'environnement
OFS	Office fédéral de la statistique
OPEP	Organisation des pays exportateurs de pétrole
P&D	Pilote et démonstration
PDC	Plan directeur cantonal
PDGN	Programme cantonal de développement de la géothermie à Neuchâtel

PGN	Evaluation du potentiel géothermique du canton de Neuchâtel
PIB	Produit intérieur brut
PME	Petites et moyennes entreprises
R&D	Recherche et développement
REGRT-E	Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport d'électricité
RELCEn	Règlement d'exécution de la loi sur l'énergie
RER	Réseau express régional
S	Subventions (dans les fiches de mesure)
S.A.F.E.	Agence suisse pour l'efficacité énergétique
SIA	Société suisse des ingénieurs et des architectes
SCAN	Service cantonal des automobiles et de la navigation
SENE	Service de l'énergie et de l'environnement
SRE	Surface de référence énergétique

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Représentation schématique de la structure de la conception directrice	18
Figure 2:	Représentation schématique des années prises en compte dans chaque partie de la conception directrice	19
Figure 3:	Evolution de la consommation finale selon les agents énergétiques en Suisse entre 1910 et 2014. Source: [1]	23
Figure 4:	Evolution de la consommation finale selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1]	25
Figure 5:	Evolution de la consommation finale selon les formes d'énergie en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1]	25
Figure 6:	Répartition de la consommation de combustibles selon les agents énergétiques en Suisse en 2014. Source: [1]	26
Figure 7:	Evolution de la production d'énergies renouvelables indigènes selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1]	27
Figure 8:	Evolution de la consommation d'énergie finale par habitant (kWh/hab.) et de la part des énergies renouvelables indigènes (%) en Suisse entre 2000 et 2014	28
Figure 9:	Evolution de la consommation d'énergie primaire selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1] (élaboration SENE)	29
Figure 10:	Evolution des émissions de gaz à effet de serre selon les agents énergétiques en Suisse entre 2000 et 2014. Source: [1] (élaboration SENE)	30
Figure 11:	Anomalies annuelles de la température globale de l'air à la surface, de 1850 à 2005, relative à la moyenne de 1961 à 1990. Source: GIEC	32
Figure 12:	Concentration de CO ₂ des 800'000 dernières années et des 100 prochaines années. Source: EPICA / GIEC / Université de Berne	32
Figure 13:	Réseau d'approvisionnement de la Suisse en gaz naturel. Source: www.gaz-naturel.ch	35
Figure 14:	Consommation d'énergie finale et d'électricité en Suisse de 1950 à 2050 pour les scénarios PPA, PCF et NPE. Les parties en bleu correspondent aux économies réalisables grâce au paquet de mesures du Conseil fédéral par rapport au scénario PPA. Source: [8]	40
Figure 15:	Evolution de la consommation totale d'énergie finale selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]	50
Figure 16:	Evolution de la consommation finale selon les formes d'énergie dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]	51
Figure 17:	Répartition de la consommation de combustibles selon les agents énergétiques dans le canton de Neuchâtel en 2014. Source: [22]	52
Figure 18:	Evolution de la production indigène d'énergies renouvelables selon les agents énergétiques dans le canton de Neuchâtel entre 2000 et 2014. Source: [22]	53
Figure 19:	Evolution de la consommation d'énergie finale par habitant (kWh/hab.) et de la part des énergies renouvelables indigènes (%) dans le canton de Neuchâtel entre 2000 et 2014. Source: [22]	54
Figure 20:	Evolution de la consommation d'énergie primaire selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]	55
Figure 21:	Evolution des émissions de gaz à effet de serre selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014. Source: [22]	55
Figure 22:	Représentation schématique de la courbe de baisse de la puissance pour atteindre la société à 2000 watts à l'horizon 2050 (élaboration SENE)	61
Figure 23:	Objectifs d'économie d'énergie finale globale selon le scénario "NPE-NE"	89

Figure 24:	Objectifs de production d'énergies renouvelables indigènes selon le scénario "NPE-NE"	90
Figure 25:	Objectifs d'économie d'énergie primaire globale selon le scénario "NPE-NE"	91
Figure 26:	Objectifs de diminution de la puissance primaire par habitant selon le scénario "NPE-NE"	92
Figure 27:	Objectifs de réduction des émissions de GES selon le scénario "NPE-NE"	93
Figure 28:	Objectifs de réduction des émissions de GES par habitant selon le scénario "NPE-NE"	94

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	Objectifs énergétiques et climatiques de l'Union européenne. Source: UE	22
Tableau 2:	Evolution et objectifs au niveau de la consommation d'énergie fossile et électrique ainsi que de la production d'énergies renouvelables dans le canton entre 1990/2000 et 2010. Source: [21].....	49
Tableau 3:	Potentiel d'économie annuelle de combustibles grâce à l'assainissement de l'enveloppe des bâtiments	66
Tableau 4:	Potentiel d'économie annuelle de combustibles grâce à l'optimisation de l'exploitation des installations de chauffage et de production d'ECS	67
Tableau 5:	Potentiel d'économie annuelle de combustibles grâce à l'optimisation de l'exploitation des installations thermiques pour les processus.....	67
Tableau 6:	Consommation annuelle supplémentaire de combustibles due aux nouveaux bâtiments	68
Tableau 7:	Consommation annuelle supplémentaire de combustibles due aux nouvelles entreprises.....	68
Tableau 8:	Synthèse des potentiels d'économie annuelle et des consommations annuelles supplémentaires de combustibles	68
Tableau 9:	Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'assainissement de l'enveloppe des bâtiments	69
Tableau 10:	Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce au remplacement des chauffages électriques.....	69
Tableau 11:	Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce au remplacement des chauffe-eaux électriques.....	70
Tableau 12:	Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce au remplacement des pompes de circulation pour le chauffage	70
Tableau 13:	Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'optimisation de l'exploitation des bâtiments, au remplacement des appareils électriques et à l'assainissement de l'éclairage.....	71
Tableau 14:	Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'optimisation de l'exploitation des installations électriques pour les processus	71
Tableau 15:	Potentiel d'économie annuelle d'électricité grâce à l'assainissement et à l'optimisation de l'exploitation de l'éclairage public	71
Tableau 16:	Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due aux nouveaux bâtiments	72
Tableau 17:	Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due aux nouvelles pompes à chaleur.....	72
Tableau 18:	Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due à l'implantation de nouvelles industries.....	72
Tableau 19:	Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due à l'extension de l'éclairage public.....	72

Tableau 20:	Consommation annuelle supplémentaire d'électricité due aux nouveaux véhicules électriques	73
Tableau 21:	Synthèse des potentiels d'économie annuelle et des consommations annuelles supplémentaires d'électricité	73
Tableau 22:	Nombre de véhicules à moteur (arrondi). Source: Office fédéral de la statistique (OFS)	74
Tableau 23:	Potentiel d'économie annuelle de carburants grâce au remplacement des anciens véhicules	74
Tableau 24:	Potentiel d'économie annuelle de carburants grâce à l'amélioration des flux de trafic	75
Tableau 25:	Consommation annuelle supplémentaire de carburants due aux nouveaux véhicules	75
Tableau 26:	Synthèse des potentiels d'économie annuelle et des consommations annuelles supplémentaires de carburants	75
Tableau 27:	Synthèse des potentiels d'économie annuelle d'énergie (sans et avec consommations supplémentaires).....	78
Tableau 28:	Potentiels de production annuelle de chaleur à partir de bois-énergie	80
Tableau 29:	Potentiels de production annuelle de chaleur à partir du solaire thermique.....	80
Tableau 30:	Potentiels de production annuelle de chaleur et froid soutirés à l'environnement.....	81
Tableau 31:	Potentiels de production annuelle de chaleur à partir de l'incinération des ordures.....	82
Tableau 32:	Potentiels de production annuelle de chaleur à partir du biogaz	82
Tableau 33:	Synthèse des potentiels de production annuelle de chaleur et froid renouvelable indigène	82
Tableau 34:	Potentiels de production annuelle d'électricité solaire photovoltaïque	83
Tableau 35:	Potentiels de production annuelle d'électricité hydraulique	83
Tableau 36:	Potentiels de production annuelle d'électricité éolienne.....	84
Tableau 37:	Potentiels de production annuelle d'électricité à partir de l'incinération des ordures.....	84
Tableau 38:	Potentiels de production annuelle d'électricité à partir du biogaz	84
Tableau 39:	Synthèse des potentiels de production annuelle d'électricité renouvelable indigène	85
Tableau 40:	Synthèse des potentiels de production annuelle d'énergies renouvelables indigènes.....	85
Tableau 41:	Objectifs d'économie d'énergie finale globale et par habitant selon le scénario "NPE-NE" et comparaison avec le scénario "NPE" de la Confédération.....	88
Tableau 42:	Objectifs de production d'énergies renouvelables indigènes selon le scénario "NPE-NE".....	89
Tableau 43:	Objectifs d'économie d'énergie primaire selon le scénario "NPE-NE"	91
Tableau 44:	Objectifs de diminution de la puissance primaire par habitant selon le scénario "NPE-NE".....	91
Tableau 45:	Objectifs de réduction des émissions de GES selon le scénario "NPE-NE"	92
Tableau 46:	Objectifs de réduction des émissions de GES par habitant selon le scénario "NPE-NE".....	93
Tableau 47:	Mesures transversales avec inventaire d'actions possibles	128
Tableau 48:	Éléments quantitatifs concernant les mesures d'économie d'énergie.....	129

Tableau 49:	Eléments quantitatifs concernant les mesures de production d'énergies renouvelables.....	130
Tableau 50:	Concept de monitoring et contrôle des résultats.....	137

LISTE DES BOX-INFO

Box-Info 1:	Unités de mesure de l'énergie et des émissions de gaz à effet de serre	21
Box-Info 2:	Fracking et gaz de schiste	22
Box-Info 3:	Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP)	22
Box-Info 4:	Energie finale	24
Box-Info 5:	Préfixes servant à formuler les multiples des unités	24
Box-Info 6:	Energie primaire et émissions de gaz à effet de serre	24
Box-Info 7:	Société à 2000 watts	28
Box-Info 8:	Scénarios du changement climatique en Suisse CH2011.....	33
Box-Info 9:	Consommation brute d'énergie	34
Box-Info 10:	Rôle de la Confédération et des cantons.....	36
Box-Info 11:	Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie (EnDK).....	37
Box-Info 12:	Plan directeur cantonal (PDC) – Fiches de coordination concernant l'énergie	59
Box-Info 13:	Mobilité douce	59
Box-Info 14:	Définition de la notion de potentiel	65
Box-Info 15:	Certificat énergétique cantonal des bâtiments (CECB).....	68

LISTE DES BOX-RECAPITULATIF

Box-Récapitulatif 1:	Section 2.2 "Consommation et production d'énergie en Suisse"	31
Box-Récapitulatif 2:	Section 3.1 "Bilan de la période couverte par la dernière conception directrice de 2006".....	50
Box-Récapitulatif 3:	Section 3.2 "Consommation et production d'énergie dans le canton".....	56
Box-Récapitulatif 4 :	Chapitre 5 "Potentiel d'économie d'énergie et consommation supplémentaire dans le canton".....	78
Box-Récapitulatif 5:	Chapitre 6 "Potentiel de production d'énergies renouvelables dans le canton"	86
Box-Récapitulatif 6:	Sections 7.2 "Objectifs en énergie finale" et 7.3 "Objectifs en énergie primaire et émissions de gaz à effet de serre"	95

ANNEXES

- Annexe 1 Calcul de l'énergie primaire et des émissions de gaz à effet de serre de 2000 à 2014
- Annexe 2 Situation actuelle du canton: consommation et production d'énergie de 2000 à 2014
- Annexe 3 Objectifs énergétiques du canton
- Annexe 4 Remarques, hypothèses et méthodologies de calcul concernant les fiches de mesure

TABLE DES MATIERES

ANNEXE 1	CALCUL DE L'ENERGIE PRIMAIRE ET DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DE 2000 A 2014	3
ANNEXE 2	SITUATION ACTUELLE DU CANTON: CONSOMMATION ET PRODUCTION D'ENERGIE FINALE DE 2000 A 2014	7
ANNEXE 3	OBJECTIFS ENERGETIQUES DU CANTON.....	11
ANNEXE 4	REMARQUES, HYPOTHESES ET METHODOLOGIES DE CALCUL CONCERNANT LES FICHES DE MESURE	25

