



Scénario de transition énergétique 2050.

**Secteur du bâtiment
Eau chaude sanitaire**

Rapport technique

Mars 2021



Scénario de transition énergétique 2050.

Secteur du bâtiment
Eau chaude sanitaire

Rapport technique

David Moreau
Flavio Principi
Emmanuel Ravalet

Réalisé sous mandat de négaWatt
Mobil'homme, Av. de Sévelin 28, 1004 Lausanne

Photo de couverture : David Moreau

Impressum

Moreau D., Principi F., Ravalet E. (2021). Scénario de transition énergétique 2050, Secteur du bâtiment – eau chaude sanitaire, rapport technique. Mobil’homme Sàrl, Lausanne (Suisse)

Profil du mandataire

Mobil’homme est un bureau de sciences sociales actif dans l’urbain et la mobilité, basé à Lausanne (Suisse). Il a été fondé en 2015 comme *spin off* du Laboratoire de sociologie urbaine (LaSUR) de l’École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Le bureau Mobil’homme a la particularité de regrouper dans son équipe pluridisciplinaire des chercheurs relevant d’une grande diversité disciplinaire : sociologue, anthropologue, urbaniste, géographe, économiste, historien, ingénieur. Cette richesse de compétences lui permet d’articuler des dispositifs méthodologiques variés et hautement innovants, tout en croisant des compétences qualitatives et quantitatives, sur des projets d’envergure. Ses membres continuent par ailleurs d’exercer une activité scientifique de pointe. Ce positionnement unique, mettant des chercheurs en activité au service de la recherche appliquée et de l’expertise de haut niveau, fait du bureau Mobil’homme le point de passage clé entre le monde académique et les besoins des collectivités et des prestataires privés.

www.mobilhomme.ch / info@mobilhomme.ch

MOBIL’HOMME Sàrl.
Études, recherches, expertises
Avenue de Sévelin 28
CH-1004 Lausanne

Sommaire

1	INTRODUCTION.....	9
2	METHODOLOGIE.....	10
3	FONCTIONNEMENT DU FICHIER EXCEL	11
3.1	Onglet input output principaux	11
3.2	Autres onglets.....	11
4	REVUE DE LITTERATURE.....	13
5	HYPOTHESES.....	15
5.1	Hypothèses sur la consommation d’eau chaude.....	15
5.2	Hypothèses sur la production d’eau chaude (efficacité et renouvelable)	15
5.3	Hypothèses générales constantes	17
6	RESULTATS	18
7	DISCUSSION.....	19
8	CONCLUSION	21
9	REFERENCES	22

1 Introduction

La production d'eau chaude représente l'un des secteurs de consommation d'énergie les plus importants en Suisse. Tous secteurs confondus, la demande en énergie pour l'eau chaude s'élevait à 45.5 PJ en 2015. Il s'agit du deuxième poste de consommation dans les bâtiments derrière le chauffage (OFEN, 2020a). Dans les bâtiments labellisés, par exemple suivant les standards Minergie, pour lesquels l'isolation thermique est optimale, l'eau chaude peut même représenter jusqu'à 50% des besoins en chaleur (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2020, a). Les ménages consomment une grande partie de l'eau chaude : 32.1 PJ leur sont attribués pour l'année 2019. Cependant, la part d'eau chaude utilisée par le secteur tertiaire n'est pas négligeable, atteignant au total 11 PJ pour cette même année (OFEN, 2020a).

Les besoins en énergie finale pour la production de l'eau chaude dépendent de plusieurs facteurs : température, quantité d'eau utilisée ou encore type et rendement du chauffe-eau. L'évolution de plusieurs indicateurs sur la période 2015-2050 a été estimée pour rendre compte de ces besoins. Dans le scénario négaWatt, la consommation d'eau chaude est réduite par des actions sur le débit moyen des robinets [litres/minute] ainsi que par la réduction de la durée d'utilisation des activités nécessitant de l'eau chaude, telles que les douches [minute/pers.jour]. De plus, les systèmes de chauffages de l'eau deviennent de plus en plus renouvelables et efficaces, pour permettre une production d'eau chaude efficiente et décarbonée en 2050.

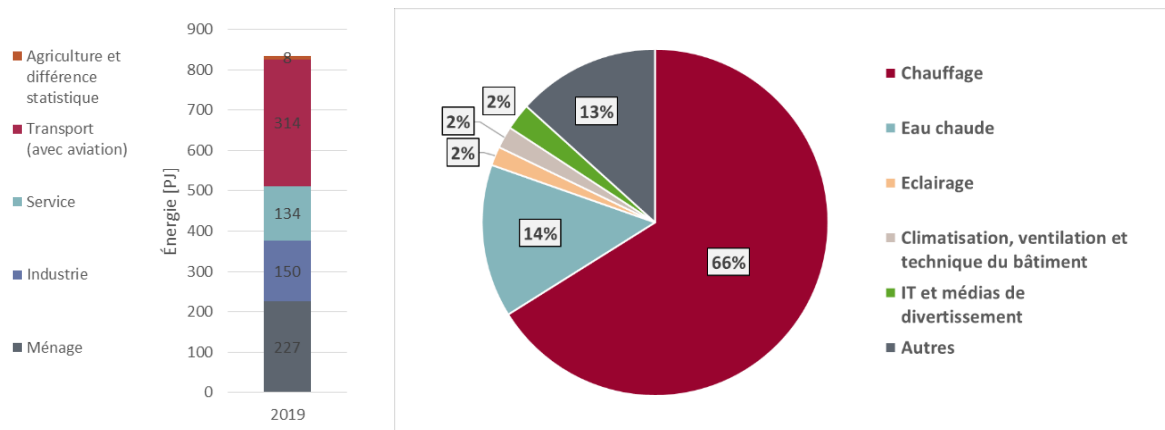


Figure 1 : Énergie consommée par chaque secteur en 2019 en Suisse, et part de chaque poste de consommation dans l'énergie finale des ménages (OFEN, 2020 a).

