

# Rapport technique du scénario négaWatt 2011

## Table des matières

<b>Partie 1 - Démarche et méthodologie.....</b>	<b>6</b>
1. Démarche du scénario.....	6
1.1. Démarche négaWatt.....	6
1.2. Crises et contraintes.....	7
1.3. Scénario.....	8
1.4. Fondamentaux du scénario.....	8
2. Méthodologie.....	10
2.1. Modèle.....	10
2.2. Hypothèses de cadrage.....	12
<b>Partie 2 - Sobriété et efficacité énergétiques : analyse sectorielle sur la demande.....</b>	<b>15</b>
1. Résidentiel et tertiaire.....	17
1.1. Évolution des secteurs résidentiel et tertiaire.....	17
1.1.1. Vision directrice.....	17
1.1.2. Évolution du secteur résidentiel.....	18
1.2. Consommation des équipements dans le résidentiel et le tertiaire.....	22
1.2.1. Vision directrice.....	22
1.2.2. Électricité spécifique dans le secteur résidentiel.....	23
1.2.3. Électricité spécifique dans le secteur tertiaire.....	30
1.2.4. Cuisson dans le résidentiel et le tertiaire.....	35
1.2.5. Résultats sur les équipements dans le résidentiel et le tertiaire.....	37
1.3. Confort thermique dans le résidentiel et le tertiaire.....	38
1.3.1. Vision directrice.....	38
1.3.2. Confort thermique dans le secteur résidentiel.....	39
1.3.3. Confort thermique dans le secteur tertiaire.....	53
1.3.4. Résultats sur le confort thermique dans le résidentiel et le tertiaire.....	59
1.4. Secteur du bâtiment - bilan.....	60
2. Transports.....	62
2.1. Approche générale.....	62
2.2. Mobilité des personnes.....	63
2.2.1. Méthodologie.....	63
2.2.2. Hypothèses.....	66
2.2.2.1. Évolution des voyageurs.km.....	66
2.2.2.2. Évolution des parts modales.....	68
2.2.2.3. Évolution du parc de véhicules individuels.....	70
2.2.2.4. Évolution des motorisations.....	71
2.2.2.5. Évolution des taux de remplissage des véhicules.....	72
2.2.2.6. Évolution de la vitesse sur route.....	73
2.2.2.7. Évolution des consommations par mode.....	73
2.2.3. Résultats.....	73
2.3. Transports de marchandises.....	75
2.3.1. Méthodologie.....	76

2.3.2.	Hypothèses .....	77
2.3.2.1.	Évolution des t.km transportées .....	77
2.3.2.2.	Évolution des parts modales des différents modes de transport (en Gt.km) .....	78
2.3.2.3.	Évolution du taux de charge des véhicules routiers.....	78
2.3.2.4.	Évolution des motorisations.....	78
2.3.2.5.	Évolution des consommations par véhicule et par motorisation.....	78
2.3.3.	Résultats obtenus .....	79
<b>3.</b>	<b>Production industrielle et agricole.....</b>	<b>81</b>
3.1.	<i>Industrie</i> .....	81
3.1.1.	Constats et enjeux .....	81
3.1.2.	Production et sobriété.....	83
3.1.2.1.	La matrice de production .....	83
3.1.2.2.	La relocalisation.....	84
3.1.2.3.	L'évolution générale de la consommation .....	85
3.1.2.4.	L'évolution des emballages .....	85
3.1.2.5.	L'évolution des matériaux de construction.....	85
3.1.2.6.	L'évolution globale des tonnages.....	86
3.1.2.7.	Le recyclage .....	86
3.1.3.	L'efficacité énergétique .....	88
3.1.3.1.	Généralités .....	88
3.1.3.2.	Les économies transversales.....	89
3.1.3.3.	Les économies spécifiques .....	92
3.1.3.4.	La substitution de combustible vers l'électricité.....	92
3.1.4.	Les sources d'énergie.....	93
3.1.4.1.	La substituabilité des sources.....	93
3.1.4.2.	La cogénération.....	94
3.1.4.3.	Les réseaux de chaleur .....	95
3.1.4.4.	La place des énergies renouvelables .....	96
3.1.5.	Résultats .....	96
3.2.	<i>Agriculture</i> .....	98
3.2.1.	Consommation d'énergie dans l'agriculture .....	98
3.2.2.	Évolution du système agricole et de l'assiette alimentaire.....	98