ANNEXE 1 CALCUL DE L'ENERGIE PRIMAIRE ET DES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE DE 2000 A 2014

1. Suisse

Energie primaire	Facteur énergie primaire															
		GWh	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
carburants	1.24	101'050	98'470	96'390	95'280	94'870	95'580	96'890	99'660	102'880	101'210	101'820	102'350	103'490	103'440	102'730
combustibles pétroliers	1.23	71'220	77'480	71'140	74'640	73'620	73'700	70'960	61'750	64'320	62'210	65'050	51'540	55'050	57'550	43'580
gaz	1.07	27'690	28'840	28'210	29'720	30'740	31'650	31'040	30'380	32'370	31'070	34'460	30'980	34'000	36'020	31'830
électricité	cf. tableau spécifique	159'200	163'400	164'250	167'560	170'760	171'700	155'600	154'660	158'160	154'820	160'120	160'450	142'990	139'880	135'510
charbon	1.67	2'670	2'810	2'570	2'660	2'520	2'810	3'020	3'390	3'040	2'870	2'890	2'710	2'440	2'640	2'740
bois	1.14	8'760	9'340	8'940	9'530	9'470	9'830	10'000	9'700	10'900	11'180	12'030	10'590	11'720	12'810	10'920
chaleur à distance	0.71	2'610	2'750	2'770	2'880	2'920	3'010	3'110	2'900	3'060	3'030	3'410	3'140	3'340	3'540	3'230
déchets industriels	0.85	2'470	2'470	2'410	2'610	2'590	2'570	2'590	2'500	2'630	2'240	2'370	2'490	2'420	2'480	2'800
autres	1.00	1'760	1'880	1'930	2'060	2'160	2'370	2'490	2'700	3'110	3'350	3'980	3'960	4'540	4'990	4'850
total		377'430	387'440	378'610	386'940	389'650	393'220	375'700	367'640	380'470	371'980	386'130	368'210	359'990	363'350	338'190
Combustibles		117'180	125'570	117'970	124'100	124'020	125'940	123'210	113'320	119'430	115'950	124'190	105'410	113'510	120'030	99'950
Electricité		159'200	163'400	164'250	167'560	170'760	171'700	155'600	154'660	158'160	154'820	160'120	160'450	142'990	139'880	135'510
Carburants		101'050	98'470	96'390	95'280	94'870	95'580	96'890	99'660	102'880	101'210	101'820	102'350	103'490	103'440	102'730
Population	Nombre habitants	7'209'042	7'260'339	7'348'653	7'405'051	7'454'112	7'502'180	7'557'609	7'618'599	7'711'056	7'801'278	7'877'571	7'912'398	7'996'861	8'089'346	8'188'649
Energie primaire par habitant	kWh/habitant	52'360	53'360	51'520	52'250	52'270	52'410	49'710	48'260	49'340	47'680	49'020	46'540	45'020	44'920	41'300
Puissance par habitant	W/habitant	5'980	6'090	5'880	5'960	5'970	5'980	5'670	5'510	5'630	5'440	5'600	5'310	5'140	5'130	4'710

Tableau A1-1: Evolution de la consommation d'énergie primaire en Suisse entre 2000 et 2014

Emissions de GES	Coefficient émission de GES																
		t CO ₂ -éq.	kg CO ₂ -éq./MJ	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
carburants	0.083		24'261'700	23'641'450	23'140'290	22'878'130	22'777'230	22'949'250	23'263'510	23'927'590	24'700'840	24'299'740	24'445'290	24'574'310	24'847'220	24'836'460	24'666'100
combustibles pétroliers	0.086		17'987'510	19'568'530	17'971'110	18'850'510	18'594'200	18'616'640	17'922'780	15'597'000	16'244'250	15'713'500	16'432'380	13'018'360	13'905'520	14'538'100	11'007'570
gaz	0.063		5'898'290	6'142'000	6'005'900	6'330'000	6'547'750	6'739'550	6'610'420	6'468'630	6'892'740	6'617'380	7'339'000	6'597'760	7'240'890	7'670'060	6'779'430
électricité	cf. tableau spécifique		8'939'560	9'175'130	9'222'920	9'408'980	9'588'220	8'479'110	8'482'100	8'430'720	8'621'560	8'439'530	8'322'770	9'153'320	6'195'390	7'695'580	7'455'580
charbon	0.122		703'940	735'660	678'320	696'620	661'240	736'880	795'440	890'600	800'320	755'180	757'620	712'480	642'940	691'740	721'020
bois	0.003		81'010	86'380	82'710	88'220	87'640	90'950	92'470	89'750	100'820	103'520	111'280	98'040	108'410	118'550	101'090
chaleur à distance	0.025		325'550	343'330	346'290	360'370	364'820	376'430	388'280	362'350	382'110	378'400	425'830	391'740	416'940	441'880	402'360
déchets industriels	0.044		459'360	460'240	448'360	486'640	483'120	478'720	483'560	466'400	489'720	418'440	441'760	463'320	451'440	462'000	520'520
autres	0.020		126'600	135'600	138'600	148'600	155'800	170'600	179'400	194'200	224'000	241'000	286'800	284'800	327'200	359'200	349'000
total			58'783'520	60'288'320	58'034'500	59'248'070	59'260'020	58'638'130	58'217'960	56'427'240	58'456'360	56'966'690	58'562'730	55'294'130	54'135'950	56'813'570	52'002'670
Emissions GES par habitant	t CO ₂ -éq./habitant		8.2	8.3	7.9	8.0	7.9	7.8	7.7	7.4	7.6	7.3	7.4	7.0	6.8	7.0	6.4

Tableau A1-2: Evolution des émissions de gaz à effet de serre (GES) en Suisse de 2000 à 2014

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Consommation finale électricité	52'372	53'750	54'028	55'122	56'172	57'331	57'783	57'433	58'728	57'494	59'786	58'600	58'972	59'322	57'467
Mix consommation électricité (selon OFEN et extrapolation SENE)															
Hydraulique	30%	30%	30%	30%	30%	30%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	50%	51%	51%
Nucléaire	50%	50%	50%	50%	50%	50%	40%	40%	40%	40%	40%	40%	34%	30%	30%
Fossile	18%	18%	18%	18%	18%	15%	15%	15%	15%	15%	14%	16%	10%	13%	13%
Nouvelles énergies renouvelables et déchets	2%	2%	2%	2%	2%	5%	5%	5%	5%	5%	6%	6%	6%	6%	6%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	102%	100%	100%	100%
Hydraulique	15'712	16'125	16'208	16'537	16'852	17'199	23'113	22'973	23'491	22'998	23'914	23'440	29'486	30'254	29'308
Nucléaire	26'186	26'875	27'014	27'561	28'086	28'665	23'113	22'973	23'491	22'998	23'914	23'440	20'051	17'797	17'240
Fossile	9'427	9'675	9'725	9'922	10'111	8'600	8'668	8'615	8'809	8'624	8'370	9'376	5'897	7'712	7'471
Nouvelles énergies renouvelables et déchets	1'047	1'075	1'081	1'102	1'123	2'867	2'889	2'872	2'936	2'875	3'587	3'516	3'538	3'559	3'448
Facteur énergie primaire	3.04	3.04	3.04	3.04	3.04	3.00	2.69	2.69	2.69	2.69	2.68	2.74	2.42	2.36	2.36
Coefficient GES	0.171	0.171	0.171	0.171	0.171	0.148	0.147	0.147	0.147	0.147	0.139	0.156	0.105	0.130	0.130

	Facteurs énergie primaire	Coefficient émissions GES
Hydraulique	1.20	0.013
Nucléaire	4.22	0.024
Fossile	3.00	0.850
Nouvelles énergies renouvelables et déchets	1.50	0.090

Tableau A1-3: Evolution des facteurs d'énergie primaire et des coefficients d'émission de GES de l'électricité consommée en Suisse entre 2000 et 2014 (en tenant compte de l'évolution annuelle du mix de consommation)

2. Canton de Neuchâtel

Energie primaire	Facteur énergie primaire																
GWh	-	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
carburants	1.24	1'787	1'752	1'733	1'744	1'752	1'760	1'756	1'780	1'811	1'784	1'759	1'734	1'740	1'725	1'701	
combustibles pétroliers	1.23	1'641	1'779	1'625	1'695	1'666	1'666	1'591	1'377	1'427	1'374	1'423	1'125	1'197	1'248	940	
gaz	1.07	770	779	766	786	790	838	824	784	832	813	922	783	896	978	829	
électricité	cf. tableau spécifique	2'838	2'862	2'834	2'808	2'907	2'704	2'648	2'575	2'731	2'673	2'621	2'680	2'510	2'763	2'762	
charbon	1.67	84	88	86	92	116	104	103	101	87	88	137	115	75	105	168	
bois	1.14	101	97	103	98	114	133	147	162	168	156	169	179	172	168	193	
chaleur à distance	0.71	39	48	49	49	52	50	56	56	61	61	53	62	64	68	65	
déchets industriels	0.85	66	51	67	65	111	110	97	96	78	85	132	91	88	88	93	
chaleur environnement	2.00	9	9	10	11	11	13	17	24	29	34	39	44	49	53	58	
biogaz	0.34	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	
solaire thermique	1.50	7	7	8	9	10	12	13	15	17	19	21	23	25	27	29	
total global		7'343	7'473	7'282	7'358	7'530	7'391	7'254	6'972	7'243	7'089	7'278	6'838	6'819	7'226	6'841	
Combustibles		2'718	2'859	2'715	2'806	2'871	2'927	2'850	2'617	2'701	2'632	2'898	2'424	2'569	2'738	2'378	
Electricité		2'838	2'862	2'834	2'808	2'907	2'704	2'648	2'575	2'731	2'673	2'621	2'680	2'510	2'763	2'762	
Carburants		1'787	1'752	1'733	1'744	1'752	1'760	1'756	1'780	1'811	1'784	1'759	1'734	1'740	1'725	1'701	
Population	Nombre habitants	166'092	166'707	167'827	168'171	168'676	169'580	169'407	169'895	171'095	172'263	172'378	172'634	173'869	175'478	176'736	
Energie primaire par habitant	kWh/habitant	44'210	44'830	43'390	43'750	44'640	43'580	42'820	41'040	42'330	41'150	42'220	39'610	39'220	41'180	38'710	
Puissance par habitant	W/habitant	5'050	5'120	4'950	4'990	5'100	4'970	4'890	4'680	4'830	4'700	4'820	4'520	4'480	4'700	4'420	

Tableau A1-4: Evolution de la consommation d'énergie primaire dans le canton entre 2000 et 2014

Emissions de GES	Coefficient émission de GES																
		t CO ₂ -éq.	kg CO ₂ -éq./kWh	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
carburants	0.309		445'390	436'570	431'730	434'630	436'460	438'520	437'480	443'520	451'400	444'590	438'210	432'200	433'620	429'840	423'990
combustibles pétroliers	0.298		397'520	430'960	393'710	410'620	403'620	403'570	385'430	333'620	345'750	332'790	344'870	272'460	289'970	302'460	227'850
gaz	0.228		164'030	166'000	163'150	167'390	168'400	178'470	175'620	167'070	177'210	173'210	196'520	166'760	190'950	208'300	176'700
électricité	cf. tableau spécifique		388'710	392'040	388'120	384'600	398'210	380'150	343'450	353'450	374'160	383'800	380'550	386'100	333'340	370'670	357'940
charbon	0.439		21'950	23'090	22'570	24'180	30'570	27'280	27'050	26'500	22'780	23'140	36'100	30'120	19'760	27'560	44'140
bois	0.011		980	940	990	950	1'100	1'290	1'410	1'560	1'620	1'500	1'630	1'720	1'660	1'620	1'860
chaleur à distance	0.089		4'920	6'010	6'080	6'150	6'530	6'270	6'960	7'050	7'620	7'570	6'600	7'730	8'050	8'510	8'100
déchets industriels	0.157		12'120	9'510	12'390	11'990	20'500	20'280	17'840	17'740	14'350	15'630	24'420	16'830	16'310	16'270	17'230
chaleur environnement	0.070		310	320	340	370	400	470	590	850	1'030	1'190	1'380	1'550	1'700	1'860	2'040
biogaz	0.132		510	460	470	470	430	720	810	910	960	910	910	860	960	1'290	1'230
solaire thermique	0.030		130	140	160	170	200	230	260	300	340	380	420	460	500	540	570
total global			1'436'570	1'466'040	1'419'710	1'441'520	1'466'420	1'457'250	1'396'900	1'352'570	1'397'220	1'384'710	1'431'610	1'316'790	1'296'820	1'368'920	1'261'650
Emissions GES par habitant	t CO ₂ -éq./habitant		8.6	8.8	8.5	8.6	8.7	8.6	8.2	8.0	8.2	8.0	8.3	7.6	7.5	7.8	7.2