2 Méthodologie

L'objectif de ce modèle est de calculer la quantité d'énergie consommée par la production d'eau chaude sanitaire pour les secteurs résidentiel et tertiaire, par agent énergétique. Ce calcul est réalisé en deux temps : tout d'abord, un calcul de la quantité utile d'eau chaude pour satisfaire les besoins, puis la répartition de sa production entre les différents types de chauffe-eau disponibles et leur efficacité respective.

La quantité d'eau chaude utilisée en 2015, année de base de la modélisation, est calculée en partant de l'énergie finale et du rendement global donnés par l'OFEN (2020a). Dès lors, l'énergie utile peut être calculée grâce à la formule suivante :

$$E_{\text{utile}} = E_{\text{finale}} \cdot \eta_{\text{ECS}}$$

A partir de cette énergie utile de chauffage, il est possible de retrouver le volume d'eau chauffée (V_{ECS}) grâce à :

$$E_{\text{utile}} = \rho_{\text{eau}} \cdot V_{\text{ECS}} \cdot c_{p,\text{eau}} \cdot \Delta T$$

En considérant une masse volumique de 1 kg/litre et une chaleur spécifique de 4'186 J/kg.K. La différence de température entre l'eau froide et l'eau chaude fait partie des hypothèses à déterminer. Elle est par exemple de 40°C dans les perspectives énergétiques de l'OFEN (2012).

Finalement, le volume d'eau tiède est obtenu par le rapport des températures :

$$V_{\text{tiède}} = V_{\text{ECS}} \cdot \frac{(T_c - T_f)}{(T_{eq} - T_f)}$$

Où T_{eq} est la température d'équilibre (eau tiède), T_f la température d'eau froide et T_c la température d'eau chaude, selon les hypothèses à déterminer (voir suite du document).

Ce volume d'eau tiède est ensuite divisé par la population de l'année 2015 et par le débit moyen supposé des robinets pour obtenir la durée moyenne théorique d'utilisation d'eau chaude. Dans le scénario négaWatt, cette durée d'utilisation ainsi que le débit moyen sont progressivement réduits, résultant en une demande en volume d'eau tiède plus faible. L'énergie utile pour chaque année est ensuite retrouvée en inversant les équations présentées ci-dessus.

D'un autre côté, la part des systèmes de chauffages non-fossiles (en pourcentage de la population équipée) augmente considérablement jusqu'en 2050. Dans le même temps, l'efficacité des chauffe-eaux s'améliore. L'énergie utile résultant du calcul de la consommation présentée au paragraphe précédent est répartie selon ces nouveaux taux, et l'énergie finale par source est calculée selon les efficacités améliorées pour obtenir la demande en énergie finale pour la production d'eau chaude.

Un facteur de correction est appliqué à ces valeurs pour correspondre exactement à celles de 2015. En effet, les taux de répartitions et rendements utilisés sont légèrement différents des valeurs réelles, notamment car les systèmes centralisés et décentralisés sont considérés comme une seule catégorie dans cette modélisation et car les taux de répartition sont donnés par nombre de personne ou par surface et non par immeuble ou logement dans les statistiques de l'OFEN. Ce facteur de correction est ensuite gardé constant tout au long de la période.

Dans le secteur tertiaire, la méthodologie générale est similaire mais se base sur le nombre d'employés (en équivalent plein temps) plutôt que sur le nombre d'habitants.

3 Fonctionnement du fichier Excel

3.1 Onglet input output principaux

Comme pour les autres modèles, l'onglet input-output permet de faire varier les principaux indicateurs avec une visualisation des résultats. Il est constitué de sept zones représentées par la Figure 2.

1. **Input** : les valeurs qui s'y trouvent sont directement utilisées dans la modélisation.
2. **Suggestion d'input négaWatt** : une proposition d'un jeu de données, correspondant au scénario négaWatt, qui peut être entrée dans le modèle par un copier-coller dans la zone 1.
3. **Suggestion d'inputs tendanciels** : une proposition d'un jeu de données, correspondant au scénario tendanciel, qui peut être entrée dans le modèle par un copier-coller dans la zone 1.
4. **Output** : les valeurs qui s'y trouvent sont les résultats de la modélisation selon les données présentes dans la zone 1.
5. **Output négaWatt** : les résultats de la modélisation selon les données présentes dans la zone 2.
6. **Output tendancielle** : les résultats de la modélisation selon les données présentes dans la zone 3.
7. **Données informatives** : les données présentes sont proposées à titre informatif. Il peut s'agir de statistiques nationales ou de résultats d'autres modélisations. Cette zone n'est pas systématiquement présente dans les fichiers Excel.

