



ASSOCIATION
négaWatt



5. BILANS ÉNERGIE/MATIÈRE DU SCÉNARIO

Scénario négaWatt 2022

5.

BILANS ÉNERGIE/MATIÈRE DU SCÉNARIO

SOMMAIRE

Consommation d'énergie finale.....	4
Consommation d'énergie primaire.....	5
Évolution des vecteurs.....	7
Production d'énergies renouvelable.....	9
Production d'énergies fossiles et nucléaire.....	11
Consommation d'énergie finale par secteur d'activité.....	12
Production d'énergie primaire.....	13
Matières premières	14
Vision globale des Sankeys.....	14

5.

BILANS ÉNERGIE/MATIÈRE DU SCÉNARIO

Le calcul, année après année, des demandes en énergies et en matières premières de la France de 2020 à 2050, complété par un calcul heure par heure de l'équilibre du réseau électrique, et la façon de satisfaire ces besoins, permet au scénario négaWatt de montrer l'ampleur du chemin à parcourir et les efforts dans chaque secteur.

Les bilans sont présentés sous forme graphique afin de synthétiser les évolutions engendrées par les hypothèses du scénario. Ils donnent une image claire du poids important de la sobriété et de l'efficacité pour atteindre l'objectif de neutralité carbone.

Afin d'être cohérent avec les données historiques 2000-2020, les bilans sont structurés de la même manière que la comptabilité énergétique nationale, à quelques exceptions près.

Il faut insister sur un dernier point : les graphiques présentés ici ne correspondent pas toujours au périmètre habituellement utilisé dans les exercices prospectifs ou dans les statistiques nationales, puisqu'ils intègrent certaines consommations parfois exclues des exercices (transport aérien et maritime internationaux), ainsi que les usages d'énergie en tant que matières premières dans le secteur industriel ; de l'autre côté ils excluent du périmètre d'étude l'Outre-mer français.

De plus, les données en énergie primaire et finale sont calculées en pouvoir calorifique supérieur (voir précision en Annexes).

↳ Consommation d'énergie finale

L'ensemble des hypothèses décrites dans la partie « Le scénario en détail » au niveau des différents secteurs permettent d'envisager d'importantes baisses des consommations. Au global, la consommation d'énergie finale est réduite de 53 % entre 2019 et 2050 (24 % en 2030).

Du fait d'un important potentiel aussi bien de sobriété que d'efficacité dans les transports, cette réduction est davantage marquée dans ce secteur (-70 % en 2050, -34 % en 2030) que dans celui du bâtiment (-50 % et -19 %) ou de l'industrie (-41 % et -18 %).