Tableau A1-5: Evolution des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le canton entre 2000 et 2014

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Consommation finale électricité	1'019	1'027	1'017	1'008	1'044	1'002	1'017	1'009	1'035	1'028	1'045	1'074	1'020	1'074	1'054
Mix consommation électricité (selon extrapolation SENE)															
Hydraulique vérifiable	20%	20%	20%	20%	20%	22%	28%	29%	26%	26%	30%	30%	33%	27%	25%
Nucléaire vérifiable	10%	10%	10%	10%	10%	5%	7%	3%	3%	3%	3%	4%	3%	3%	5%
Fossile vérifiable	10%	10%	10%	10%	10%	6%	5%	4%	1%	6%	10%	12%	3%	1%	0.3%
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	4%	5%	5%	7%	6%	7%	7%
Mix REGRT-E non vérifiable	55%	55%	55%	55%	55%	62%	55%	60%	67%	60%	53%	47%	56%	63%	63%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Hydraulique vérifiable	204	205	203	202	209	222	285	288	264	266	314	321	334	285	262
Nucléaire vérifiable	102	103	102	101	104	52	71	31	32	30	28	45	28	34	55
Fossile vérifiable	102	103	102	101	104	56	48	36	7	62	99	131	29	11	3
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	51	51	51	50	52	51	53	53	42	52	55	73	58	73	75
Mix REGRT-E non vérifiable	560	565	559	554	574	620	560	600	689	618	549	504	572	671	659
Facteur énergie primaire	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.70	2.60	2.55	2.64	2.60	2.51	2.50	2.46	2.57	2.62
Coefficient GES	0.382	0.382	0.382	0.382	0.382	0.379	0.338	0.350	0.361	0.373	0.364	0.360	0.327	0.345	0.340

Tableau A1-6: Evolution des facteurs d'énergie primaire et des coefficients d'émission de GES de l'électricité consommée dans le canton entre 2000 et 2014 (en tenant compte de l'évolution annuelle du mix de consommation). Les facteurs d'énergie primaire et les coefficients d'émissions de GES de différentes sources de production d'électricité correspondent à ceux présentés pour la Suisse. Concernant le mix REGRT (Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport d'électricité) pris en compte dans le mix de consommation du canton, il affiche un facteur EP de 3.18 et un coefficient GES de 0.522.

ANNEXE 2 SITUATION ACTUELLE DU CANTON: CONSOMMATION ET PRODUCTION D'ENERGIE FINALE DE 2000 A 2014

1. Méthodologies et hypothèses de calcul des consommations et productions d'énergie dans le canton

Agent énergétique ou forme d'énergie	Méthodologie et hypothèses de calcul	Remarques
Consommation de chaleur fossile: <ul style="list-style-type: none"> - Combustibles pétroliers (essentiellement du mazout) - Gaz naturel - Charbon 	<ul style="list-style-type: none"> - Combustibles pétroliers: règle de trois avec la consommation de combustibles pétroliers et la population suisses et consolidation des chiffres grâce à une enquête auprès des distributeurs - Gaz naturel: enquête auprès du distributeur VITEOS - Charbon: enquête auprès des gros consommateurs 	La méthodologie de calcul de la consommation de combustibles pétroliers ne sera pas réévaluée dans le cadre de la présente conception directrice, mais le sera dans les années à venir. A ce stade, les trois méthodologies en cours d'évaluation confirment que les ordres de grandeur de la consommation calculée actuellement sont corrects.
Consommation de carburant	Règle de trois avec la consommation de carburants (essence et diesel) et la population suisses et consolidation des chiffres grâce à une enquête auprès des distributeurs. Contrairement à ce qui est fait au niveau national, les carburants d'aviation ne sont pas considérés dans les statistiques cantonales de l'énergie.	Les mêmes remarques comme celles évoquées ci-dessus sont valables à propos du calcul de la consommation de carburants.
Consommation d'électricité	Enquête auprès des distributeurs	
Production d'électricité renouvelable	Enquête auprès des distributeurs et base de données SENE	
Production de chaleur renouvelable	Enquête auprès des gros producteurs et base de données SENE	
Mix de consommation d'électricité en 2014: <ul style="list-style-type: none"> - 25% d'énergie hydraulique vérifiable - 5% d'énergie nucléaire vérifiable - 0.3% de sources fossiles vérifiables - 7% des nouvelles énergies renouvelables et des déchets vérifiables - 63% de sources non vérifiables 	<ul style="list-style-type: none"> - Prise en compte du marquage de l'électricité fournie par les distributeurs actifs sur le territoire neuchâtelois - Pour la part des agents énergétiques non vérifiables, le mix de consommation d'électricité dans le canton correspond au mix REGRT-E (Réseau européen des gestionnaires de réseau de transport d'électricité) 	

Agent énergétique ou forme d'énergie	Méthodologie et hypothèses de calcul	Remarques
Répartition de la consommation totale d'énergie par groupe de consommateurs en 2014: <ul style="list-style-type: none"> - 37% ménages - 31% transports - 22% industrie - 10% services 	Hypothèse du SENE en fonction des enquêtes auprès des distributeurs et des gros consommateurs, ainsi que sur la base du rapport de l'OFEN "Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2013 nach Verwendungszwecken" (seulement disponible en allemand)	
Répartition de la consommation d'électricité par groupe de consommateurs en 2014: <ul style="list-style-type: none"> - 47% industrie - 30% ménages - 21% services y compris agriculture et éclairage public - 2% transports 	D'après les enquêtes auprès des distributeurs et des gros consommateurs	

Tableau A2-1: Méthodologies et hypothèses de calcul des consommations et productions d'énergie dans le canton

2. Détail des données concernant la section 3.2 du rapport

Consommation d'énergie finale en GWh	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Part en 2014
Combustibles pétroliers	1'334	1'446	1'321	1'378	1'354	1'354	1'293	1'120	1'160	1'117	1'157	914	973	1'015	765	17%
Gaz	719	728	716	734	739	783	770	733	777	760	862	731	838	914	775	17%
Charbon	50	53	51	55	70	62	62	60	52	53	82	69	45	63	101	2%
Bois (y.c. granulés et sous-produits de scierie)	89	85	90	86	100	117	129	142	147	137	148	157	151	148	169	4%
Déchets industriels	77	61	79	76	131	129	114	113	91	100	156	107	104	104	110	2%
Chaleur à distance	55	68	68	69	73	70	78	79	86	85	74	87	90	96	91	2%
Chaleur et froid de l'environnement	4	5	5	5	6	7	8	12	15	17	20	22	24	27	29	1%
Biogaz	4	3	4	4	3	5	6	7	7	7	7	7	7	10	9	0.2%
Solaire thermique	4	5	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	17	18	19	0.4%
Total combustibles	2'336	2'454	2'339	2'413	2'483	2'535	2'469	2'276	2'346	2'289	2'520	2'109	2'249	2'395	2'068	46%
Total électricité	1'019	1'027	1'017	1'008	1'044	1'002	1'017	1'009	1'035	1'028	1'045	1'074	1'020	1'074	1'054	23%
Total carburants	1'441	1'413	1'397	1'407	1'413	1'419	1'416	1'435	1'461	1'439	1'418	1'399	1'403	1'391	1'372	31%
Consommation globale	4'796	4'894	4'753	4'828	4'940	4'956	4'902	4'720	4'842	4'756	4'983	4'582	4'672	4'860	4'494	100%

Tableau A2-2: Evolution de la consommation d'énergie finale dans le canton entre 2000 et 2014. Outre la consommation globale, les répartitions par agent énergétique et par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) sont affichées.

Production d'énergies renouvelables en GWh	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Combustibles renouvelables															
bois (sans granulés)	89	85	89	85	97	114	125	134	133	122	130	136	128	123	140
capteurs solaires	4	5	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	17	18	19
chaleur et froid de l'environnement	4	5	5	5	6	7	8	12	15	17	20	22	24	27	29
incinération des ordures (que le 50% renouvelable)	28	34	34	35	37	35	39	40	43	43	37	43	45	48	45
biogaz	4	3	4	4	3	5	6	7	7	7	7	7	7	10	9
Total combustibles renouvelables	129	132	137	135	150	169	187	203	209	202	208	223	221	226	242
Electricité renouvelable															
photovoltaïque	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	1	2	5	8	13
hydroélectricité	135	148	137	93	108	67	127	148	141	106	111	84	141	128	122
éolien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
incinération des ordures (que le 50% renouvelable)	22	27	29	29	28	28	28	30	29	27	23	32	29	28	28
biogaz	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5
Total électricité renouvelables	158	176	168	124	138	98	158	181	173	137	138	121	180	169	168
Total global énergies renouvelables	287	308	305	259	288	267	345	384	382	339	346	344	401	395	410

Tableau A2-3: Evolution de la production indigène d'énergies renouvelables selon les agents énergétiques dans le canton entre 2000 et 2014

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Habitants	166'092	166'707	167'827	168'171	168'676	169'580	169'407	169'895	171'095	172'263	172'378	172'634	173'869	175'478	176'736
Consommation d'énergie finale par habitant [kWh/hab]	28'880	29'360	28'320	28'710	29'290	29'230	28'940	27'780	28'300	27'610	28'910	26'540	26'870	27'700	25'430
Part des énergies renouvelables indigènes à la consommation d'énergie finale [%]	6.0%	6.3%	6.4%	5.4%	5.8%	5.4%	7.0%	8.1%	7.9%	7.1%	7.0%	7.5%	8.6%	8.1%	9.1%

Tableau A2-4: Evolution de la consommation d'énergie finale par habitant et de la part des énergies renouvelables indigènes par rapport à la consommation d'énergie finale dans le canton entre 2000 et 2014

3. Méthodologies et hypothèses de calcul concernant les données des sections 5.1 à 5.3 du rapport

	Consommation totale d'énergie finale		Bâtiments		Processus industriels		Transports	
	en GWh	en %	en GWh	en %	en GWh	en %	en GWh	en %
Combustibles pétroliers	765	100%	765					
Gaz naturel	775	88%	684	12%	91			
Charbon	101			100%	101			
Bois	169	100%	169					
Chaleur à distance (incinération des ordures)	91	100%	91					
Déchets industriels	110			100%	110			
Autres (biogaz, pompes à chaleur, solaire thermique)	57	100%	57					
Combustibles	2'068	86%	1'770	15%	300	0%	0	
Electricité	1'054	57%	602	41%	430	2%	20	
Carburants pétroliers	1'372					100%	1'372	
Total	4'494	53%	2'372	16%	730	31%	1'392	

Tableau A2-5: Détail des consommations pour l'estimation des potentiels d'économie de combustibles (section 5.1 du rapport), électricité (section 5.2 du rapport) et carburants (section 5.3 du rapport). Les répartitions des consommations dans les bâtiments, pour les processus industriels et dans les transports, ont été estimées à partir des statistiques de l'énergie du canton de Neuchâtel, d'hypothèses du SENE ainsi que du rapport de l'OFEN "Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2013 nach Verwendungszwecken" (seulement disponible en allemand).