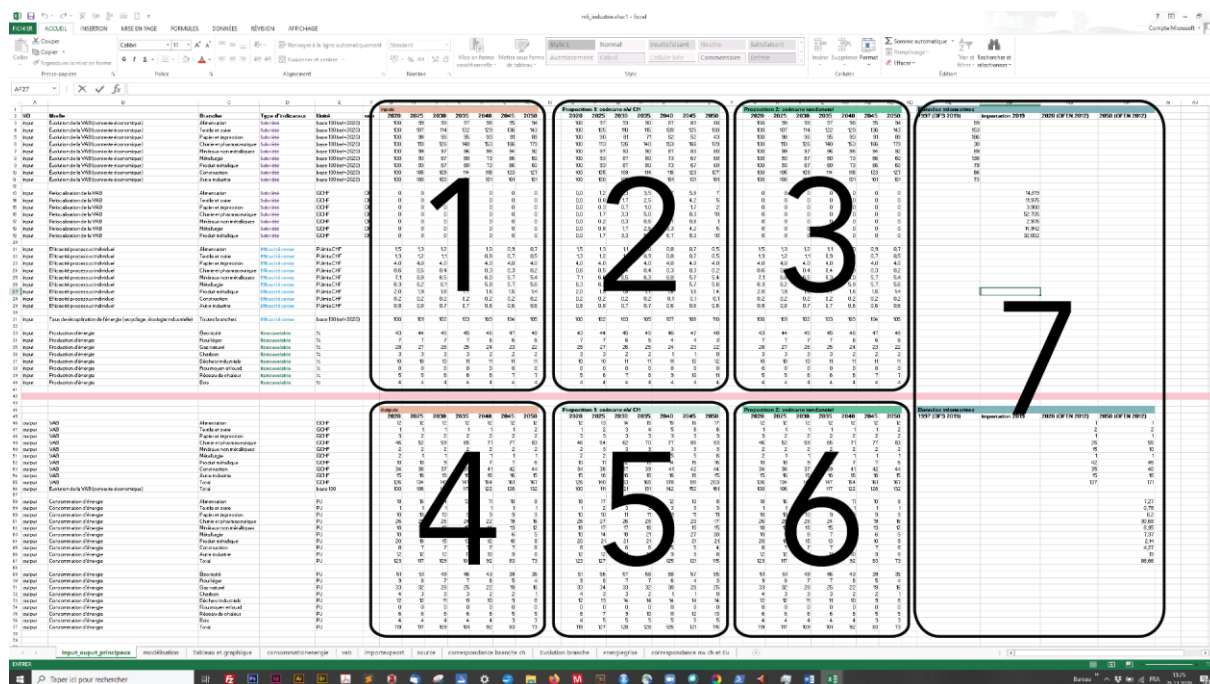


Figure 2 Onglet Input_output principaux constitué de 7 zones permettant de faire varier les principaux indicateurs de la modélisation négaWatt (capture d'écran provenant du modèle « industrie »).

3.2 Autres onglets

En plus de l'onglet principal commun à tous les micro-modèles, le fichier Excel de la production d'eau chaude comprend les onglets suivants :

- **Input_secondaires** : construit de la même manière que l'onglet « inputs_outputs_principaux » mais présente des indicateurs secondaires, pour permettre plus de clarté dans le premier onglet.
- **Impact_nW** : cet onglet met en avant l'impact de chacun des piliers de l'approche négaWatt (sobriété, efficacité et énergies renouvelables). Il regroupe également des données utiles pour les différentes figures utilisées dans ce rapport.
- **Résidentiel_calcul** et **Tertiaire_calcul** : les calculs sont faits dans ces onglets. Les valeurs d'entrée sont celles de la zone 1 sur la Figure 2 et les résultats sont ensuite affichés dans la zone 4 de la Figure 2.
- **Sources** : les sources utiles à la modélisation et à la définition des hypothèses utilisées dans ce fichier Excel sont présentées dans cet onglet.

4 Revue de littérature

La première variable influençant l'énergie nécessaire à la production d'eau chaude est la température à laquelle l'eau est chauffée et distribuée. Le principal problème est la prolifération potentielle de bactéries, les légionnelles, qui sont éliminées à une température supérieure à 55°C. La température de l'eau chaude non tempérée est souvent fixée entre 55 et 60°C, même s'il est possible qu'elle soit plus basse dans la réalité. La température d'équilibre est, elle, souvent fixée autour des 40-45°C. Quant à la température de l'eau froide, elle varie fortement selon les régions et les périodes de l'année (Lippuner, 2015 ; Fuentes et al., 2018 ; ADEME, 2016)

En ce qui concerne la consommation totale d'eau chaude, les valeurs par ménage et par personne peuvent varier fortement selon les pays et les études. Dans une étude canadienne présentée par Fuentes et al. (2018), la consommation en Suisse est estimée à 55 litres par personne et par jour. La société suisse de distribution de l'eau estime de son côté la consommation totale (eau chaude et froide confondues) à 142 litres d'eau par personne et par jour dont 25,3% provenant des bains et des douches, ce qui en fait donc largement la première source de consommation d'eau chaude (SVGW, 2018). Un rapport de la commission européenne donne, pour les bains et les douches en Europe centrale, une consommation entre 34.5 (best case) et 52.3 (worst case) litres par personne et par jour, pour une consommation journalière tout usages confondus située entre 103.9 et 154.7 litres par personnes (Cordella et al., 2014). De son côté, le scénario négaWatt France considère entre 21 et 32 litres d'eau chaude par personne et par jour, en différenciant selon le type d'habitation (individuel ou collectif).

