

EN-EAU 23.14855 C – V1

**Validation des données d'entrées d'un outil de calcul d'économies
d'eau et d'énergie des équipements sanitaires**

Anthony COUZINET

Direction EAU

Version	Date	Objet
0	19/06/2023	Edition Projet.
1	26/07/2023	<ul style="list-style-type: none">- Modification de la référence de commande- Précisions complémentaires au sujet de la température de l'eau froide en Europe- Ajout de 2 annexes

Validation des données d'entrées d'un outil de calcul d'économies d'eau et d'énergie des équipements sanitaires

Anthony Couzinet

DIRECTION EAU

*Cette étude a été réalisée
à la demande de la société VERNET
suivant la commande n° NS / 209510 / 3219
en date du 01/12/2023*

Offre n° P-00106432_FR22VERNEC-14855_13004

Anthony COUZINET
Responsable de la Division UNE
Usages et Nouveaux Enjeux
Direction Opérationnelle EAU

Mots clés : Simulateur, Consommation d'eau, Douche, Thermostatique

Nbre de pages : 24

CSTB
le futur en construction

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT

11 rue Henri Picherit – BP 82341 – 44323 Nantes cedex 3

Tél. : +33 (0)2 40 37 20 00 – Siret 775 688 229 00035 – www.cstb.fr

Siège social > 84 avenue Jean Jaurès – Champs-sur-Marne – 77447 Marne-la-Vallée cedex 2

Établissement public à caractère industriel et commercial – RCS Meaux 775 688 229 – TVA FR 70 775 688 229

MARNE-LA-VALLÉE / PARIS / GRENOBLE / NANTES / SOPHIA ANTIPOLIS

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. PRESENTATION DU SIMULATEUR D'ECONOMIES D'EAU, D'ENERGIE, ET CARBONE	2
3. APPROCHE METHODOLOGIQUE DU SIMULATEUR	3
4. ETUDE DE SENSIBILITE AUX DONNEES D'ENTREES	4
4.1. Type d'énergie	4
4.2. Température de l'eau froide et température de l'eau de la douche.....	5
4.3. Type de logement	5
4.4. Age de l'installation.....	6
4.5. Type d'équipement.....	7
5. VERIFICATION DES DONNEES D'ENTREES	7
5.1. Données physiques.....	7
5.2. Données équipement	11
5.3. Données « usages »	14
5.4. Données marchés.....	18
6. CONCLUSION.....	22
ANNEXE 1.....	23
ANNEXE 2.....	24

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Répartition du coût d'un mètre cube d'eau chaude entre eau et énergie en fonction du type d'énergie utilisée.....	4
Figure 2 : Equipements ECS sur les maisons individuelles (à gauche), sur les logements collectifs du parc neuf sur la période 2012-2017.....	8
Figure 3 : Schéma d'une chaudière gaz à condensation et distribution des rendements des équipements installés sur la période 2012-2017.....	9
Figure 4 : Schéma d'un CET et distribution des COP des équipements installés sur la période 2012-2017.....	10
Figure 5 : Mesures de température en 7 points du réseaux de distribution de Nantes Métropole au cours des mois de mars, juin, septembre, et décembre 2018.....	14
Figure 6 : Evolution au cours de l'année de la température d'eau froide dans différentes régions de France (Source : données ARS – site sante.gouv.fr).....	15
Figure 7 : Evolution de la température de l'eau potable entre 2001 et 2021 dans le réseau de distribution dans le nord de l'Allemagne– extrait de « Climate Change: Water Temperature and Invertebrate Propagation in Drinking-Water Distribution Systems, Effects, and Risk Assessment ».....	16
Figure 8 : Evolution de la température de l'eau potable entre janvier 2009 et janvier 2012 en sortie de station de production et au point de puisage en Hollande – extrait de « Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities »..	16
Figure 9 : Résultats d'une étude interne CSTB sur le comportement des usagers sous la douche.....	17
Figure 10 : Prix de l'eau 2022 par région.....	18
Figure 11 : Baromètre 2017 du prix de l'eau sur 10 pays européens – source <i>FP2E : 11^{ème} baromètre des prix des service de l'eau en Europe</i>	19
Figure 12 : Carte d'intensité carbone gCO ₂ /kWh – Electricity Maps.....	21