ANNEXE 3 OBJECTIFS ENERGETIQUES DU CANTON

1. Energie finale

1.1 Scénario "NPE-NE"

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
		2000	2025	2035
Consommation énergie finale en GWh				
Combustibles pétroliers	1'334	646	390	40
Gaz	719	610	490	150
Charbon	50	95	80	50
Bois	89	160	190	200
Chaleur à distance	55	90	96	100
Déchets industriels	77	95	90	80
Chaleur et froid de l'environnement	4	150	200	450
Biogaz (chaleur)	4	10	12	15
Solaire thermique	4	35	45	95
Combustibles	2'336	1'891	1'593	1'180
Modification par rapport à 2000		-19%	-32%	-49%
Hydraulique vérifiable	204	520	623	622
Nucléaire vérifiable	102	31	0	0
Fossile vérifiable	102	0	0	0
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	51	156	260	414
Mix REGRT-E non vérifiable	560	333	156	0
Electricité	1'019	1'039	1'038	1'036
Modification par rapport à 2000		2%	2%	2%
Carburants	1'441	1'083	790	590
Modification par rapport à 2000		-25%	-45%	-59%
Global	4'796	4'013	3'421	2'806
Modification par rapport à 2000		-16%	-29%	-41%

Tableau A3-1: Objectifs d'économie d'énergie finale par agent énergétique, par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale (cf. aussi Tableau 41 et Figure 23 du rapport)

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
		2000	2025	2035
Mix consommation électricité (hypothèse SENE)				
Hydraulique vérifiable	20%	50%	60%	60%
Nucléaire vérifiable	10%	3%	0%	0%
Fossile vérifiable	10%	0%	0%	0%
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	5%	15%	25%	40%
Mix REGRT-E non vérifiable	55%	32%	15%	0%
	100%	100%	100%	100%

Tableau A3-2: Mix de la consommation d'électricité (hypothèse SENE, cf. Annexe 2)

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
	2000	2025	2035	2050
Population résidante moyenne	166'092	187'000	196'000	205'000
Modification par rapport à 2000		13%	18%	23%

Tableau A3-3: Perspectives de l'évolution de la population du canton permettant de calculer l'évolution de la consommation d'énergie par habitant

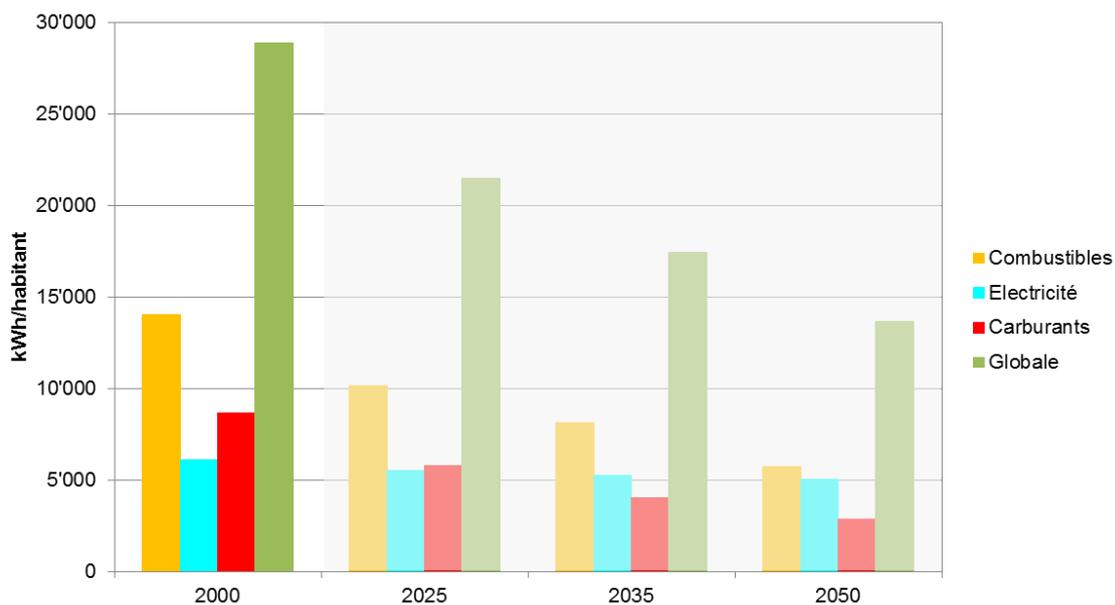


Figure A3-1: Objectifs d'économie d'énergie finale par habitant

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
	2000	2025	2035	2050
Energie finale en GWh				
Combustibles renouvelables				
- Bois-énergie	89	160	170	180
- Solaire thermique	4	35	45	95
- Chaleur et froid de l'environnement	4	150	200	600
- Incinération ordures (CCF)	28	45	48	50
- Biogaz (CCF)	4	10	12	15
Production de combustibles renouvelables	129	400	475	940
Modification par rapport à 2000		210%	268%	629%
Electricité renouvelable				
- Solaire photovoltaïque	0	40	60	180
- Hydroélectricité	135	149	170	210
- Éolien	0	98	140	208
- Incinération ordures (CCF)	23	28	29	30
- Biogaz (CCF)	1	5	6	7
Production d'électricité renouvelable	160	320	405	635
Modification par rapport à 2000		101%	154%	298%
Production de carburants renouvelables	0	0	0	0
Modification par rapport à 2000				
Production globale d'énergies renouvelables	289	720	880	1'575
Modification par rapport à 2000		150%	205%	446%

Tableau A3-4: Objectifs de production d'énergies renouvelables par agent énergétique, par forme d'énergie et globale (cf. aussi Tableau 42 et Figure 24 du rapport)

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
	2000	2025	2035	2050
Energie finale en GWh				
Consommation de combustibles	2'336	1'891	1'593	1'180
Production renouvelable et indigène de combustibles	129	400	475	940
Consommation d'électricité	1'019	1'039	1'038	1'036
Production renouvelable et indigène d'électricité	160	320	405	635
Consommation de carburants	1'441	1'083	790	590
Production renouvelable et indigène de carburants	0	0	0	0
Consommation globale	4'796	4'013	3'421	2'806
Production renouvelable et indigène globale	289	720	880	1'575
Part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale	6%	18%	26%	56%

Tableau A3-5: Part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale

1.2 Scénario "Référence"

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
		2000	2025	2035
Consommation énergie finale en GWh	2000	2025	2035	2050
Combustibles pétroliers	1'334	900	700	537
Gaz	719	880	802	700
Charbon	89	100	100	100
Bois	77	185	190	200
Chaleur à distance	55	92	96	100
Déchets industriels	50	110	110	110
Chaleur et froid de l'environnement	4	50	70	140
Biogaz (chaleur)	4	11	12	13
Solaire thermique	4	26	30	70
Total combustibles	2'340	2'354	2'110	1'970
Modification par rapport à 2000		1%	-10%	-16%
Hydraulique vérifiable	205	415	460	615
Nucléaire vérifiable	100	35	25	10
Fossile vérifiable	100	90	60	35
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	50	135	175	245
Mix REGRT-E non vérifiable	560	450	435	320
Total électricité	1'019	1'120	1'150	1'230
Modification par rapport à 2000		10%	13%	21%
Total carburants	1'441	1'270	1'060	800
Modification par rapport à 2000		-12%	-26%	-44%
Total global	4'800	4'744	4'320	4'000
Modification par rapport à 2000		-1%	-10%	-17%

Tableau A3-6: Evolution prévue de la consommation d'énergie finale par agent énergétique, par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale

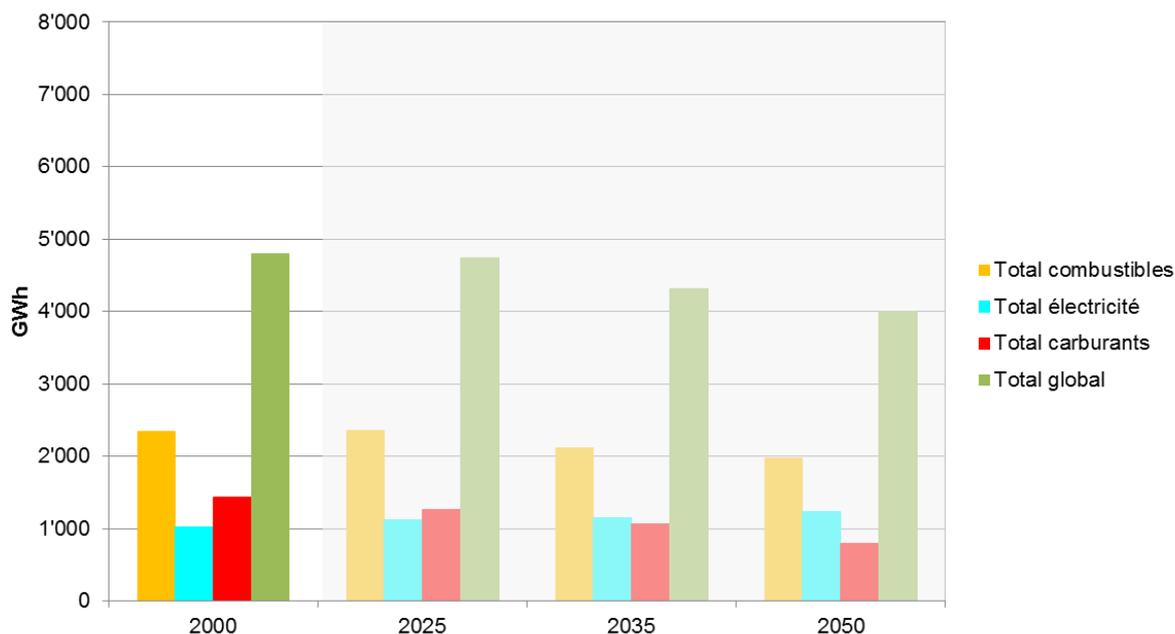


Figure A3-2: Evolution prévue de la consommation d'énergie finale par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
		2000	2025	2035
Mix consommation électricité (hypothèse SENE)				
Hydraulique vérifiable	20%	37%	40%	50%
Nucléaire vérifiable	10%	3%	2%	1%
Fossile vérifiable	10%	8%	5%	3%
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	5%	12%	15%	20%
Mix REGRT-E non vérifiable	55%	40%	38%	26%
	100%	100%	100%	100%

Tableau A3-7: Mix de la consommation d'électricité (hypothèse SENE, cf. Annexe 2)

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
		2000	2025	2035
Consommation finale par habitant en kWh				
Combustibles	14'090	12'590	10'770	9'610
Modification par rapport à 2000		-11%	-24%	-32%
Electricité	6'140	5'990	5'870	6'000
Modification par rapport à 2000		-2%	-4%	-2%
Carburants	8'680	6'790	5'410	3'900
Modification par rapport à 2000		-22%	-38%	-55%
Globale	28'900	25'370	22'040	19'510
Modification par rapport à 2000		-12%	-24%	-32%