La durée moyenne des douches est par conséquent un indicateur intéressant. Il varie selon les sources, entre 5 et 9 minutes par douche (Jordan et al., 2001 ; SVGW, 2012 ; Cordella et al., 2014 ; BVA 2015) et même 4 minutes et 10 secondes dans une étude suisse avec mesures en temps réel, même si les participants pourraient avoir été influencés par le fait qu'ils savaient qu'ils étaient observés (Tiefenbeck et al., 2013). Il n'est cependant pas toujours précisé s'il s'agit du temps effectif d'utilisation de l'eau ou si cette durée inclut également les pauses (savonnage sans que l'eau coule, par exemple). En moyenne, 5.5 douches sont prises par semaine selon des sondages français (BVA, 2015 ; ADEME, 2016).

Le potentiel de réduction du temps de douche a été observé en Suisse par l'étude de Tiefenbeck (2013) dans laquelle les participants recevaient en direct par un boîtier inséré au pommeau des informations sur leurs consommations d'eau et d'énergie. En moyenne, une réduction du temps entre 20% et 24% par rapport à la durée habituelle a été observée. Il est également intéressant de noter que les sujets n'ont pas significativement modifié la température de douche ou utilisé un plus faible débit d'eau.

L'âge pourrait faire partie des facteurs expliquant une réduction de la consommation d'eau. Les personnes plus âgées ont en effet tendance à réduire leur temps de douche (Montginoul, 2013 ; Tiefenbeck et al., 2013), même si le fait qu'elles passent plus de temps à la maison augmente leur consommation d'eau dans d'autres postes (Fuentes et al., 2018). En revanche, un nombre de personnes par ménage faible semble être un facteur favorisant une consommation d'eau par personne plus importante (ADEME, 2016 ; Montginoul, 2013 ; Fuentes et al., 2018).

Une fois la durée fixée, la consommation d'eau dépend uniquement du débit des robinets. Une différence doit être faite entre les pommeaux « eco » et les classiques pour pouvoir estimer les améliorations possibles. Selon le rapport Cordella et al. (2014), les gains potentiels en eau et énergie grâce à de meilleurs robinets tournent autour des 25%. Pour un robinet, une réduction de moitié peut être atteinte en passant à des débits économes (Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement, 2020, b ; Quelle énergie, 2020). Cette observation concorde avec les chiffres de la société de distribution des eaux (de 18 litres/minute à 9 litres/minutes, SVGW, 2012) et avec les débits considérés dans le calcul du temps de soutirage de la norme SIA 385/2 (de 12 litres/minute à 6 litres/minute, Lippuner, 2015). Dans le scénario « Baseline » de l'étude Cordella et al. (2014), les débits des douches sont estimés autour de 10 litres par minute. Ils pourraient descendre jusqu'à 8 litres par minute, voir

même jusqu'à 6 litres par minute (considéré comme le maximum théorique). Tiefenbeck et al. (2013) constate un débit moyen de 11 litres par minute, tandis que l'ADEME (2016) part de l'observation que « les équipements économes sont déjà présents dans plus de la moitié des ménages ».

Concernant la consommation d'énergie finale, les perspectives de l'OFEN donnent des hypothèses d'évolution du taux d'équipement et rendement des différents types de chauffe-eau d'ici à 2050 (OFEN, 2012). Des comparaisons peuvent donc être faites avec ce scénario à l'horizon 2050. En 2015, ce poste de consommation représentait 32 PJ pour les ménages. Cette valeur est remarquablement stable depuis l'an 2000, malgré l'augmentation de la population. Les perspectives de l'OFEN réussissent à faire baisser les besoins en énergie finale jusqu'à 24.9 PJ en 2050 dans la variante la plus optimiste (NPE).

En ce qui concerne le secteur tertiaire, les besoins en eau chaude ne sont rapportés que de manière globale dans les rapports de l'OFEN (2012 ; 2020a), pour l'ensemble des services et sans séparation explicite entre les différentes sources d'énergie. La demande d'énergie finale pour l'eau chaude s'élevait à 10.3 PJ en 2015 et descendait jusqu'à 8.6 PJ en 2050 (selon NPE). Des découpages par type d'activités peuvent être trouvés, en France par exemple, où on peut constater sans surprise la grande importance des secteurs « santé/social », « activités sportives et récréatives » et « hôtellerie/restauration » quant à la consommation totale d'eau chaude (CEREN, 2019). L'intensité de la consommation est illustrée dans le scénario négaWatt France, en énergie par unité de surface. Là aussi, le sport et les loisirs (1.58 litres/m²/jour en 2020) et les cafés/hôtels (1.27 litres/m²/jour) consomment bien plus que les bureaux (0.25 litres/m²/jour) ou les commerces (0.49 litres/m²/jour).

Il est finalement à noter que les nouvelles perspectives énergétiques ne donnent pour le moment que peu de détails quant à la répartition des systèmes de chauffage spécifiques à l'eau chaude, ainsi que la répartition de la consommation de ce poste entre les ménages, le secteur tertiaire et l'industrie. Cette consommation globale, tous secteurs et tous types d'énergies confondus, passe de 44 PJ en 2019 à 38 PJ en 2050, malgré une augmentation du nombre d'habitants. Cette amélioration provient, à priori, uniquement de l'amélioration de l'efficacité et de la diffusion d'énergies renouvelables dans les chaudières. Le fait que le mix global d'énergie ne contient presque plus de gaz et de produits pétroliers en 2050 suggère cependant une complète décarbonisation des chaudières sur les 30 prochaines années (OFEN, 2020b).