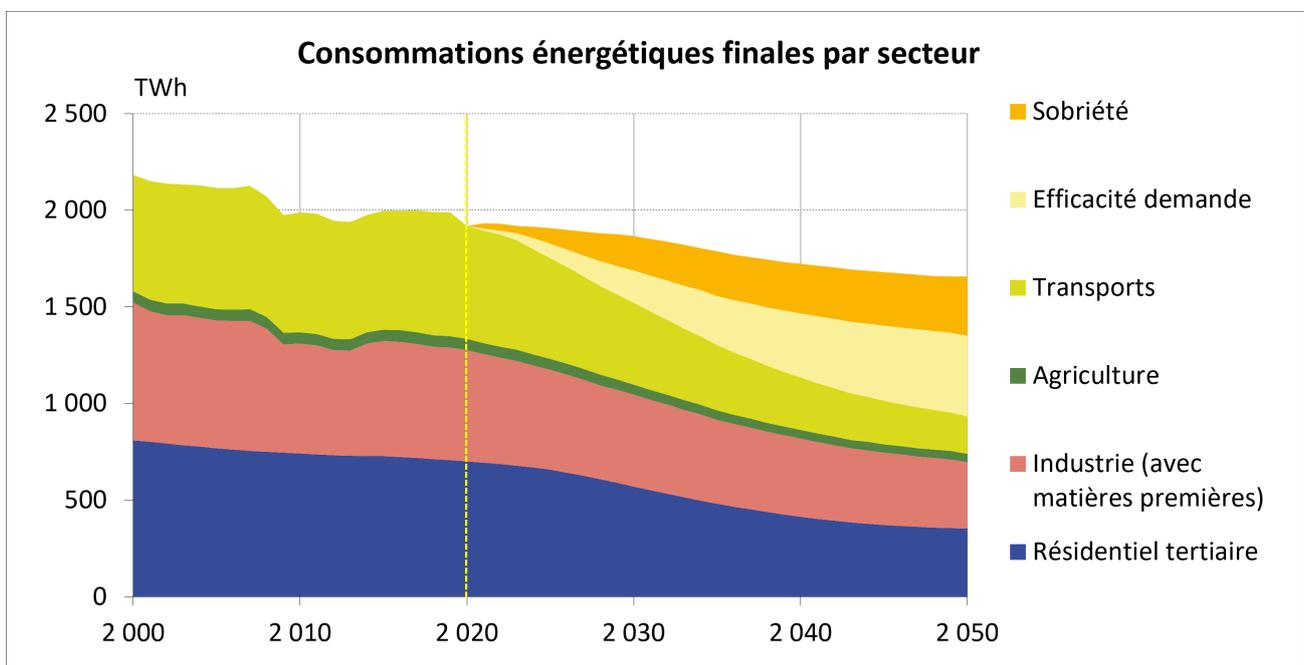


Figure 1 - Évolution de la consommation d'énergie finale, par secteur, dans le scénario négaWatt

	2020	2030	2040	2050
Résidentiel tertiaire	700	570	413	351
Industrie (avec MP)	575	475	403	343
Agriculture	59	53	45	44
Transports	585	423	271	194
Efficacité demande	0	167	333	418
Sobriété	0	179	258	305

Tableau 1 - Évolution de la consommation d'énergie finale (en TWh), par secteur

↳ Consommation d'énergie primaire

Les pertes d'énergie constatées à la production et lors du transport et de la distribution sont également en nette diminution dans le scénario négaWatt : actuellement de l'ordre de 800 TWh, elles sont réduites à moins de 100 TWh en 2050 (530 TWh en 2030). Le système est rendu beaucoup plus efficace, notamment par le recours beaucoup moins élevé aux centrales ther-

miques de production d'électricité, remplacées par des énergies renouvelables électriques (représenté dans le graphique ci-dessous par l'efficacité sur l'offre). La baisse globale de la consommation d'énergie primaire est ainsi de 64 % entre 2019 et 2050 (-29 % en 2030).

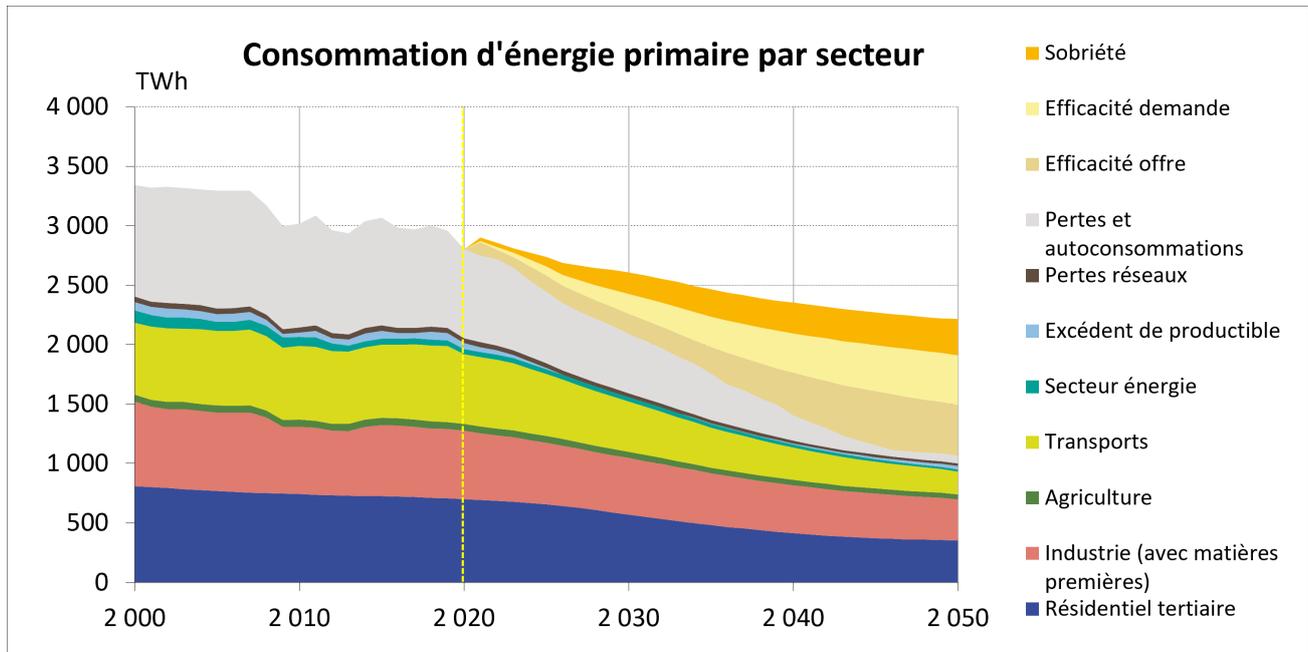


Figure 2 - Consommation d'énergie primaire par secteur, dans le scénario négaWatt