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Impact de la température de l'eau froide sur les gains potentiels en euros liés à l'utilisation d'un mitigeur thermostatique	5
Tableau 2 : Impact de la taille du logement sur les gains potentiels en euros liés à l'utilisation d'un mitigeur thermostatique	6
Tableau 3 : Impact de l'âge de la robinetterie actuelle sur les gains potentiels en euros liés à l'utilisation d'un mitigeur thermostatique	6
Tableau 4 : Volume d'eau économisé par rapport à d'autres type de robinetterie – comparaison au poste douche – résultat annuel pour une personne	7
Tableau 5 : Classes de débit retenues dans l'outil de simulation et correspondance avec le classement ECAU de la marque NF077	11
Tableau 6 : Temps additionnels retenus dans le simulateur	12
Tableau 7 : Paramètre retenu pour évaluer l'effet du dimensionnement du réseau intérieur du logement.....	14
Tableau 8 : Evolution des températures moyennes annuelles de l'eau froide pour différentes régions de France	15
Tableau 9 : Prix de l'eau en Europe – proposition d'actualisation du prix issu du baromètre 2017	19
Tableau 10 : Baromètre européen des prix de l'énergie – source HelloWatt.....	20

1. INTRODUCTION

La société Vernet a confié au CSTB une mission d'analyse du simulateur d'économies d'eau, d'énergie et de carbone induites par l'utilisation de robinetterie thermostatique pour l'usage douche. L'objectif est de vérifier les données et les hypothèses retenues dans le simulateur pour assurer la crédibilité des évaluations réalisées avec ce simulateur.

Ce rapport d'étude est composé :

- d'une présentation de l'outil de simulation,
- d'une description de la méthodologie retenue pour évaluer les économies d'eau, d'énergie et de carbone liées à l'utilisation de robinetterie thermostatique et
- d'une analyse du cœur de calcul. Cette analyse se décompose en deux phases. Une première phase consiste à étudier la sensibilité des facteurs déterminants pour mesurer leur poids dans les économies potentielles ; plus ces facteurs seront importants, plus les données associées et retenues pour le calcul devront être fiabilisées. La deuxième phase de cette analyse se focalise alors sur la vérification des valeurs des différents paramètres utilisés dans le calcul des économies d'eau, d'énergie et de carbone.

La réunion de lancement de cette étude a eu lieu par visioconférence le 12 décembre 2022. Elle a permis de présenter l'outil de simulation, de fixer la version servant à l'analyse (Water & Energy Efficiency DRU-202212-DATA Rev9) et à la vérification des données, et de cadrer le périmètre de l'analyse.

Une première séance de travail a eu lieu le 16 février 2023 entre le CSTB et Diego Russo, mandaté par la société VERNET pour concevoir l'outil de simulation. Elle a permis de faire une première analyse des données retenues dans l'outil de calcul et de débayer quelques coquilles dans les formules de calcul. Cette revue a donné lieu à la version « Water & Energy Efficiency DRU-202212-DATA Rev11 ». Cette dernière version a été utilisée pour produire toutes les analyses présentées dans ce document.

Le 20 février 2023 a eu lieu une séance de restitution de la première phase d'analyse à l'issue de laquelle une présentation au format pdf a été transmise par e-mail le 27 février à la société VERNET.

2. PRESENTATION DU SIMULATEUR D'ECONOMIES D'EAU, D'ENERGIE, ET CARBONE

Le simulateur d'économies d'eau, d'énergie et de carbone liées à l'utilisation de robinetterie thermostatique pour l'usage douche repose sur un fichier Excel, composé de 9 onglets :

- 1 – une notice pour comprendre le fonctionnement de l'outil de calcul
- 2 – le cœur de calcul
- 3 – Les gains apportés par le thermostatique lors de l'usage en comparaison d'un mélangeur
- 4 – Les gains apportés par le thermostatique lors de l'usage en comparaison d'un mitigeur mécanique
- 5 – Les gains apportés par le thermostatique lors de l'usage en comparaison d'un mélangeur à équilibreur de pression
- 6 – Tarif de l'eau potable en Europe
- 7 – Tarif de l'énergie en Europe
- 8 – Source et informations générales
- 9 – Codification européenne des classes de débit de la robinetterie sanitaire

Le cœur de calcul (onglet 2) permet de choisir les paramètres d'évaluations suivants :

1- Le pays où l'on souhaite faire l'évaluation via un menu déroulant

Cela a pour conséquence de figer le prix de l'eau ; la température de l'eau froide, la température de l'eau chaude et la capacité calorifique de l'eau sont, quant à elles, fixées en dur dans la feuille de calcul (sans dépendance au choix du pays).

2- Le type d'énergie pour la production d'ECS via un menu déroulant

Cela a pour conséquence de figer le prix de l'énergie (par combinaison avec le pays choisi au point précédent) et le rendement du système de production d'ECS.