5 Hypothèses

Pour tous les indicateurs, deux scénarios sont proposés, l'un négaWatt et l'autre tendanciel, afin de pouvoir mettre en avant l'impact des trois piliers de la démarche négaWatt. Les hypothèses sont posées à partir de la revue de littérature qui précède.

5.1 Hypothèses sur la consommation d'eau chaude

Mesure	2020	2050 nW	2050 tendanciel
Part des robinets économes	50%	90%	50%
Réduction du temps de douche dans les ménages [minutes]	0	1	0

Figure 3 : Hypothèses sur la consommation d'eau chaude.

Une part de plus en plus importante des pommeaux et robinets aura un débit limité dans le scénario négaWatt. Alors que 50% d'entre eux sont considérés comme économes en eau sur la période 2015-2020, ce taux atteint 90 % en 2050. **Le débit moyen passe donc de 9 litres/minute à 6.6 litres/minute dans cette variante.** Il n'évolue pas dans la version tendancielle. Ces hypothèses sont valables tant pour les ménages que pour le secteur tertiaire.

De plus, une mesure de sobriété sur la consommation d'eau chaude est réalisée dans le scénario négaWatt : **la réduction du temps de douche d'une minute par personne et par jour dans les ménages.** Cette réduction est en réalité une réduction globale de la consommation d'eau, qui peut être atteinte de différentes manières (diminution de la fréquence des douches, limiter la vaisselle à la main, fermer le robinet lorsque non nécessaire, préférer la douche aux bains, etc.).

5.2 Hypothèses sur la production d'eau chaude (efficacité et renouvelable)

Système de chauffage	2020	2050 nW	2050 tendanciel
Électricité (directe)	25%	0%	17%
Mazout	24%	0%	12%
Gaz	23%	0%	24%
Chaleur à distance	5%	10%	7%
Biomasse	3%	4%	4%
Pompes à chaleur	13%	42%	24%
Solaire thermique	7%	44%	12%

Figure 4 : Répartition des sources d'énergie pour les chauffe-eaux.

La répartition des systèmes de chauffage en 2020 est déduite des statistiques de l'OFEN (2020a) en poursuivant la tendance 2013-2019 selon une régression de degré 2. Il est supposé que la part des ménages équipée est la même que la part en nombre de personne comme celle donnée dans ces statistiques. Les valeurs tendancielle 2025-2050 sont ensuite reprises du scénario au fil de l'eau de l'OFEN dans leurs perspectives de 2012 (OFEN, 2012). Dans le cas du scénario négaWatt, les parts de mazout, gaz et électricité directe sont mises à zéro en 2050. Les parts de solaire thermique et de biomasse suivent les prévisions de l'OFEN 2012 (variantes NPE et tendancielle respectivement) alors que les parts de pompes à chaleur et chaleur à distance sont augmentées un peu plus fortement que dans le scénario NPE, pour compenser la mise à zéro des énergies fossiles.

En ce qui concerne les rendements, leurs valeurs sont également déterminées par une combinaison des perspectives et statistiques de l'OFEN (2012,2020a). Les hypothèses sont présentées au tableau ci-dessous.

Système de chauffage	2020	2050 nW	2050 tendanciel
Électricité (directe)	79%	81%	81%
Mazout	68%	77%	75%
Gaz	75%	81%	79%
Chaleur à distance	77%	78%	78%
Biomasse	50%	63%	62%
Pompes à chaleur	286%	348%	314%
Solaire thermique	100%	100%	100%

Figure 5 : Efficacité des différents types de chaudières

5.3 Hypothèses générales constantes

Les valeurs des indicateurs suivants sont fixées pour toute la période considérée. Elles sont également similaires entre les secteurs résidentiels et tertiaires :

- La température de l'eau froide est fixée à 16°C en moyenne (comme observé dans ADEME, 2016).
- Les perspectives énergétiques de l'OFEN (2012) considèrent une différence de température de 40°C. Pour pouvoir avoir une base comparative, la même différence de température est modélisée dans le scénario négaWatt, ce qui porte la température à la sortie du boiler à 56°C.
- La température de l'eau chaude au robinet est fixée à 55°C (comme observé dans ADEME 2016).
- La température d'utilisation de l'eau est fixée à 40°C (comme observé dans ADEME 2016).
- Le débit classique des robinets est de 12 litres/minute, contre 6 litres/minute pour un débit économe.

6 Résultats

En additionnant les effets de l'efficacité et de la sobriété, les besoins en énergie finale pour l'eau chaude dans le scénario négaWatt diminuent grandement, passant de 42.6 PJ par an en 2015 à 26.3 PJ en 2050 (ménages et tertiaire cumulés). Dans le scénario tendanciel, au contraire, la consommation d'eau chaude suit l'augmentation de la population et passe à 45.3 PJ en 2050. Cette diminution est majoritairement amenée par l'amélioration des débits de robinets qui, en passant de 9 litres/minute à 6.6 litres par minute en moyenne, permettent de réduire fortement le volume d'eau consommé et donc chauffé. La sobriété, consistant en la réduction de la durée des activités consommant de l'eau chaude, permet également une diminution intéressante. Seule, cette mesure permet de diminuer de près de 9% la demande en énergie finale totale, tout en étant appliquée uniquement dans les ménages (diminution de 11.9% dans ce secteur seul).