## **Partie 3 - Substitution par les énergies renouvelables : analyse de bouclage sur l'offre..... 102**

<b>1.</b>	<b>Production d'énergie - la biomasse .....</b>	<b>103</b>
1.1.	<i>Le bois énergie</i> .....	103
1.1.1.	La forêt.....	103
1.1.2.	L'agroforesterie et les arbres hors forêt.....	106
1.1.3.	Les déchets de bois.....	106
1.2.	<i>Le biogaz</i> .....	106
1.2.1.	Biodéchets, déjections d'élevage, résidus de culture .....	106
1.2.2.	Les ressources fourragères .....	107
1.2.3.	La méthanisation au cœur de la durabilité des agrosystèmes .....	107
1.3.	<i>Les agrocarburants</i> .....	108
1.4.	<i>Vecteurs énergétiques et énergies finales issus de la biomasse</i> .....	109
<b>2.</b>	<b>Production d'énergie : les énergies renouvelables électriques.....</b>	<b>111</b>
2.1.	<i>L'énergie éolienne</i> .....	112
2.1.1.	L'éolien terrestre .....	112
2.1.2.	L'éolien maritime .....	114
2.1.2.1.	Eolien offshore "posé" (ou "planté").....	114
2.1.2.2.	Eolien offshore "flottant" (ou "ancré") .....	114

2.2.	<i>Le solaire photovoltaïque</i> .....	116
2.3.	<i>La production hydraulique</i> .....	121
2.4.	<i>Les énergies marines</i> .....	121
3.	<b>Production d'énergie : autres énergies renouvelables</b> .....	123
3.1.	<i>Le solaire thermique</i> .....	123
3.2.	<i>La géothermie</i> .....	126
4.	<b>Production d'énergie : les énergies fissiles et fossiles</b> .....	128
4.1.	<i>Le nucléaire</i> .....	128
4.2.	<i>Les énergies fossiles</i> .....	130
5.	<b>L'équilibre offre-demande : le rôle primordial des réseaux</b> .....	132
5.1.	<i>Le cas particulier de l'électricité</i> .....	132
5.1.1.	L'évolution de la demande .....	132
5.1.2.	L'évolution de l'offre.....	135
5.1.3.	L'équilibre offre-demande électrique.....	136
5.1.3.1.	Piloter la demande et l'offre flexible.....	136
5.1.3.2.	Utiliser le réseau de transport.....	136
5.1.3.3.	Stocker l'électricité.....	137
5.1.3.4.	Transformer l'électricité en méthane .....	137
5.1.3.5.	Production conventionnelle et déconnexion des renouvelables .....	139
5.2.	<i>De l'équilibre électrique à l'écologie industrielle</i> .....	141
	<b>Partie 4 - Résultats du scénario négaWatt 2011</b> .....	<b>143</b>
1.	<b>Énergie finale, vecteurs, énergie primaire</b> .....	143
2.	<b>Impact sur les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)</b> .....	149
2.1.	<i>Emissions du secteur énergétique</i> .....	149
2.2.	<i>Ensemble des émissions de GES</i> .....	150
	<b>Tables des figures et des tableaux</b> .....	<b>154</b>
1.	Table des figures .....	154
2.	Table des tableaux.....	157
	<b>Annexes</b> .....	<b>160</b>
	Annexe 1 - hypothèses et résultats du secteur du bâtiment .....	160
	Annexe 2 - hypothèses et résultats du secteur des transports .....	185
	Annexe 3 - hypothèses et résultats du secteur de l'industrie et de l'agriculture ....	198
	Annexe 4 - production d'énergie - hypothèses et résultats .....	205