2- Le type de logement considéré via plusieurs menus déroulants

- Taille du logement
- Type de robinetterie
- Age de l'installation sanitaire
- Nombre d'occupants du logement

3. APPROCHE METHODOLOGIQUE DU SIMULATEUR

Le simulateur vise à calculer les économies potentielles en utilisant un robinet thermostatique en comparaison d'un des 3 autres équipements de robinetterie sanitaire considérés dans le simulateur : *mitigeur mécanique monocommande*, *robinet mitigeur à équilibreur de pression* et *robinet mélangeur*.

Le gain potentiel dû à ces économies est évalué :

- En euros par an (cellule SIMULATOR!D16)
- En volume par an (cellule SIMULATOR!D17)
- En kg de carbone par an (cellule SIMULATOR!D18)

Le gain en volume d'eau est calculé à partir de la formule suivante :

$$Nb_d \times Veau_{economisé} \quad \text{Eq. 1}$$

Le gain en euros est calculé à partir de la formule suivante :

$$Nb_d \times (Veau_{economisé} \times P_{eau} + Veau_c_{economisé} \times E * P_{nrj}) \quad \text{Eq. 2}$$

$Nb_d = Nb_do_jour \times Nb_occ \times 365$	Nombre de douches par an dans le logement
Nb_do_jour	0.79
Nb_oc	Nombre d'occupants du logement à définir en entrée
$Veau_{economisé}$	Volume d'eau économisé en litres
$Veau_c_{economisé}$	Volume d'eau chaude économisé en litres
P_{eau}	Tarif du litre d'eau (production, assainissement, abonnement) en fonction du pays (€/l)
E	Energie nécessaire à élever un litre d'eau de la température d'eau froide à la température de douche (kWh/l)
P_{nrj}	Tarif du kWh de l'énergie considérée en fonction du pays (€/kWh)

En complément, une estimation du volume d'eau consommé pour l'usage douche est fournie en cellule SIMULATOR!D24 pour un robinet thermostatique et en cellule SIMULATOR!B24 pour l'un des 3 équipements considérés dans le calcul d'économie.

La formule de calcul utilisée correspond à la somme des économies calculées en volume (cellule SIMULATOR!D17) et du volume théorique dédié à une douche en utilisant un robinet thermostatique. Ce volume est obtenu en multipliant Nb_d par le volume d'une douche. Le volume d'une douche est obtenu en multipliant le temps moyen d'une douche par le débit du couple robinet/pommeau de douche.

NOTE 1 : A ce stade une erreur est détectée, le volume d'eau du poste douche avec robinet thermostatique change avec l'âge de l'installation alors qu'il ne devrait pas dépendre de cette variable. Ceci est dû au paramètre débit utilisé : il correspond au débit de l'équipement « current status ». Il convient de revoir cette formule soit en imposant un débit « théorique » pour la robinetterie thermostatique soit en ajoutant un paramètre d'entrée pour spécifier le débit du robinet thermostatique qui remplacerait l'existant. Ce point sera rediscuté au paragraphe suivant.

4. ETUDE DE SENSIBILITE AUX DONNEES D'ENTREES

4.1. Type d'énergie

L'outil de simulation propose de choisir entre une production d'ECS à partir d'un dispositif au gaz ou à l'électricité. Le prix du kWh est donc adapté en fonction de l'énergie choisie. Par ailleurs le rendement de l'équipement associé à cette énergie, est fixé par l'outil de simulation. Ce point sera discuté dans la partie suivante car il présuppose que la performance des dispositifs ne dépend que de l'énergie, ce qui n'est pas le cas.

Le coût d'un mètre cube d'eau chaude se décompose alors entre le coût lié au prix de l'eau distribuée et le coût lié à l'énergie nécessaire pour chauffer cette quantité d'eau. La Figure 1 présente la répartition du coût d'un mètre cube d'eau chaude entre eau et énergie, en France, en fonction du type d'énergie utilisée. Cette décomposition repose sur les hypothèses suivantes :

- en production gaz, on utilise un chauffe-eau avec un rendement de l'installation 0,9 ;
- en production électrique, on utilise un ballon électrique type cumulus avec un rendement de l'installation de 0,7 ;
- le prix du kWh (électricité ou gaz) est celui retenu dans l'outil de simulation ;
- la température d'eau froide est de 15°C, la température d'eau chaude 39°C.



Figure 1 : Répartition du coût d'un mètre cube d'eau chaude entre eau et énergie en fonction du type d'énergie utilisée

Cette répartition montre que le poids de l'énergie est de 35% pour la production au gaz, 65% pour la production électrique. Ces poids sont impactés par les hypothèses liées aux équipements de production et aux tarifs de l'énergie. Ces deux points seront vérifiés dans la partie suivante.