L'énergie restante est complètement décarbonée, pour autant que l'électricité et la chaleur à distance soient d'origine renouvelable. Le solaire thermique prend une place prépondérante dans le scénario négaWatt, tout comme les pompes à chaleur. Le changement vers ces technologies plus efficaces ainsi qu'une amélioration plus poussée des rendements permettent de réduire de près de 4 PJ supplémentaires l'énergie finale totale nécessaire.

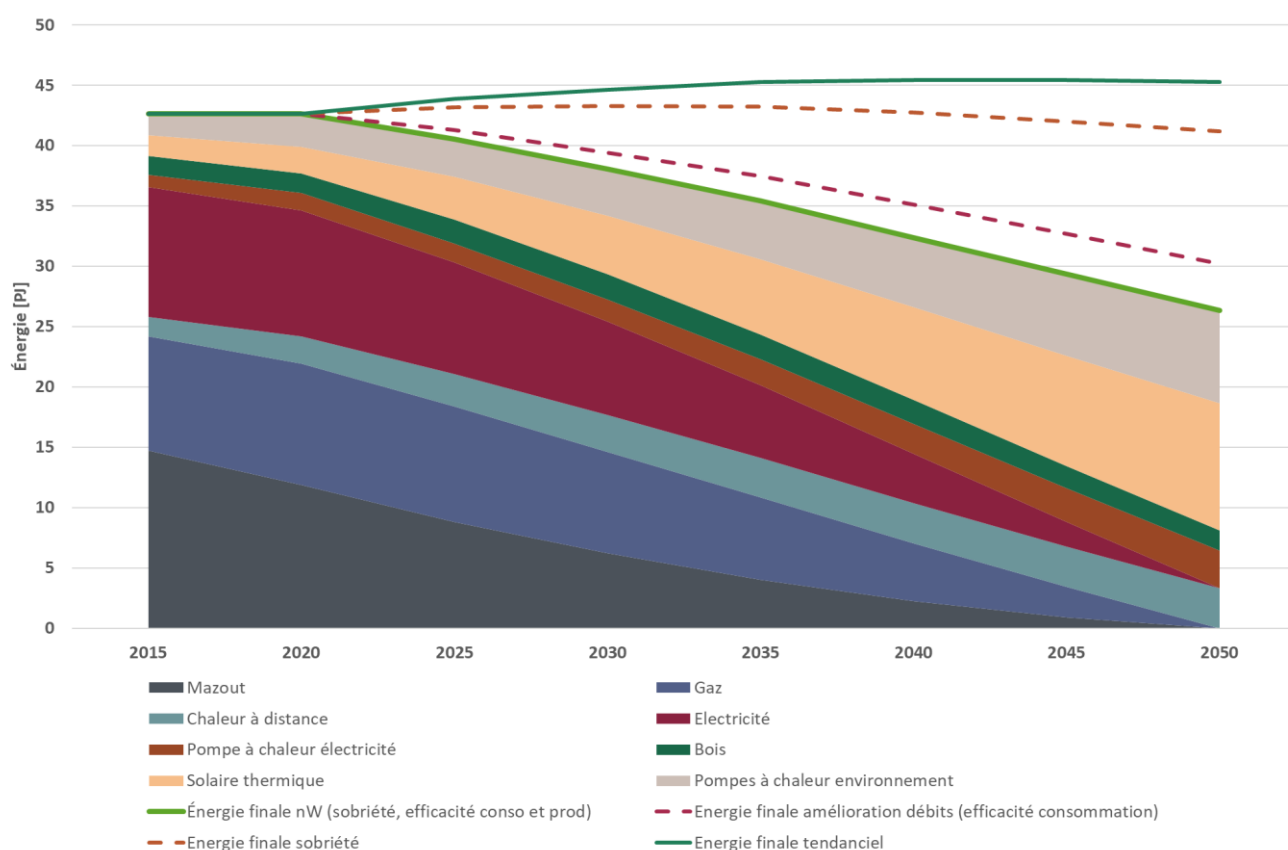


Figure 6 : Influences des différents types de mesures sur la consommation d'énergie finale pour l'eau chaude des ménages et séparation de l'énergie restante par source.

7 Discussion

Les résultats montrent que le plus grand potentiel de réduction est obtenu grâce à l'amélioration du débit moyen des robinets, qui est dès lors un indicateur très important (débit classique, débit « éco » et taux de possession « éco »). Selon les hypothèses présentées dans ce rapport, le débit moyen passe de 9 litres par minute à 6.6 litres par minute. Un bon moyen de constater la pertinence de cette estimation est de calculer le temps de douche auquel il correspond, soit 8.41 minutes par personne et par jour dans la situation actuelle. Cette durée est dans les estimations hautes des temps de douche communément admis dans la littérature, mais inclut également d'autres utilisations de l'eau chaude dans le ménage. Par conséquent, cette durée semble être dans le bon ordre de grandeur, même si elle ne permet pas de trancher définitivement sur la validité du modèle. De plus, en ce qui concerne l'amélioration future, l'économie moyenne d'environ 25% estimée par Cordella et al. (2014) est proche de l'estimation utilisée dans ce rapport, soit une réduction de 26.7% de la consommation d'eau et d'énergie grâce à cette mesure. Il est à noter que cette amélioration a été entièrement attribuée à de l'efficacité, alors que la réduction des débits de robinets pourrait, au moins en partie, réduire le confort de certains usages et donc être considérée comme une mesure de sobriété.