▲ On désigne par « efficacité offre » les effets de l'amélioration des rendements de production d'énergie à partir de sources primaires.

	2020	2030	2040	2050
Résidentiel tertiaire	700	570	413	351
Industrie (avec MP)	575	475	403	343
Agriculture	59	53	45	44
Transports	585	423	271	194
Secteur énergie	45	37	28	16
Excédent de productible	48	0	7	30
Pertes réseaux	43	33	25	21
Pertes et autoconsommations	746	499	210	65
TOTAL	2801	2090	1403	1065
Efficacité offre	0	170	358	426
Efficacité demande	0	167	333	418
Sobriété	0	179	258	305

Tableau 2 - Évolution de la consommation d'énergie primaire (en TWh), par secteur

Évolution des vecteurs

Aujourd'hui majoritairement composée de carburants liquides, d'électricité et de gaz, la répartition des vecteurs énergétiques consommés évolue dans le scénario négaWatt. En 2050, l'électricité est le vecteur final prépondérant (44% de la consommation finale, contre 23% aujourd'hui et 29% en 2030) du fait d'une électrification poussée de certains usages dans l'ensemble des secteurs (mobilité électrique, pompes à chaleur dans le bâtiment, électrification de process industriels) ; vient ensuite le gaz qui devient à terme entièrement renouvelable et dont la part augmente également (de 20% aujourd'hui à 25% en 2050).

La production d'électricité renouvelable en 2050 dépasse légèrement les 550 TWh mais seulement 354 TWh sont utilisés directement en tant que vecteur final (cf. figure 3). La différence est constituée principalement de l'électrolyse de l'eau (122 TWh) pour produire de l'hydrogène, du stockage en STEP et batteries stationnaires (16,8 TWh), de la consommation d'électricité à la production (12,8 TWh), des pertes sur le réseau (14,7 TWh) et d'un excédent utilisable à l'exportation (31 TWh).