Tableau A3-8: Evolution prévue de la consommation d'énergie finale par habitant

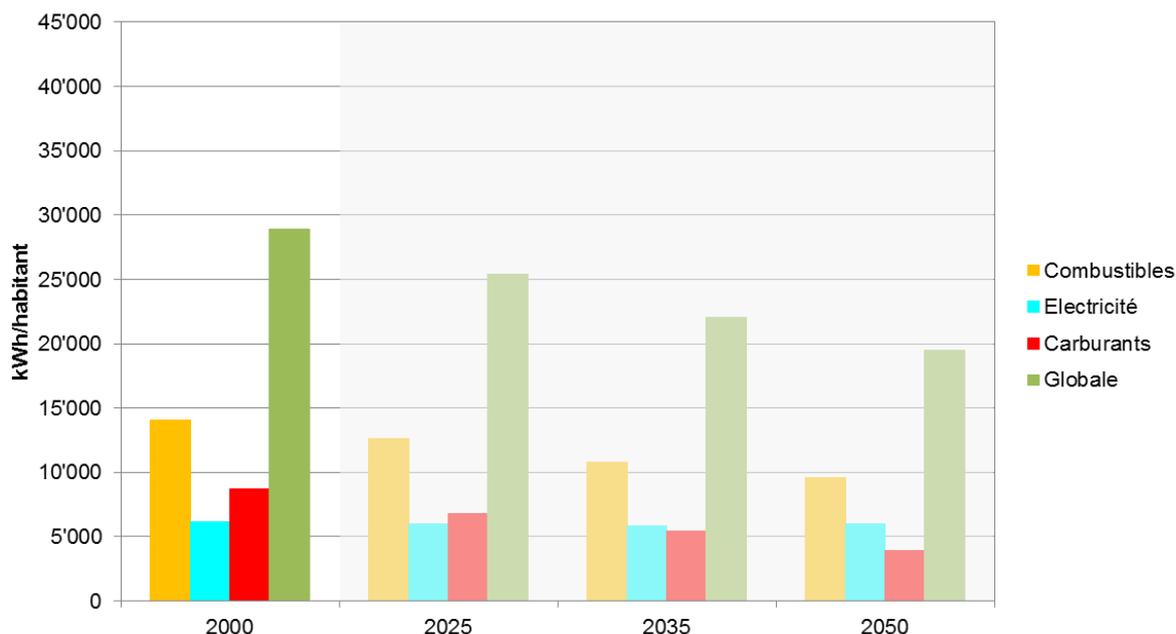


Figure A3-3: Evolution prévue de la consommation d'énergie finale par habitant

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
	2000	2025	2035	2050
Energie finale en GWh				
Combustibles renouvelables				
- Bois-énergie	89	130	140	152
- Solaire thermique	4	26	30	70
- Chaleur et froid de l'environnement	4	50	70	140
- Incinération ordures (CCF)	28	46	48	50
- Biogaz (CCF)	4	11	12	13
Production de combustibles renouvelables	130	263	300	425
Modification par rapport à 2000		103%	131%	228%
Electricité renouvelable				
- Solaire photovoltaïque	0	20	30	60
- Hydroélectricité	135	130	150	180
- Éolien	0	15	20	48
- Incinération ordures (CCF)	23	28	29	30
- Biogaz (CCF)	1	5	6	7
Production d'électricité renouvelable	160	198	235	325
Modification par rapport à 2000		24%	47%	104%
Production de carburants renouvelables	0	0	0	0
Production globale d'énergies renouvelables	289	461	535	750
Modification par rapport à 2000		59%	85%	159%

Tableau A3-9: Evolution prévue de la production d'énergies renouvelables indigènes par agent énergétique, forme d'énergie et globale

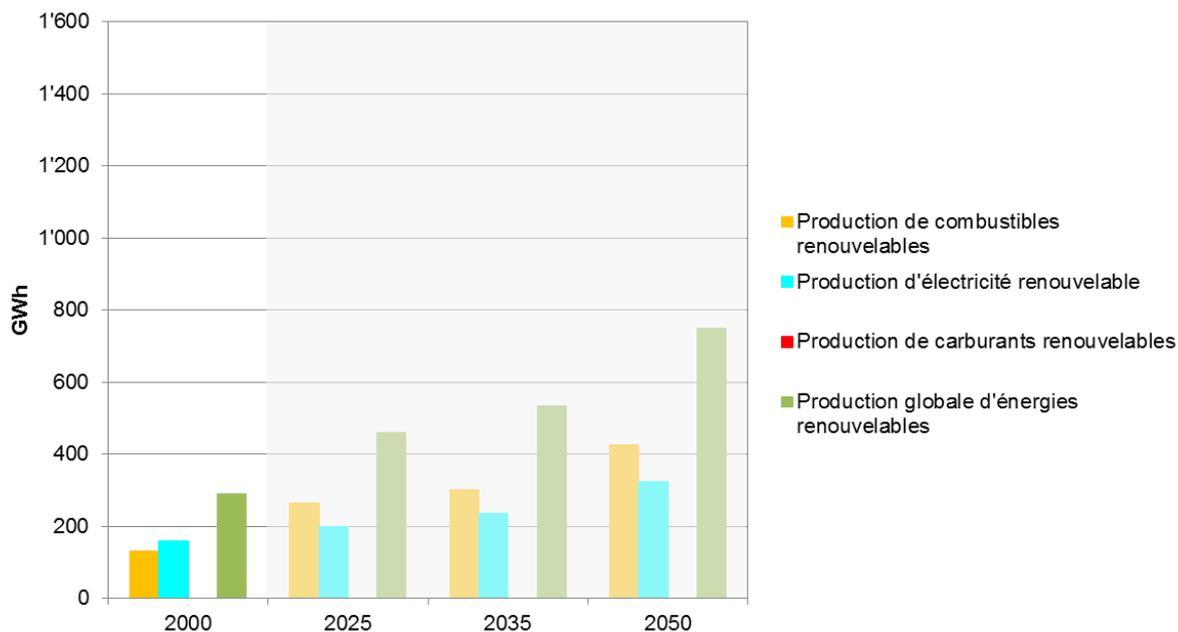


Figure A3-4: Evolution prévue de la production d'énergies renouvelables indigènes par forme d'énergie et globale

Energie finale en GWh	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
	2000	2025	2035	2050
Consommation de combustibles	2'340	2'354	2'110	1'970
Production renouvelable et indigène de combustibles	130	263	300	425
Consommation d'électricité	1'019	1'120	1'150	1'230
Production renouvelable et indigène d'électricité	160	198	235	325
Consommation de carburants	1'441	1'270	1'060	800
Production renouvelable et indigène de carburants	0	0	0	0
Consommation globale	4'800	4'744	4'320	4'000
Production renouvelable et indigène globale	289	461	535	750
Part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale	6%	10%	12%	19%

Tableau A3-10: Part des énergies renouvelables produites sur le territoire cantonal par rapport à la consommation totale d'énergie finale

2. Energie primaire et émissions de GES

2.1 Scénario "NPE-NE"

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
		2025	2035	2050
Consommation énergie primaire globale en GWh	2000	2025	2035	2050
Combustibles pétroliers	1'641	795	480	49
Gaz naturel	769	653	524	161
Charbon	84	159	134	84
Bois	101	182	217	228
Chaleur à distance	39	64	68	71
Déchets industriels	65	81	77	68
Chaleur et froid de l'environnement	8	300	400	900
Biogaz (chaleur)	1	3	4	5
Solaire thermique	6	53	68	143
Combustibles	2'715	2'289	1'971	1'708
Modification par rapport à 2000		-16%	-27%	-37%
Hydraulique vérifiable	245	624	747	746
Nucléaire vérifiable	430	132	0	0
Fossile vérifiable	306	0	0	0
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	76	234	389	622
Mix REGRT-E non vérifiable	1'782	1'058	495	0
Electricité	2'839	2'047	1'632	1'368
Modification par rapport à 2000		-28%	-43%	-52%
Carburants	1'787	1'342	980	732
Modification par rapport à 2000		-25%	-45%	-59%
Global	7'341	5'678	4'582	3'807
Modification par rapport à 2000		-23%	-38%	-48%

Tableau A3-11: Objectifs d'économie d'énergie primaire par agent énergétique, par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale (cf. aussi Tableau 43 et Figure 25 du rapport)

	Facteurs énergie primaire	Coefficient émissions GES
	- kg CO2-éq./kWh	
Combustibles		
Combustibles pétroliers	1.23	0.298
Gaz naturel	1.07	0.228
Charbon	1.67	0.439
Bois	1.14	0.011
Chaleur à distance	0.71	0.089
Déchets industriels	0.85	0.157
Chaleur de l'environnement	2.00	0.070
Biogaz (chaleur)	0.34	0.132
Solaire thermique	1.50	0.030
Electricité		
Hydraulique	1.20	0.013
Nucléaire	4.22	0.024
Fossile	3.00	0.850
Nouvelles énergies renouvelables et déchets	1.50	0.090
Mix REGRT-E	3.18	0.522
Carburants	1.24	0.309

Tableau A3-12: Facteurs d'énergie primaire et coefficients d'émission de GES utilisés pour les calculs

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
	2000	2025	2035	2050
Puissance primaire par habitant en W				
Combustibles	1'870	1'400	1'150	950
Modification par rapport à 2000		-25%	-39%	-49%
Electricité	1'950	1'250	950	760
Modification par rapport à 2000		-36%	-51%	-61%
Carburants	1'230	820	570	410
Modification par rapport à 2000		-33%	-54%	-67%
Globale	5'050	3'470	2'670	2'120
Modification par rapport à 2000		-31%	-47%	-58%

Tableau A3-13: Objectifs de diminution de la puissance primaire par habitant (cf. aussi Tableau 44 et Figure 26 du rapport)

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
		2000	2025	2035
Emissions de GES globales en t CO₂-éq.				
Combustibles pétroliers	397'530	192'510	116'220	11'920
Gaz naturel	163'930	139'080	111'720	34'200
Charbon	21'950	41'710	35'120	21'950
Bois	980	1'760	2'090	2'200
Chaleur à distance	4'900	8'010	8'540	8'900
Déchets industriels	12'090	14'920	14'130	12'560
Chaleur et froid de l'environnement	280	10'500	14'000	31'500
Biogaz (chaleur)	530	1'320	1'580	1'980
Solaire thermique	120	1'050	1'350	2'850
Combustibles	602'310	410'860	304'750	128'060
Modification par rapport à 2000		-32%	-49%	-79%
Hydraulique vérifiable	2'650	6'760	8'100	8'080
Nucléaire vérifiable	2'450	750	0	0
Fossile vérifiable	86'620	0	0	0
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	4'590	14'030	23'360	37'300
Mix REGRT-E non vérifiable	292'550	173'610	81'280	0
Electricité	388'860	195'150	112'740	45'380
Modification par rapport à 2000		-50%	-71%	-88%
Carburants	445'270	334'510	244'110	182'310
Modification par rapport à 2000		-25%	-45%	-59%
Global	1'436'440	940'520	661'600	355'750
Modification par rapport à 2000		-35%	-54%	-75%

Tableau A3-14: Objectifs de réduction des émissions de GES par agent énergétique, par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale (cf. aussi Tableau 45 et Figure 27 du rapport)

	Valeurs réelles	Valeurs visées		
		2000	2025	2035
Emissions de GES par habitant en t CO₂-éq.				
Combustibles	3.6	2.2	1.6	0.6
Modification par rapport à 2000		-39%	-57%	-83%
Electricité	2.3	1.0	0.6	0.2
Modification par rapport à 2000		-55%	-75%	-91%
Carburants	2.7	1.8	1.2	0.9
Modification par rapport à 2000		-33%	-54%	-67%
Globale	8.6	5.0	3.4	1.7
Modification par rapport à 2000		-42%	-61%	-80%

Tableau A3-14: Objectifs de réduction des émissions de GES par habitant (cf. aussi Tableau 46 et Figure 28 du rapport)

2.2 Scénario "Référence"

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
		2000	2025	2035
Consommation énergie primaire globale en GWh	2000	2025	2035	2050
Combustibles pétroliers	1'641	1'107	861	661
Gaz naturel	769	942	858	749
Charbon	149	167	167	167
Bois	88	211	217	228
Chaleur à distance	39	66	68	71
Déchets industriels	43	94	94	94
Chaleur et froid de l'environnement	8	100	140	280
Biogaz (chaleur)	1	4	4	4
Solaire thermique	6	39	45	105
Total combustibles	2'744	2'728	2'454	2'359
Modification par rapport à 2000		-1%	-11%	-14%
Hydraulique vérifiable	246	498	552	738
Nucléaire vérifiable	422	148	106	42
Fossile vérifiable	300	270	180	105
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	75	203	263	368
Mix REGRT-E non vérifiable	1'781	1'431	1'383	1'018
Total électricité	2'824	2'549	2'483	2'270
Modification par rapport à 2000		-10%	-12%	-20%
Total carburants	1'787	1'575	1'314	992
Modification par rapport à 2000		-12%	-26%	-44%
Total global	7'354	6'852	6'251	5'621
Modification par rapport à 2000		-7%	-15%	-24%

Tableau A3-15: Evolution prévue de la consommation d'énergie primaire par agent énergétique, par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale

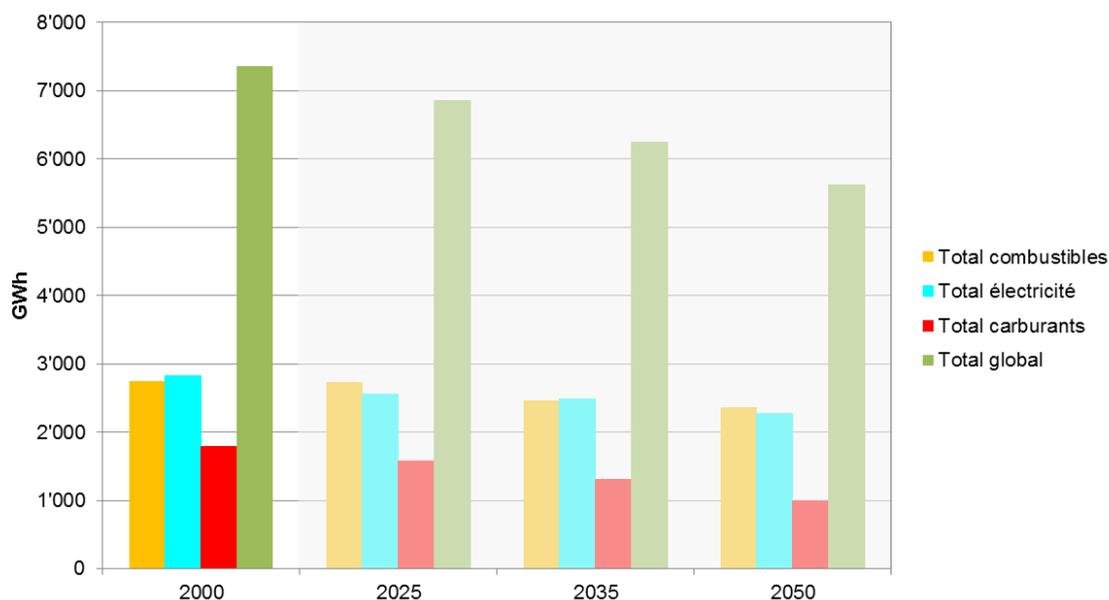


Figure A3-5: Evolution prévue de la consommation d'énergie primaire par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
	2000	2025	2035	2050
Puissance primaire par habitant en W				
Combustibles	1'890	1'670	1'430	1'310
Modification par rapport à 2000		-12%	-24%	-31%
Electricité	1'940	1'560	1'450	1'260
Modification par rapport à 2000		-20%	-25%	-35%
Carburants	1'230	960	770	550
Modification par rapport à 2000		-22%	-37%	-55%
Globale	5'060	4'190	3'650	3'120
Modification par rapport à 2000		-17%	-28%	-38%

Tableau A3-16: Evolution prévue de la puissance primaire par habitant

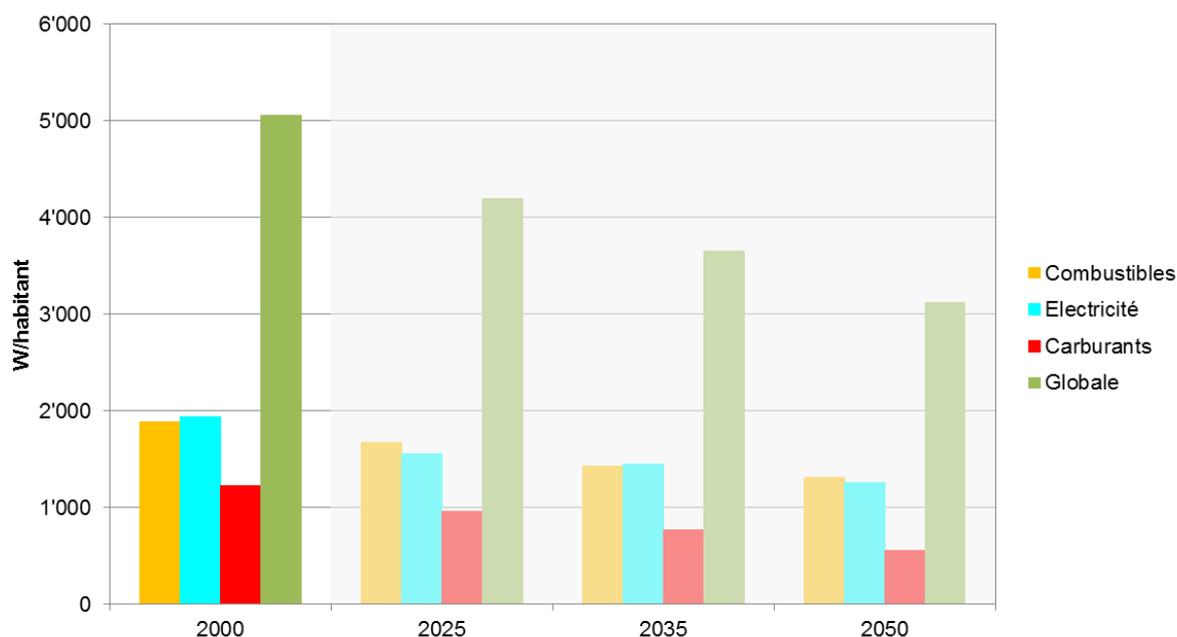


Figure A3-6: Evolution prévue de la puissance primaire par habitant

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
	2000	2025	2035	2050
Emissions de GES globales en t CO₂-éq.				
Combustibles pétroliers	397'530	268'200	208'600	160'030
Gaz naturel	163'930	200'640	182'860	159'600
Charbon	39'070	43'900	43'900	43'900
Bois	850	2'040	2'090	2'200
Chaleur à distance	4'900	8'190	8'540	8'900
Déchets industriels	7'850	17'270	17'270	17'270
Chaleur et froid de l'environnement	280	3'500	4'900	9'800
Biogaz (chaleur)	530	1'450	1'580	1'720
Solaire thermique	120	780	900	2'100
Total combustibles	615'060	545'970	470'640	405'520
Modification par rapport à 2000		-11%	-23%	-34%
Hydraulique vérifiable	2'670	5'400	5'980	8'000
Nucléaire vérifiable	2'400	840	600	240
Fossile vérifiable	85'000	76'500	51'000	29'750
Nouvelles énergies renouvelables et déchets vérifiables	4'500	12'150	15'750	22'050
Mix REGRT-E non vérifiable	292'320	234'900	227'070	167'040
Total électricité	386'890	329'790	300'400	227'080
Modification par rapport à 2000		-15%	-22%	-41%
Total carburants	445'270	392'430	327'540	247'200
Modification par rapport à 2000		-12%	-26%	-44%
Total global	1'447'220	1'268'190	1'098'580	879'800
Modification par rapport à 2000		-12%	-24%	-39%

Tableau A3-17: Evolution prévue des émissions de GES par agent énergétique, par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale

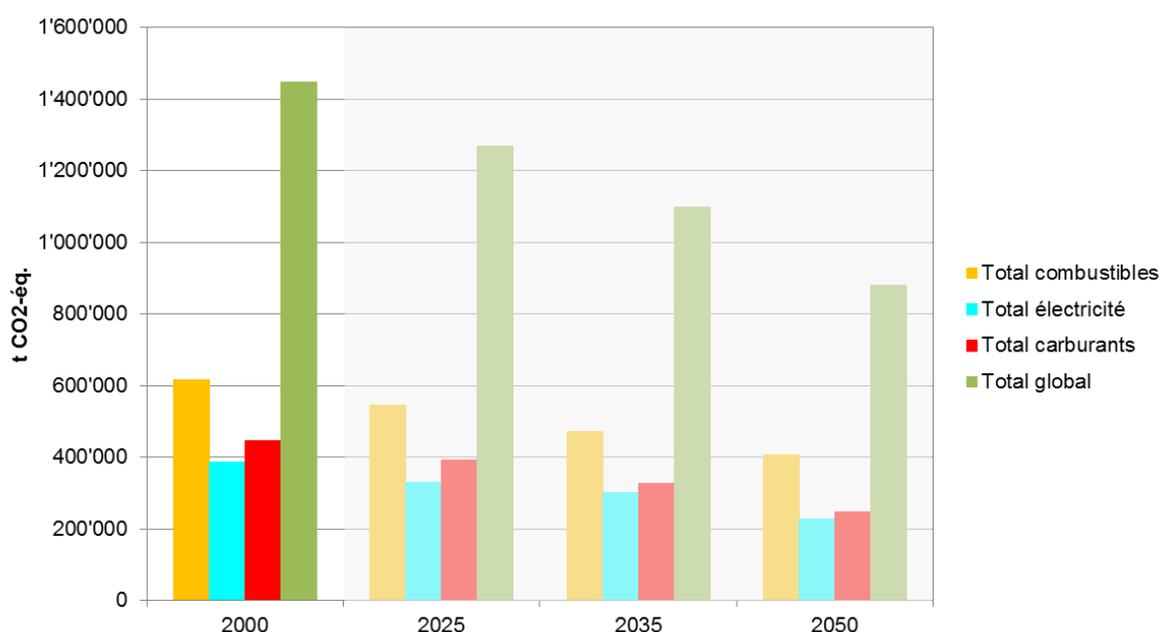


Figure A3-7: Evolution prévue des émissions de GES par forme d'énergie (combustibles, électricité et carburants) et globale

	Valeurs réelles	Valeurs prévues		
		2000	2025	2035
Emissions de GES par habitant en t CO₂-éq.	2000	2025	2035	2050
Combustibles	3.7	2.9	2.4	2.0
Modification par rapport à 2000		-21%	-35%	-47%
Electricité	2.3	1.8	1.5	1.1
Modification par rapport à 2000		-24%	-34%	-52%
Carburants	2.7	2.1	1.7	1.2
Modification par rapport à 2000		-22%	-38%	-55%
Globale	8.7	6.8	5.6	4.3
Modification par rapport à 2000		-22%	-36%	-51%

Tableau A3-18: Evolution prévue des émissions de GES par habitant

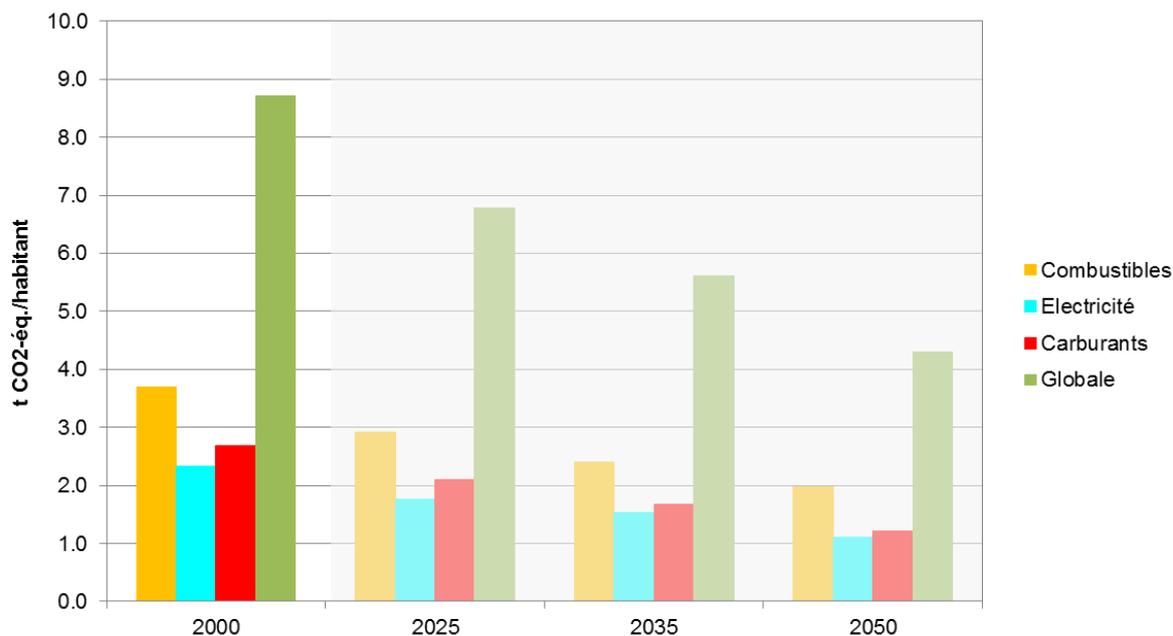


Figure A3-8: Evolution prévue des émissions de GES par habitant

ANNEXE 4 REMARQUES, HYPOTHESES ET METHODOLOGIES DE CALCUL CONCERNANT LES FICHES DE MESURE

EE1 Enveloppe thermique des bâtiments existants

Cette fiche implique autant des économies de combustibles que des économies d'électricité dans le cas des bâtiments chauffés par des pompes à chaleur. Les objectifs énergétiques concernant les économies d'électricité sont calculés par règle de trois avec les valeurs concernant les combustibles.