La minute de sobriété sur le temps d'utilisation d'eau chaude a également un impact significatif sur la consommation. Les principales barrières au changement semblent être la routine et les normes sociales faisant percevoir un besoin de se doucher tous les jours (Toulouse et al., 2018). Le potentiel atteint dans cette modélisation, une baisse de 11.9% de la quantité d'énergie finale, est dans l'ordre de grandeur donnée par Toulouse et al. (2018), qui parlait d'une réduction de 10% induite par, au choix, une diminution de la fréquence ou du temps de douche dans les ménages.

L'impact du réchauffement climatique n'a pas été considéré dans le modèle négaWatt Suisse. On peut supposer qu'il s'agit d'un facteur aidant à la réduction de la fréquence des douches chaudes et donc l'inclure dans la minute de sobriété déjà discutée, ce qui réduirait les besoins en 2050 (moins de douches et de bains chauds).

Dans le secteur des services, la modélisation de l'année de référence est basée sur les statistiques de l'OFEN (2020 a), puis ajustée selon le nombre d'emplois dans le secteur et l'amélioration des robinets selon les hypothèses discutées plus haut. À noter que le secteur de l'agriculture est compris dans celui des services pour l'OFEN (2012 ; 2019). Reprendre les valeurs générales exposées dans le rapport surestime donc légèrement la véritable consommation. Il faudrait soustraire la consommation de l'agriculture, ou alors, avoir une approche de modélisation « Bottom-up » qui parte des besoins en volume d'eau par sous-secteur d'activité et obtenir la consommation globale pour le tertiaire en additionnant ces besoins spécifiques aux activités.

De plus, l'hypothèse que la consommation d'eau chaude dépend du nombre d'employés, sous-jacente à la méthodologie utilisée, peut être discutée. En effet, dans plusieurs secteurs consommateur d'eau chaude tels que l'hôtellerie ou la santé, les besoins semblent plutôt reliés au nombre de clients. De plus, chaque employé ne consomme pas la même quantité d'eau chaude. Il est en effet peu probable qu'un coiffeur et un employé de bureau aient la même utilisation. Une modélisation plus fine considérant les besoins par secteur d'activité et l'évolution du nombre d'employés et de clients pour chacun de ces secteurs serait une nouvelle fois bénéfique.

Malheureusement, les perspectives énergétiques de la confédération (OFEN, 2012) ne dévoilent que peu de détails quant à la consommation d'eau chaude dans le secteur tertiaire et une modélisation de la consommation d'eau par activité tertiaire demanderait un effort supplémentaire conséquent. Le scénario négaWatt français a fait ce pas pour les principaux secteurs d'activités tertiaires d'ici 2050 où l'amélioration attendue est assez homogène, située entre 24% et 27% pour toutes les activités évaluées (négaWatt 2017). Appliquer simplement une réduction sur les besoins totaux du secteur tertiaire semble donc, faute de mieux et en attendant une modélisation plus fine, être une première approximation acceptable. Il est finalement à noter qu'aucune différence n'a été faite entre les

rendements et taux de répartition des différents types de chauffe-eau entre les bâtiments résidentiels et tertiaires.

De manière générale, il est à noter que le mix énergétique du scénario négaWatt devient non-fossile en 2050, selon les hypothèses des nouvelles perspectives énergétiques (OFEN, 2020b). Le chemin pour y arriver pourra être affiné lorsque plus de détails quant à ces scénarios nationaux sortiront, en 2021 a priori. Le mix électrique est également important pour évaluer la durabilité de la production nécessaire, mais il est intéressant de noter que la demande en électricité baisse fortement grâce au remplacement des chauffe-eaux électriques par des pompes à chaleur et du solaire thermique. Finalement, seuls 3.1 PJ d'électricité sont nécessaires en 2050 pour le chauffage de l'eau. L'évaluation de la plausibilité de ces évolutions, les liens avec les systèmes de chauffage des bâtiments ainsi que la faisabilité d'une élimination des énergies fossiles pourraient être discutés plus finement.

8 Conclusion

L'eau chaude sanitaire résidentielle et tertiaire, l'un des postes de consommation les plus importants dans les bâtiments, présente un potentiel élevé pour la réduction des besoins en énergie finale et mérite donc une attention particulière. La modélisation présentée dans ce rapport se base principalement sur les statistiques énergétiques et les perspectives de l'OFEN (2012 ; 2020a, 2020b), en les adaptant aux hypothèses sensiblement différentes choisies pour le modèle négaWatt Suisse et en y intégrant des mesures de sobriété pour réduire le volume d'eau chaude nécessaire, et en conséquence les besoins en énergie. Le résultat de ce modèle montre le chemin pour une décarbonisation de la demande en eau chaude sanitaire, tout en réduisant également les besoins en électricité finale liées à ce secteur, soit deux objectifs allant largement dans le sens d'une Suisse durable à l'horizon 2050.