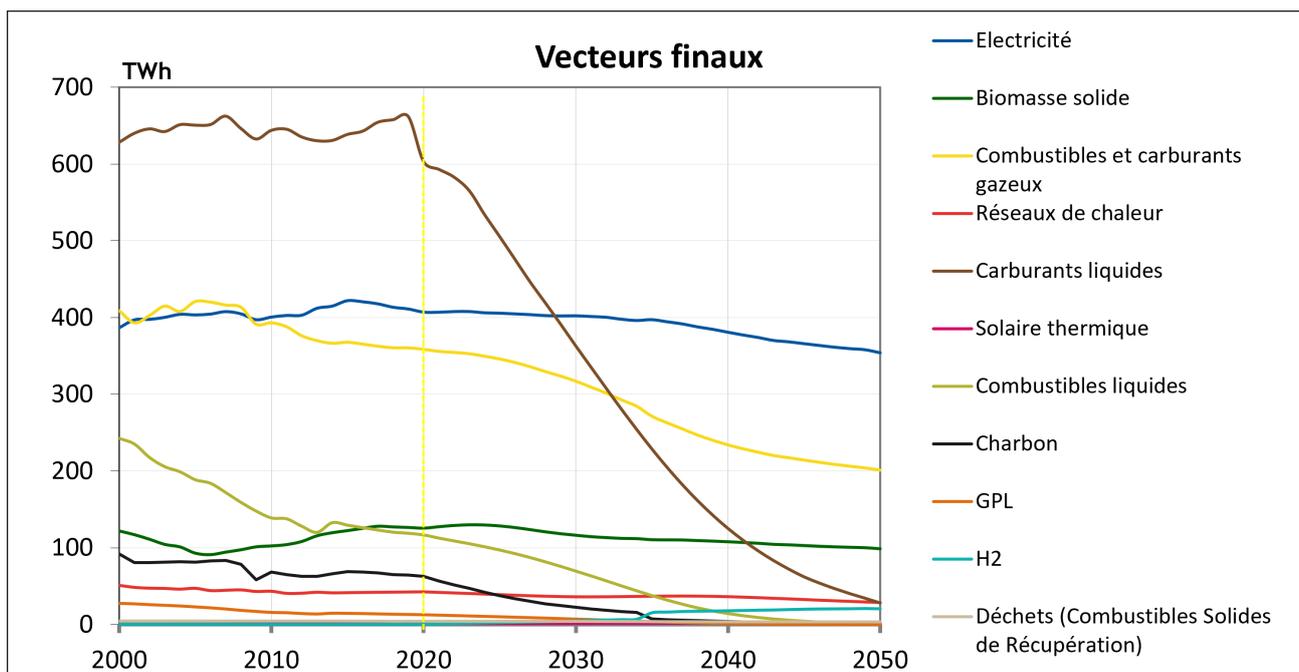


Figure 3 - Évolution des vecteurs énergétiques mobilisés dans le scénario négaWatt (hors matières premières)

	2020	2030	2040	2050
Charbon	62,9	22,3	3,9	0,0
Biomasse solide	125,4	116,3	107,8	98,8
Combustibles liquides	116,7	69,5	14,2	0,0
GPL	12,8	7,0	1,3	0,0
H2	0,0	4,5	17,7	20,3
Carburants liquides	602,9	362,9	125,1	28,1
Electricité	407,1	402,4	381,0	354,2
Réseaux de chaleur	42,7	36,2	36,4	28,7
Déchets (CMR)	4,0	3,8	3,3	3,2
Solaire thermique	1,2	1,4	1,7	2,1
Chaleur environnement	7,6	23,7	72,2	77,5
Combustible et carburant gazeux	358,5	317,0	234,1	201,3

Tableau 3 - Évolution des vecteurs énergétiques mobilisés (en TWh)

Production d'énergies renouvelables

La production renouvelable est multipliée par trois entre 2019 et 2050 pour atteindre 1 000 TWh (530 TWh en 2030). L'éolien, le solaire photovoltaïque, le biogaz, la chaleur récupérée dans l'environnement

par les pompes à chaleur ainsi que la biomasse solide constituent l'essentiel de cette évolution à la hausse ; les autres filières ne sont déployées que marginalement, ou sont en régression pour certaines.