4.2. Température de l'eau froide et température de l'eau de la douche

Le coût discuté ci-dessus est également piloté par la différence de température entre l'eau froide distribuée dans le logement et la température de consigne de l'eau chaude utilisée pour la douche. En effet l'énergie E dépend de cette différence de température.

La température de l'eau froide est fixée à 15°C dans l'outil de simulation toutes régions et tous pays confondus. La température de l'eau de la douche est fixée à 39°C. S'il y a moins d'incertitude sur la température de l'eau mitigée, la température de l'eau froide peut présenter des variations qui conduisent à des différences de plusieurs degrés.

Le Tableau 1 présente l'analyse de sensibilité à la température d'eau froide afin de mesurer l'impact sur le gain potentiel lié à l'utilisation d'un mitigeur thermostatique en comparaison d'un mitigeur mécanique. Les hypothèses retenues pour cette analyse sont les suivantes :

- Simulation en France
- Production d'ECS électrique
- Température de douche 39°C
- Grande maison
- Age du mitigeur mécanique entre 10 et 15 ans
- 4 occupants

Tableau 1 : Impact de la température de l'eau froide sur les gains potentiels en euros liés à l'utilisation d'un mitigeur thermostatique

	Température de l'eau froide (°C)				
	8	10	13	15	17
Gains en euros / an	108	104	97	92	87
Ecart / 15°C	+17,4%	+13%	+5,5%	0%	-5,5%

L'impact peut devenir important avec la différence de température entre l'eau froide et l'eau mitigée. Ce point sera étudié à la section suivante.

4.3. Type de logement

Il est possible dans l'outil de simulation de choisir le type de logement considéré. Quatre possibilités sont proposées à l'utilisateur :

- Petite maison ou appartement
- Grande maison ou grand appartement
- Maison à deux étages ou très grand appartement
- Très grande maison

Une simulation comparative en faisant varier le paramètre lié à la taille du logement et retenant les mêmes hypothèses que celles retenues pour l'analyse de sensibilité à la température de l'eau froide ($T_{eau_f}=15^{\circ}C$) a été réalisée et les résultats sont donnés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Impact de la taille du logement sur les gains potentiels en euros liés à l'utilisation d'un mitigeur thermostatique

	Type de logement			
	Petite maison (T3)	Grande maison (T4)	Maison à deux étages (T5)	Très grande maison (>T6)
Gains en volume (m3) / an	8,3	9,2	10,1	11
Gain en euros / an	89	92	95	98

L'impact de ce paramètre semble modéré et repose sur les caractéristiques du réseau intérieur associées au type de logements retenu. Les valeurs proposées dans l'outil seront vérifiées dans la section suivante.

4.4. Age de l'installation

L'âge de l'installation se réduit finalement dans l'outil à l'âge de la robinetterie actuellement installée dans le logement (« current status »). L'impact de l'âge de la robinetterie repose sur l'hypothèse que les robinets plus récents sont plus économes en eau (débit réduit). 5 classes de robinets sont alors définies correspondantes à 5 débits différents allant de 6 l/min à 15 l/min. A nouveau une analyse de sensibilité à ce paramètre a été réalisée en utilisant les mêmes paramètres que pour les analyses précédentes. Les résultats comparatifs sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Impact de l'âge de la robinetterie actuelle sur les gains potentiels en euros liés à l'utilisation d'un mitigeur thermostatique

	Age de la robinetterie actuelle				
	Très récent	<5ans	>5 ans et <10 ans	>10 ans et <15 ans	>15 ans
Gains en volume (m3) / an	5,2	6,4	7,5	9,2	10,4
Gains en euros / an	46	59	72	92	105

Ce paramètre a un impact très important au vu des classes de robinet retenu. A ce stade la discussion doit plutôt porter sur la nécessité de pouvoir spécifier ce paramètre que l'on maîtrise mal ; par ailleurs l'âge de la robinetterie n'est pas le seul paramètre influant sur le débit du robinet.

4.5. Type d'équipement

La comparaison en fonction du type d'équipement à remplacer conduit à des différences significatives. Ces différences reposent essentiellement sur des paramètres comportementaux et d'usages induits par le type d'équipements considérés. Le Tableau 4 compare les volumes d'eau économisés en considérant le remplacement de chaque type de robinetterie considérée dans l'outil. Cela varie de 2,3 m³ à presque 15 m³ par an en fonction de l'équipement pour la consommation d'eau d'une personne sur une année. La comparaison de cette économie au poste global douche est également présenté. Dans le pire (ou le meilleur) des cas l'économie représente 70% du poste douche.