Les efforts sont importants en termes de diffusion des énergies renouvelables dans les chaudières. Le changement des robinets pour des installations économes en eau demande également un investissement, mais semble faisable sur 30 ans en commençant dès maintenant à vendre et installer les meilleurs modèles. En ce qui concerne la sobriété, elle paraît également atteignable sur la période considérée. En effet, la population est déjà sensibilisée à faire attention à sa consommation d'eau, et l'effort à réaliser semble, par exemple, plus faible que celui nécessaire à une réduction de la surface des logements. Il demande cependant certains changements dans les habitudes, qui devraient être accompagnés par une sensibilisation accrue à ce sujet et par un meilleur monitoring de la consommation, avec par exemple un aperçu en direct de la consommation lors des douches. Ces efforts de sobriété pourraient s'avérer cruciaux, notamment en ce qui concerne la consommation d'électricité lors des pics de demande, plus faciles à gérer en cas de consommation moindre.

9 Références

- ADEME. (2016). *Les besoins d'eau chaude sanitaire en habitat individuel et collectif, Guide technique* (p. 26). ADEME, COSTIC. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/besoin-eau-chaude-sanitaire-habitat-individuel-et-collectif-8809.pdf>
- BVA. (2015, mai). *Comment les Français gèrent l'eau dans leurs foyers ?* <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/besoin-eau-chaude-sanitaire-habitat-individuel-et-collectif-8809.pdf>
- CEREN. (2019). *Consommation énergétique par activité du secteur tertiaire en 2017 et 2018*. Ministère de la transition écologique et solidaire ; Ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales, <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/consommation-denergie-par-usage-du-tertiaire>
- Cordella, M., Garbarino, E., Calero, M., Mathieux, F., & Wolf, O. (2014). *MEErP preparatory study on taps and showers, Final report* (JRC Science and Policy Report). European commission. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC92487/meerp_study_ts_final_draft_v2_codes.pdf
- Fuentes, E., Arce, L., & Salom, J. (2018). A review of domestic hot water consumption profiles for application in systems and buildings energy performance analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(1), 1530-1547. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.229>
- Jordan, U., & Vaïen, K. (2001). *Realistic Domestic Hot-Water Profiles in different time scales*, (Solar Heating and Cooling Program of the International Energy Agency (IEA SHC)). <https://sel.me.wisc.edu/trnsys/trnlib/iea-shc-task26/iea-shc-task26-load-profiles-description-jordan.pdf>
- Lippuner, U. (2015). *Installations d'eau chaude sanitaire dans les bâtiments (SIA 385/1 et 385/2)*. Suissetec. https://suissetec.ch/files/PDFs/Merkblaetter/Sanitaer/Franz/2015_NT_Installations_deau_chaud_e_sanitaire_dans_les_batiments.pdf
- Montginoul, M. (2013). La consommation d'eau en France : Historique, tendances contemporaines, déterminants. *Sciences Eaux & Territoires*, Numéro 10(1), 68-73. Cairn.info. <https://doi.org/10.3917/set.010.0011>
- négaWatt. (2017). *Scénario négaWatt 2017-2050-Hypothèses et résultats*. https://negawatt.org/IMG/pdf/scenario-negawatt_2017-2050_hypotheses-et-resultats.pdf
- OFEN. (2012). *Die Energieperspektiven für die Schweiz bis 2050. Energienachfrage und Elektrizitätsangebot in der Schweiz 2000-2050*. OFEN. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/strategie-energetique-2050/documentation/perspectives-energetiques-2050.html>
- OFEN. (2020a). *Statistique globale de l'énergie*. <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/statistiques-de-lenergie/statistique-globale-de-l-energie.html>
- OFEN (2020b). *Energieperspektiven 2050+ Kurzbericht*, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/politique/perspectives-energetiques-2050-plus.html>
- Quelle énergie. (2020). *Les systèmes pour réduire sa consommation d'eau, quelleenergie.f.* <https://www.quelleenergie.fr/economies-energie/economiseur-eau-mousseur/systemes-reduire-consommation-eau>

- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2020, a). *Choisir le bon débit et le bon volume*. energie-environnement.ch. Consulté 16 mars 2020, à l'adresse <https://www.energie-environnement.ch/economiser-l-eau/investir-pour-economiser-l-eau>
- Services cantonaux de l'énergie et de l'environnement. (2020, b). *La production d'eau chaude sanitaire*. energie-environnement.ch. Consulté 16 mars 2020, à l'adresse <https://www.energie-environnement.ch/maison/renovation-et-chauffage/conception-du-batiment/eau-chaude-sanitaire>
- SVGW. (2012). *Wassernutzung*,. , <http://mobile.svgw.ch/index.php?id=507>
- SVGW. (2018). *Les Suisses consomment moins d'eau potable*. trinkwasser.svgw.ch. <http://trinkwasser.svgw.ch/index.php?id=874&L=1>
- Tiefenbeck, V., Tasic, V., Schöb, S., Degen, K., Goette, L., Fleisch, E., & Staake, T. (2013). *Steigerung der Energieeffizienz durch Verbrauchsfeedback bei der Warmwassernutzung—Abschlussbericht der ewz-Amphiro-Studie*.
- Toulouse, E., & Attali, S. (2018). *Energy sufficiency in products: Concept paper*. Eceee : Energy sufficiency. <https://www.energysufficiency.org/libraryresources/library/>