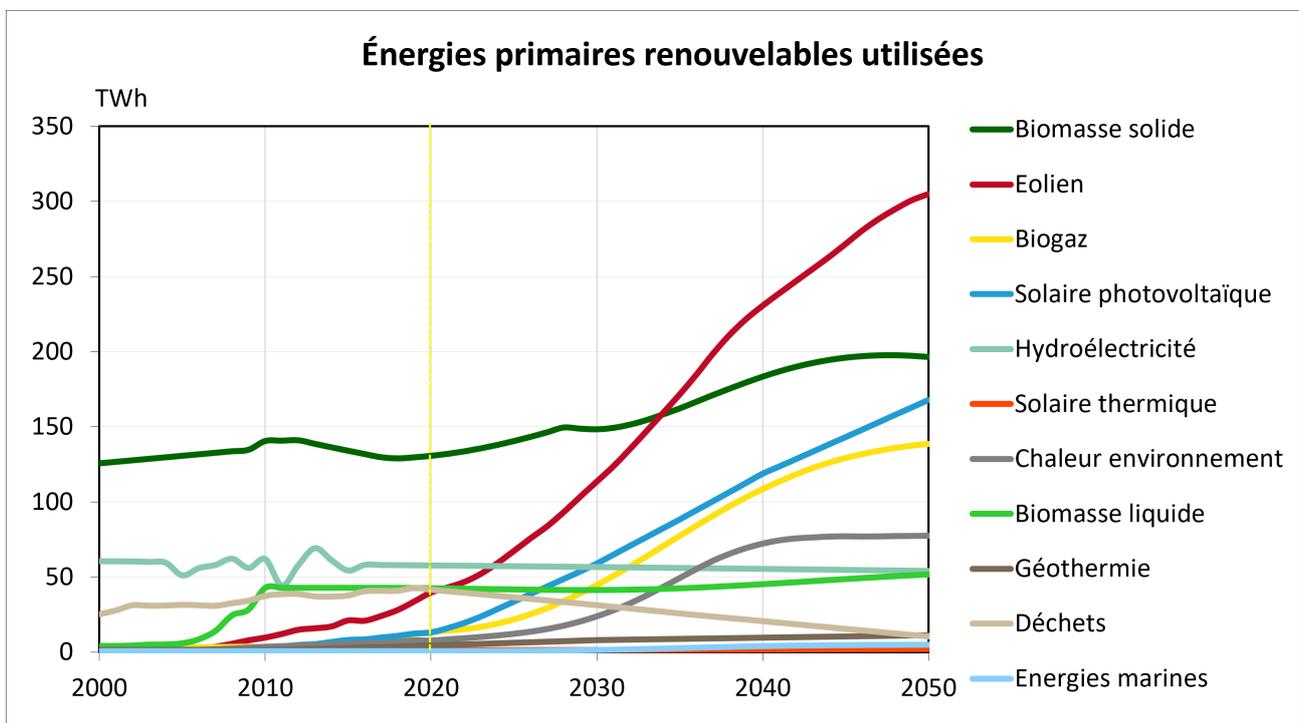


Figure 4 - Évolution de la production des énergies renouvelables mobilisées dans le scénario négaWatt

	2020	2030	2040	2050
Biomasse solide	131	148	183	196
Eolien	40	114	231	305
Biogaz	13	45	108	139
Solaire PV	13	59	119	168
Hydroélectricité	58	57	55	54
Solaire thermique	1	1	2	2
Chaleur environnement	8	24	72	77
Biomasse liquide	43	41	45	52
Géothermie	4	8	10	11
Déchets	41	31	21	10
Energies marines	1	1	4	5

Tableau 4 - Évolution de la production des énergies renouvelables (en TWh)

Production d'énergies fossiles et nucléaire

Les énergies fossiles et nucléaire diminuent de manière drastique entre 2019 et 2050. À cet horizon de temps, un talon de 45 TWh d'énergie fossile est encore utilisé, majoritairement en tant que matières premières dans le secteur industriel. Du gaz fossile est également encore consommé de manière très marginale (0,1 TWh) en tant que combustible ou carburant dans les différents secteurs.

On constate que la sortie du nucléaire telle qu'envisagée dans le scénario négaWatt ne conduit jamais à une remontée de la consommation de gaz naturel fossile après 2021.

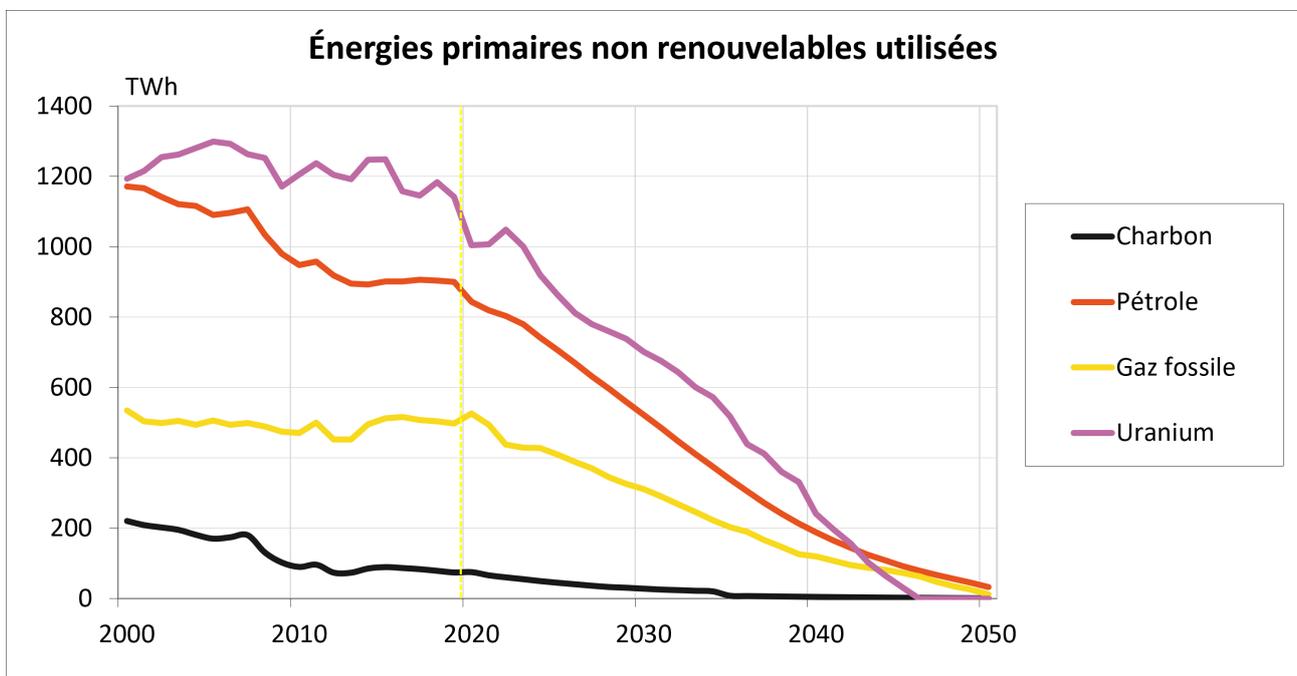


Figure 5 - Évolution des énergies fossiles et nucléaire mobilisées dans le scénario négaWatt