Objectifs énergétiques (combustibles)

Période	Objectifs	Hypothèses
2015-2020	Assainissement de 300 bâtiments par an * 35'000 kWh économisés par bâtiment * 6 ans = économie annuelle de combustibles de 60 GWh	Maintien du taux d'assainissement énergétique actuel d'environ 1%/an estimé au niveau fédéral
2021-2025	Assainissement de 600 bâtiments par an * 35'000 kWh économisés par bâtiment * 5 ans = économie annuelle de combustibles de 100 GWh	Doublment du taux d'assainissement énergétique à 2%/an selon l'objectif de la Stratégie énergétique 2050

Aspects économiques et financiers

- Investissement total

Calcul fait par type de bâtiment (nombre d'étages) pour chaque élément d'enveloppe (exemple: façades = [surface de façade moyenne de la catégorie] x [300 CHF/m²] x [nb bâtiment dans la catégorie] x [taux de rénovation sur la période] x nombre d'années). Part de l'investissement total: façades 48%; toitures 19%; fenêtres 29%; planchers 4%. Calcul détaillé dans fichier Excel séparé.

Période	Investissement total (chiffres arrondis)
2015-2025	1'470 MCHF

- Coût de l'énergie économisée

Durée de vie admise: 30 ans

Période	Coût de l'énergie économisée
2015-2025	1'470 MCHF / (30 ans * 160 GWh/an) = 0.31 CHF/kWh

- Subvention de tiers

Chiffres réels 2014 du Programme Bâtiments dans le canton de Neuchâtel: 5.4 MCHF

Période	Subventions de tiers	Hypothèses
2015-2020	3 ans * 5.4 MCHF + 3 ans * 2/3 * 5.4 MCHF = 27 MCHF	Le Programme Bâtiments (PB) 100% à la charge de la Confédération de 2015 à 2017 et pour 2/3 dès 2018
2021-2025	5 ans * 2/3 * 2 * 5.4 MCHF = 36 MCHF	Le PB pour 2/3 à la charge de la Confédération et doublement du taux de rénovation et donc des subventions dès 2021

- Coûts pour l'Etat

Subventions (S)

Période	Subventions	Hypothèses
2015-2020	3 ans * 0.206 MCHF + 3 ans * 1/3 * 5.4 MCHF = 6 MCHF	Versements du canton en 2013 pour rénovations MINERGIE de 2015 à 2017 et PB pour 1/3 à la charge du canton dès 2018
2021-2025	5 ans * 1/3 * 2 * 5.4 MCHF = 18 MCHF	Le PB pour 1/3 à la charge du canton et doublement du taux de rénovation et donc des subventions dès 2021

Manque de recettes fiscales (MRF)

Le manque de recettes fiscales pour le canton est estimé à 12% du montant de l'investissement (le manque de recettes fiscales pour les communes n'est pas considéré ici). A noter que ce montant est déjà dans les frais de fonctionnement de l'Etat actuellement. Par contre, un doublement du taux de rénovation va doubler le montant du manque de recettes fiscales.

Période	Manque de recettes fiscales (chiffres arrondis)
2015-2025	12% * 1'470 MCHF = 176 MCHF

- Retombées économiques pour le canton

Chiffre d'affaire des entreprises régionales (CA): 65% de l'investissement total de la partie « thermique » afflue dans des entreprises de proximité.

Emplois plein temps créés dans le canton (EPT): 150'000 CHF/an par EPT et 50% des coûts régionaux en main d'œuvre locale.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	CA: 65% * 1'470 MCHF = 955 MCHF EPT: 955 MCHF / 0.15 MCHF / 11 ans * 50% = 289

EE3 Efficacité énergétique des processus thermiques des entreprises

Potentiel d'économie d'énergie

Calcul du potentiel total: 30% * 60% de la consommation totale (entreprises grosses consommatrices) + 15% * 30% de la consommation totale (PME) = 23% (chiffre arrondi) de la consommation totale d'énergie thermique des secteurs de l'industrie et des services.

Aspects économiques et financiers

- Investissement total

Investissements dans des mesures d'efficacité thermique rentables et donc raisonnablement exigibles (temps de retour de 4 ans pour les processus et 8 ans pour les infrastructures). Coût de la chaleur moyen considéré 10 cts/kWh.

Période	Investissement total
2015-2025	30 GWh/an * 6 ans (temps de retour moyen) * 10 cts/kWh = 18 MCHF

- Coût de l'énergie économisée

Inférieur à 10 cts/kWh correspondant au niveau de coût pour le calcul du temps de retour. Le coût est inférieur dès que les infrastructures sont utilisées plus longtemps que 4, respectivement 8 ans. Montant maximal correspondant aux mesures les plus onéreuses et les temps de retour les plus longs.

- Subventions de tiers

Une éventuelle ristourne de la taxe CO₂ (pour les entreprises satisfaisant les critères) et les donations de privés pour la conclusion d'objectifs sont possibles, mais non considérées ici.

- Coûts pour l'Etat

Pas de subvention de l'Etat ni de manque de recettes fiscales considérées (entreprise = personnes morales).

- Retombées économiques pour le canton

Chiffre d'affaires dans le canton (CA): 35% des investissements dans des mesures d'efficacité énergétique afflue dans des entreprises de proximité.

Emploi de proximité (EPT) chez les ingénieurs spécialisés et installateurs techniques, 150'000 CHF/an par emploi, 75% des coûts régionaux en main d'œuvre locale.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	CA: 35% * 18 MCHF = 6 MCHF EPT: 6 MCHF / 0.15 MCHF / 11 ans * 75%) = 3

EE4 Chauffages électriques directs, chauffe-eaux électriques et installations électriques pour le rafraîchissement, l'humidification et la déshumidification

Objectifs énergétiques

Le remplacement de la totalité des 1'200 chauffages électriques directs présents dans le canton permettrait d'économiser 30 GWh d'électricité et le remplacement de 4'000 chauffe-eaux électriques (90% du total) permettrait d'économiser environ 10 GWh d'électricité par rapport à l'année 2014.

Période	Objectifs
2015-2025	Remplacement de 400 chauffages électriques directs correspondant à une économie de 10 GWh et remplacement de 1'600 chauffe-eaux électriques correspondant à une économie de 4 GWh pour un total de 14 GWh d'électricité économisés.

Aspects économiques et financiers

- Investissement total

Investissement moyen pour le remplacement d'un chauffage électrique direct par un système avec pompe à chaleur (PAC) géothermique: CHF 80'000.- (habitat individuel). Ce chiffre concerne les travaux pour la production et la distribution de chaleur. Le coût de la partie "distribution" est estimé à 40% du montant susmentionné à savoir CHF 32'000.-.

Période	Investissement total
2015-2025	400 chauffages électriques directs * 32'000 CHF/chauffage = 13 MCHF

- Coût de l'énergie économisée

Durée de vie admise de la partie "distribution" = 30 ans

Consommation électricité: 20'000 kWh, économies d'électricité: 10'000 kWh avec PAC air/eau ou 13'000 kWh avec PAC géothermique

Période	Coûts de l'énergie économisée
2015-2025	32'000 CHF / (10'000 kWh * 30 ans) = 0.10 CHF/kWh

- Subvention de tiers

Aucune pour le remplacement des chauffages électriques directs.

- Coûts pour l'Etat

Subventions (S)

Période	Subventions	Hypothèses
2015-2025	360 installations (de 2017 à 2025) * 5 kCHF = 1.8 MCHF	5'000 CHF par système de distribution à partir de 2017

Manque de recettes fiscales (MRF): 12% de l'investissement

Période	Manque de recettes fiscales (chiffres arrondis)
2015-2025	12% * 13 MCHF = 1.5 MCHF

- Retombées économiques

Chiffre d'affaire des entreprises régionales (CA): 65% de l'investissement total de la partie « thermique » afflue dans des entreprises de proximité.

Emplois plein temps créés dans le canton (EPT): 150'000 CHF/an par EPT et 50% des coûts régionaux en main d'œuvre locale.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	CA: 65% * 13 MCHF = 8.5 MCHF EPT: 8.5 MCHF / 0.15 MCHF / 11 ans * 50% = 2

EE5 Efficacité énergétique des installations et appareils électriques dans les bâtiments

Objectifs énergétiques

Période 2015-2020:

Domaines d'intervention	Economies d'énergie annuelles
700 bâtiments par an: changement de pompe	15 GWh / 32'000 bâtiments * 700 bâtiments * 6 ans = 2 GWh
Changement des appareils électroménagers et électroniques pour l'équivalent de 900 bâtiments par an	120 GWh / 32'000 bâtiments * 900 bâtiments * 6 ans = 20 GWh
300 changements d'éclairage par an (taux d'assainissement des bâtiments: 1%)	100 GWh / 32'000 bâtiments * 300 bâtiments * 6 ans = 6 GWh
Total	28 GWh

Période 2021-2025:

Domaines d'intervention	Economies d'énergie annuelles
1'700 bâtiments par an: changement de pompe	15 GWh / 32'000 bâtiments * 1'700 bâtiments * 5 ans = 4 GWh
Changement des appareils électroménagers et électroniques pour l'équivalent de 1'000 bâtiments par an	120 GWh / 32'000 bâtiments * 1'000 bâtiments * 5 ans = 19 GWh
600 changements d'éclairage par an (taux d'assainissement des bâtiments: 2%)	100 GWh / 32'000 bâtiments * 600 bâtiments * 5 ans = 9 GWh
Total	32 GWh

EE6 Efficacité énergétique des installations électriques des entreprises

Potentiel d'économie d'énergie

Calcul du potentiel total: 25% * 60% de la consommation totale (entreprises grosses consommatrices) + 10% * 30% de la consommation totale (PME) = 18% de la consommation totale d'électricité des secteurs de l'industrie et des services.

Aspects économiques et financiers

- Investissement total

Investissements dans des mesures d'efficacité électrique rentables et donc raisonnablement exigibles (temps de retour de 4 ans pour les processus et 8 ans pour les infrastructures). Coût de l'électricité moyen considéré 15 cts/kWh.

Période	Investissement total
2015-2025	40 GWh/an * 6 ans (temps de retour moyen) * 15 cts/kWh = 36 MCHF

- Coût de l'énergie économisée

Inférieur à 15 cts/kWh correspondant au niveau de coût pour le calcul du temps de retour. Le coût est inférieur dès que les infrastructures sont utilisées plus longtemps que 4, respectivement 8 ans. Montant maximal correspondant aux mesures les plus onéreuses et les temps de retour les plus longs.

- Subventions de tiers

D'éventuelles ristournes de la taxe RPC pour les entreprises satisfaisant les critères, et de subvention ProKilowatt pour les mesures à long temps de retour sont possibles, mais non considérées ici.

- Coûts pour l'Etat

Pas de subvention de l'Etat ni de manque de recettes fiscales considérées (entreprise = personnes morales).

- Retombées économiques pour le canton

Chiffre d'affaires dans le canton (CA): 35% des investissements dans des mesures d'efficacité énergétique afflue dans des entreprises de proximité.

Emploi de proximité (EPT) chez les ingénieurs spécialisés et installateurs techniques, 150'000 CHF/an par emploi, 75% des coûts régionaux en main d'œuvre locale.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	CA: 35% * 36 MCHF = 12 MCHF EPT: 12 MCHF / 0.15 MCHF / 11 ans * 75% = 5

EE7 Assainissement et optimisation de l'exploitation de l'éclairage public

Consommation

La plausibilité de la consommation annuelle s'élevant à 15 GWh en 2014 a été confirmée grâce aux informations collectées auprès des trois villes de Neuchâtel, La Chaux-de-Fonds et Le Locle, auprès du service des ponts et chaussées pour les tunnels de la H10 et de la H20, ainsi que par divers recoupements (sur la base de divers états des lieux disponibles) sur la consommation des 34 communes restantes.