	2020	2030	2040	2050
Charbon	75	27	4	0
Pétrole	844	522	188	33
Gaz fossile	526	311	120	12
Nucléaire	1004	701	242	0

Tableau 5 - Évolution des énergies fossiles et nucléaire (en TWh)

Consommation d'énergie finale par secteur d'activité

On peut préciser les graphiques précédents en pointant la consommation d'énergie finale de chaque secteur.

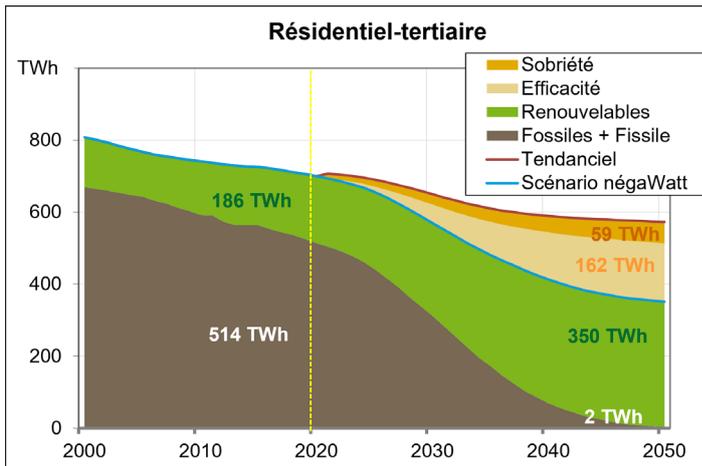


Figure 6 - Évolution des consommations d'énergie dans le secteur du bâtiment, et répartition par source d'énergie, dans le scénario négaWatt

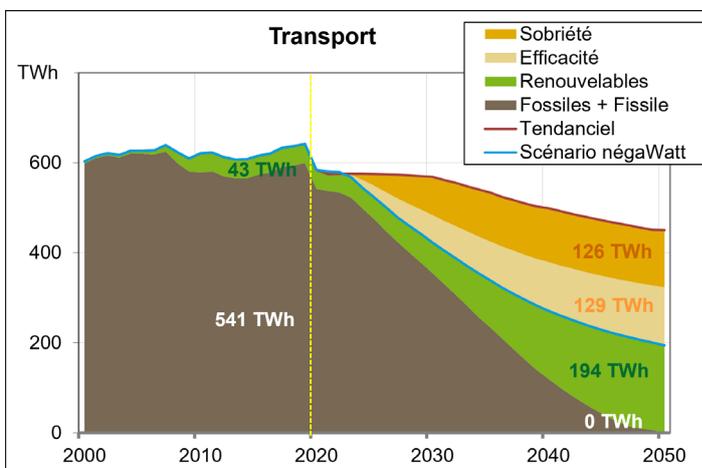


Figure 7 - Évolution des consommations d'énergie dans le secteur des transports, et répartition par source d'énergie, dans le scénario négaWatt

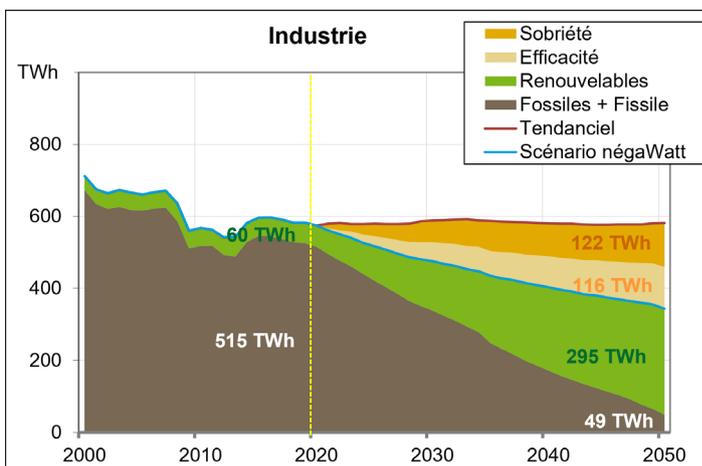


Figure 8 - Évolution des consommations d'énergie dans le secteur de l'industrie, et répartition par source d'énergie, dans le scénario négaWatt

↳ Production d'énergie primaire

L'ensemble des hypothèses du scénario négaWatt permettent d'envisager un mix énergétique - incluant les usages des matières premières dans l'industrie - composé à 95% d'énergies renouvelables en 2050 (25% en 2030). Pour les seuls usages énergétiques, ce ratio atteint 99% (27%). L'essentiel des énergies fossiles encore consommées le sont donc en tant que matière premières dans des process industriels pour lesquels des solutions de substitution ne sont pas toujours matures.

D'aucuns peuvent s'étonner que le chiffre de 100% ne soit pas atteint. Le réalisme du scénario explique ce faible écart et il faut voir dans ce chiffre de 95% le signe de l'effet combiné :

- de la radicalité des propositions de négaWatt pour sortir notre économie de la dépendance aux énergies fossiles et fissiles, par l'orientation irrémédiable de notre société vers des comportements de sobriété et des technologies efficaces ;
- de l'ambition avec laquelle nous envisageons le déploiement de l'usage des ressources renouvelables pour la production d'énergie et de matériaux, dans le cadre d'une économie la plus circulaire possible ;
- de la prudence dont les experts négaWatt ont fait preuve dans leur analyse des évolutions possibles. Celle-ci se traduit dans le choix de solutions matures et durables ainsi que dans la volonté de maintenir et développer une industrie capable de produire des biens de consommations sur le territoire national dans le respect des engagements de la transition écologique.