Potentiel d'économie d'énergie

Période	Potentiel d'économie d'énergie annuelle	Hypothèses / Remarques
2015-2020	4 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - De nombreux assainissements ont déjà commencé en 2015 et devraient permettre, dans un premier temps, de terminer le remplacement de toutes les lampes à vapeur de mercure de faible puissance; ceci jusqu'à fin 2016. - Dans un deuxième temps, la poursuite de l'assainissement se fera sur des sources lumineuses au sodium de moyenne puissance (150 W, 250 W et 400 W).
2021-2025	6 GWh	<ul style="list-style-type: none"> - Pour des performances photométriques équivalentes, la progression des économies se fera essentiellement par les augmentations d'efficacité continues offertes par la technologie LED. - En cas de nécessité, il sera possible d'augmenter encore cette économie en intensifiant les réductions d'intensité au plus fort de la nuit (24h00 -05h00).

Aspects économiques et financiers

- Investissement total

Evaluation sur la base des prix du marché en 2015; cependant ce domaine évolue rapidement, autant au niveau des coûts que des performances. En supposant que la totalité du parc neuchâtelois à savoir, 20'000 points lumineux (PL) aura été remplacé en 2025:

Période	Investissement total
2015-2025	20'000 PL * 1'000 CHF/PL = 20 MCHF

- Coûts de l'énergie économisée

Durée de vie: 25 ans

20 millions CHF / (6 GWh * 25 ans) = 0.13 CHF/kWh

- Subventions de tiers

ProKilowatt – EffeSTRADA: actuellement, 1 MCHF/an à distribuer en Suisse → NE 20'000 CHF/an

Fonds d'Energie communaux (hypothèse) → 20'000 CHF/an

Total période 2015-2015: 20 kCHF/an * 11 an * 2 = 0.4 MCHF

- Retombées économiques

Ingénieurs conseil, installateurs, entreprises de construction. Les retombées supplémentaires liées aux mesures d'économie d'énergie peuvent être ventilées dans 3 domaines: (1) travaux d'ingénieur et de planification, (2) fourniture du matériel (100% hors canton) ainsi que (3) travaux de montage.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	(1): 20'000 PL * 100 CHF/PL = 2 MCHF, 60% reste dans le canton = 1.2 MCHF (3): 20'000 PL * 200 CHF/PL = 4 MCHF, 70% reste dans le canton = 2.8 MCHF CA: 1.2 MCHF + 2.8 MCHF = 4 MCHF EPT: 4 MCHF / 0.15 MCHF / 11 ans * 75% = 2

EE8 Efficacité des moteurs à combustion et diffusion de la mobilité électrique

Etat existant

Selon le Catalogue du TCS, une consommation de 7 litre/100 km correspond à des émissions de CO₂ de 162 g/km pour l'essence et de 185 g/km pour le diesel. La moyenne de 170 g/km est retenue pour le parc de véhicules à moteur du canton.

Objectifs énergétiques

1. D'ici 2050 on peut affirmer que les voitures à essence et diesel consommeront en moyenne la moitié par rapport à 2014. D'ici 2020 et 2025 une réduction progressive est retenue.
2. La consommation des voitures neuves a diminué régulièrement de 2-3% ces dix dernières années. Situation en 2014: 6.1 l/100 km équivalent essence (OFEN).
3. Poursuite de l'évolution susmentionnée pour les nouvelles voitures jusqu'à 2020: réduction de 0.25% par an retenue.
4. Dans le canton de Neuchâtel, 7'000 nouvelles voitures de tourisme sont immatriculées chaque année, sur un parc de 95'000 en 2014.
5. Réductions de consommation du parc automobile:
2020: 6.5%; 2025: 14%; 2050: 49% (correspond à l'hypothèse: 50%)
6. Une augmentation du parc automobile global et des voitures électriques est retenue en fonction de l'historique des nouvelles immatriculations et de l'étude OFEN sur la mobilité électrique.
7. La réduction de la consommation pour la mesure EE8 (seulement voitures de tourisme) est la suivante:
2020: 46 GWh; 2025: 120 GWh; 2050: 460 GWh
8. Les parts de réduction sont appliquées par interpolation linéaire aux autres groupes de véhicules (véhicules de transport de personnes, etc.). La consommation de ces derniers s'élève à 650 GWh en 2014. Les réductions de consommation suivantes sont prévues:
2020: 10% de 650 = 65 GWh; 2025: 25% de 650 = 160 GWh; 2050: 50% de 650 = 325 GWh
9. La somme de 7 et 8 donne l'objectif énergétique global attendu pour la mesure EE8:
2020: 46 + 65 = 111 GWh; 2025: 120 + 160 = 280 GWh; 2050: 460 + 325 = 785 GWh

Les objectifs pour 2020 et 2025 susmentionnés sont globaux, tandis que les actions reportées dans la fiche de mesure sont uniquement celles qui concernent le canton. Pour cette raison, tant l'objectif global estimé que celui concernant uniquement les actions du canton sont reportés.

ER1 Bois-énergie

Objectifs énergétiques

Période	Objectifs	Hypothèses
2015-2025	Il est prévu de produire 20 GWh supplémentaires de chaleur à partir du bois par rapport à 2014	Ceci correspond p.ex. à 10 réseaux de CAD d'une puissance de 1 MW et produisant annuellement 2 GWh chacun

Aspects économiques et financiers

- Coûts de l'énergie produite

0.15 CHF/kWh. Cette valeur moyenne est estimée en se basant sur les chiffres réels des installations réalisées dans le canton.

- Investissement total

Energie produite * coûts de l'énergie produite * durée de vie

Durée de vie moyenne admise (production de la chaleur et réseau CAD): 25 ans

Période	Investissement total
2015-2025	20 GWh * 0.10 CHF/kWh * 25 ans = 50 MCHF

- Subventions de tiers

Période	Subventions de tiers	Hypothèses
2015-2025	4 MCHF	Subventions KliK estimées en fonction d'une moyenne sur les installations réalisées dans le canton ces dernières années.

- Coûts pour l'Etat

Période	Subventions de l'Etat	Hypothèses
2015-2025	2 MCHF	Les subventions cantonales sont estimées en fonction d'une moyenne sur les installations réalisées dans le canton ces dernières années.

Aucun manque de recettes fiscales n'est comptabilisé, vu qu'il s'agit de réseaux CAD portés par des communes ou des sociétés.

- Retombées économiques

Chiffre d'affaire des entreprises régionales (CA): 65% de l'investissement total de la partie « thermique » afflue dans des entreprises de proximité.

Emplois plein temps créés dans le canton (EPT): 150'000 CHF/an par EPT et 50% des coûts régionaux en main d'œuvre locale.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	CA: 65% * 50 MCHF = 33 MCHF EPT: 33 MCHF / 0.15 MCHF / 11 ans * 50% = 10

ER2 Solaire thermique

Aspects économiques et financiers

- Investissement total

Coût moyen: 2'500 CHF/m²

Période	Investissement total	Hypothèses
2015-2020	2'300 m ² /an * 6 ans * 2'500 CHF/m ² = 34 MCHF	Installation de 2'300 m ² /an
2021-2025	4'500 m ² /an * 5 ans * 2'500 CHF/m ² = 56 MCHF	Installation de 4'500 m ² /an

- Coût de l'énergie produite

Durée de vie admise: 20 ans, Rendement moyen: 450kWh/m²/an

34 MCHF / (20 ans * 450 kWh/an/m² * 2'300 * 6 ans) = 0.27

Fourchette indiquée 25 à 30 cts/kWh

- Subventions de tiers

Subvention moyenne estimée en se basant sur le programme actuel: 300 CHF/m²

Période	Subventions de tiers	Hypothèses
2015-2020	3 ans * 1/2 * 300 CHF/m ² * 2'300 m ² /an + 3 ans * 2/3 * 300 CHF/m ² * 2'300 m ² /an = 2.4 MCHF	1/2 à la charge de la Confédération via les contributions globales de 2015 à 2017 et pour 2/3 dès 2018
2021-2025	5 ans * 2/3 * 300 CHF/m ² * 4'500 m ² /an = 4.5 MCHF	2/3 à la charge de la Confédération via les contributions globales

- Coûts pour l'Etat NE

Subventions (S)

Subvention moyenne estimée en se basant sur le programme actuel: 300 CHF/m²

Période	Subventions	Hypothèses
2015-2020	3 ans * 1/2 * 300 CHF/m ² * 2'300 m ² /an + 3 ans * 1/3 * 300 CHF/m ² * 2'300 m ² /an = 1.7 MCHF	1/2 à la charge de l'Etat de 2015 à 2017 et pour 1/3 dès 2018, le reste provient des contributions globales de la Confédération
2021-2025	5 ans * 1/3 * 300 CHF/m ² * 4'500 m ² /an = 2.3 MCHF	1/3 à la charge de l'Etat, le reste provient des contributions globales de la Confédération

Manque de recettes fiscales (MRF): 12% de l'investissement

Période	Manque de recettes fiscales (chiffres arrondis)
2015-2025	12% * 90 MCHF = 11 MCHF

- Retombées économiques

Chiffre d'affaire des entreprises régionales (CA): 65% de l'investissement total de la partie « thermique » afflue dans des entreprises de proximité.

Emplois plein temps créés dans le canton (EPT): 150'000 CHF/an par EPT et 50% des coûts régionaux en main d'œuvre locale.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	CA: 65% * 90 MCHF = 59 MCHF EPT: 59 MCHF / 0.15 MCHF / 11 ans * 50% = 18

ER4 Solaire photovoltaïque

Aspects économiques et financiers

- Investissement total

Coût résidentiel moyen: 3.5 CHF/W_p; Coût industrie moyen: 2.1 CHF/W_p

Répartition puissance installée: 50% petites (< 30 kW_p) et 50% moyenne/grandes installations (> 30 kW_p)

Période	Investissement total	Hypothèses
2015-2020	$3.5 \text{ MW}_p * 3.5 \text{ CHF} + 3.5 \text{ MW}_p * 2.1 \text{ CHF} = 20 \text{ MCHF}$	Installation de 7 MW _p
2021-2025	$10 \text{ MW}_p * 3.5 \text{ CHF} + 10 \text{ MW}_p * 2.1 \text{ CHF} = 56 \text{ MCHF}$	Installation de 20 MW _p

- Coût de l'énergie produite

< 30 kW_p : 0.18 – 0.25 CHF/kWh; > 30 kW_p : 0.10 – 0.20 CHF/kWh

Productible moyen : 1'000kWh/an/kW_p; Durée de vie : 25 ans; Coûts opérationnels : 4 - 8 cts /kWh

Fourchette indiquée 10 à 25 cts/kWh (valeur basse pour les grandes installations et conditions favorables, valeur haute pour les petites installations/résidentielles).

- Subventions de tiers

Rétribution unique (RU) de 30% de l'investissement pour les installations < 30 kW_p

Reprise à prix coûtant (RPC) pour les installations plus grandes (65% de l'investissement)

Période	Subventions de tiers
2015-2025	$13.5 \text{ MW}_p * 3.5 \text{ CHF} * 30\% + 13.5 \text{ MW}_p * 2.1 \text{ CHF} * 65\% = 33 \text{ MCHF}$

- Coûts pour l'Etat NE

Pas de subventions (S)

Manque de recettes fiscales (MRF) pour les petites installations (considéré comme entretien d'immeubles) sur la partie nette de l'investissement après déduction de la RU (facteur 0.7). Pas de MRF sur les grandes installations (fortune commerciale).

Selon hypothèses: manque de recettes fiscales de 12% du montant de l'investissement pour le canton (les manques de recettes fiscales pour les communes ne sont pas considérés ici).

Période	Manque de recettes fiscales
2015-2025	$13.5 \text{ MW}_p * 3.5 \text{ CHF} * 0.7 * 12\% = 4 \text{ MCHF}$

- Retombées économiques

Chiffre d'affaires dans le canton (CA): 35% partie pour les entreprises de proximité pour le solaire photovoltaïque.

Emploi de proximité (EPT chez les installateurs solaires photovoltaïques): 150'000 CHF/an par EPT, 75% des coûts régionaux en main d'œuvre locale.

Période	Retombées économiques pour le canton (chiffres arrondis)
2015-2025	CA: $35\% * 76 \text{ MCHF} = 27 \text{ MCHF}$ EPT: $27 \text{ MCHF} / 0.15 \text{ MCHF} / 11 \text{ ans} * 75\% = 12$