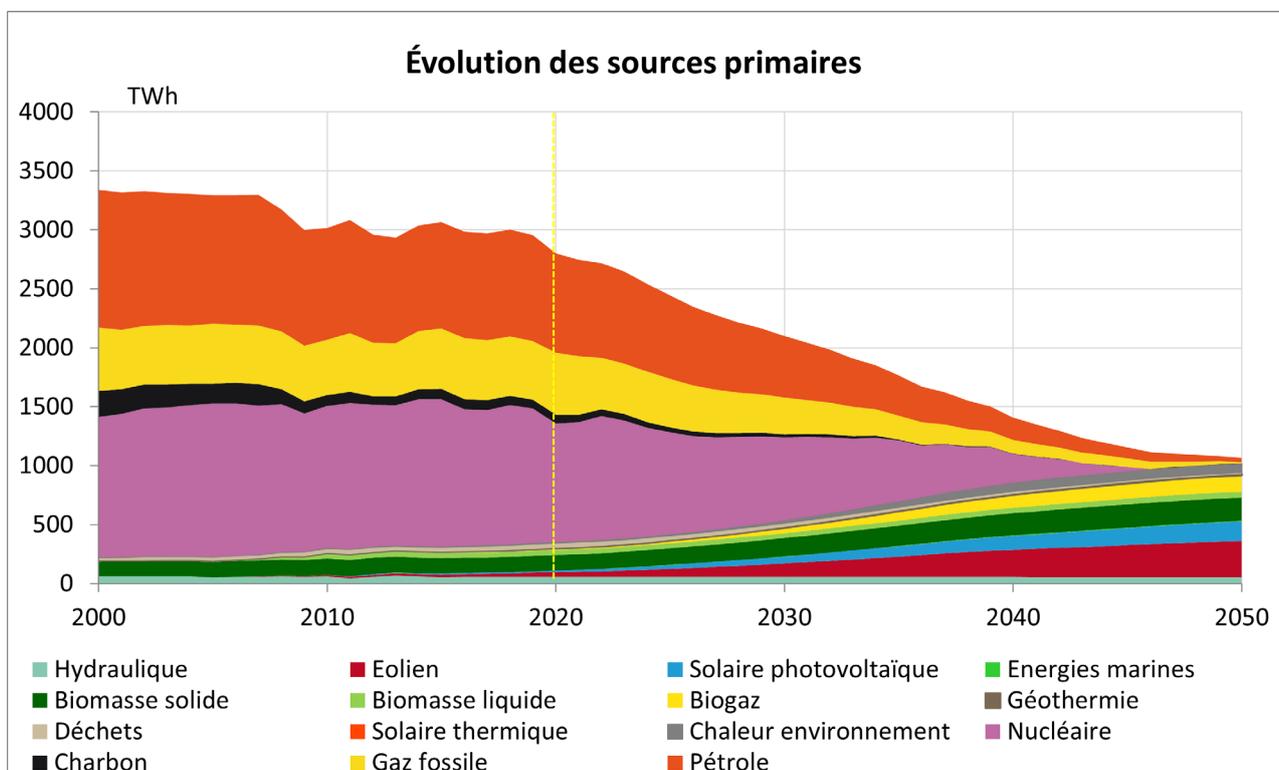
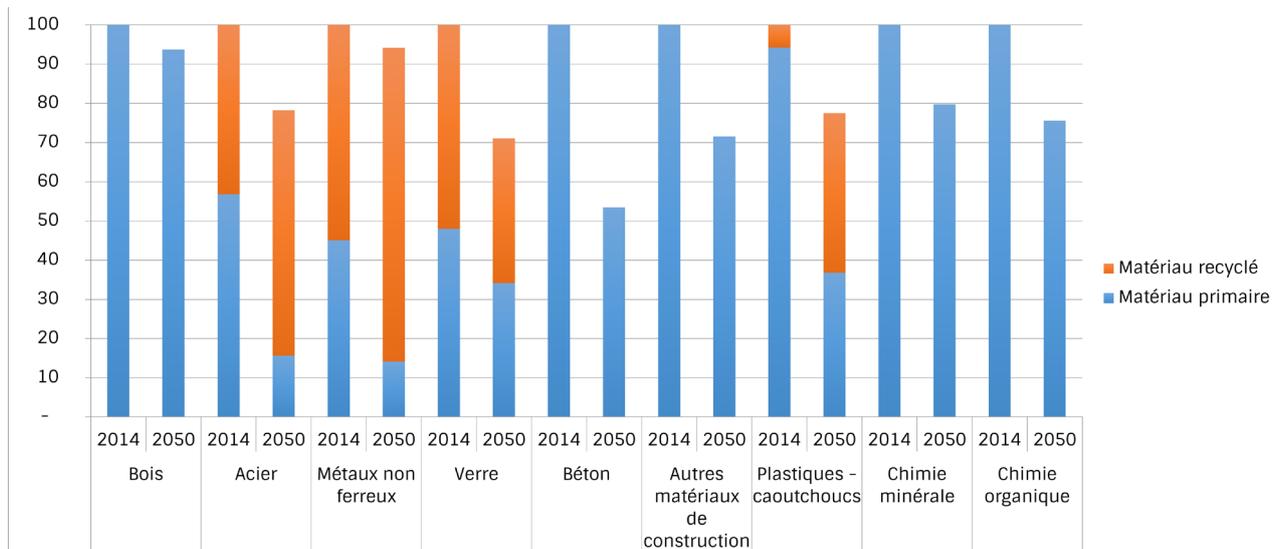


Figure 9 - Évolution des sources primaires (énergie et matière) mobilisées dans le scénario négaWatt

↳ Matières premières

L'ensemble des données traitées dans négaMat permet de montrer que le scénario négaWatt conduit à une baisse de la consommation de presque tous les matériaux primaires – souvent d'au moins 20% d'ici 2050 –, hormis ceux comme le lithium fortement

impactés par l'électrification de certains usages. De son côté, la part d'incorporation de matières recyclées augmente, spécialement pour l'acier, les métaux non ferreux et les plastiques / caoutchouc.



▲ La part recyclée de chacun de ces matériaux est indiquée en orange.

Figure 10 - Variation des consommations de matériaux primaires dans le scénario négaWatt en 2050 par rapport à 2014 (indice 100 en 2014)

↳ Vision globale avec les Sankeys

Les diagrammes de Sankey permettent de visualiser les flux de matières et d'énergies, en incluant des vecteurs primaires et secondaires selon le niveau de détail.

La situation de 2019 est clairement marquée par une écrasante part d'énergies fossiles et une forte perte d'énergie primaire due aux mauvais rendements des centrales nucléaires.

Au contraire, les Sankeys de 2050 issus du scénario négaWatt donnent une plus grande sensation de légèreté grâce à la réduction des consommations et au recours à de multiples énergies renouvelables ayant chacune un rôle à jouer.

Pour tous les diagrammes qui suivent, le bloc « Chaleur » en usage final inclut le chauffage et la climatisation.



Retrouvez toutes les ressources du scénario négaWatt 2022 sur www.negawatt.org