Tableau 4 : Volume d'eau économisé par rapport à d'autres type de robinetterie – comparaison au poste douche – résultat annuel pour une personne

	Type d'équipements actuels		
	Mitigeur mécanique	Robinet à équilibreur de pression	Mélangeur
Volume d'eau en m ³	2,3	8,8	14,9
Ratio / poste douche*	11%	42%	70%

* Le poste douche annuel pour une personne est estimé à 21 m³

5. VERIFICATION DES DONNEES D'ENTREES

5.1. Données physiques

5.1.1. Quantité d'énergie nécessaire

La quantité d'énergie E_l en Wh nécessaire pour élever la température d'un degré d'un litre d'eau est égale à :

$$E_l = \frac{0.0002778}{1000} \rho C_p \quad \text{Eq. 3}$$

Où C_p est la chaleur massique de l'eau soit 4180 J/kg/°C et ρ la masse volumique de l'eau à la température moyenne entre 15 et 39°C, soit 996 kg/m³.

La valeur de la cellule SIMULATOR!E5 égale à 1,162 Wh/l peut être corrigée par 1,158 Wh/l pour prendre en compte l'effet de la masse volumique de l'eau.

5.1.2. Production d'ECS

L'outil de simulation ne précise pas le type de dispositif de production d'ECS, seuls l'énergie et le rendement du dispositif sont spécifiés. Néanmoins, il existe différents types d'équipements de production d'ECS que ce soit pour le gaz ou pour l'électricité.

Pour la production électrique, l'équipement retenu est équivalent à un cumulus électrique. Si cet équipement est représentatif du parc de logements anciens (construits avant la réglementation RT 2012), ce choix exclut de facto les équipements hybrides (ballons thermodynamiques, ballons à énergie solaire...) qui sont plus performants que les cumulus traditionnels. Pourtant, l'augmentation des exigences de performance énergétique imposée par la Réglementation Thermique 2012 contraint les porteurs de projet à proposer des équipements de production d'ECS plus performants pour atteindre les seuils fixés par la RT 2012. La Figure 2 montre la répartition des dispositifs d'ECS dans les maisons individuelles construites entre 2012 et 2017 (base d'environ 150 000 logements) : plus de 80% des logements sont équipés d'un Chauffe-eau Thermodynamique (CET) et 15% environ d'une chaudière gaz à condensation. Dans les logements collectifs à production d'ECS individualisée, 50% des logements sont équipés de chaudière gaz à condensation et 30% de CET.

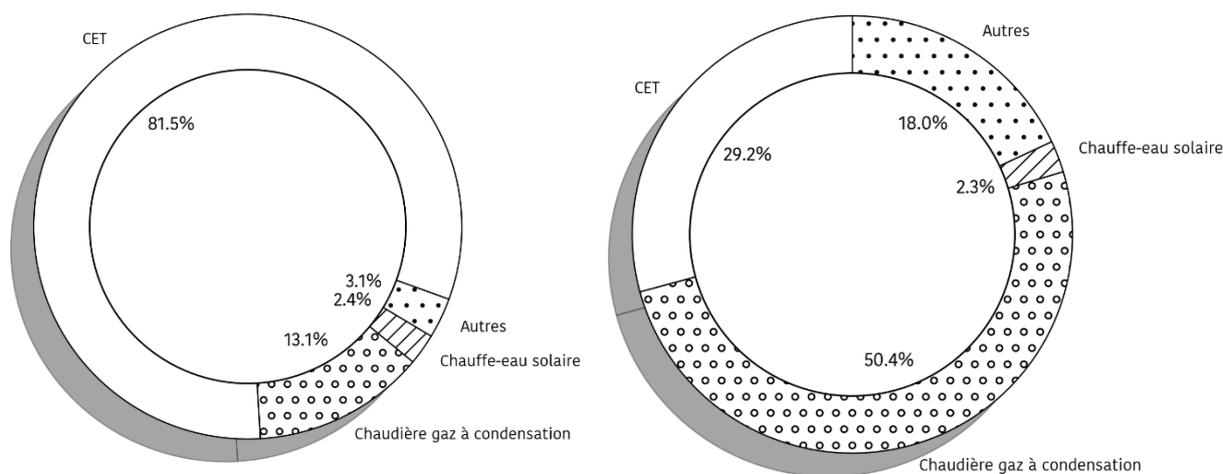


Figure 2 : Equipements ECS sur les maisons individuelles (à gauche), sur les logements collectifs du parc neuf sur la période 2012-2017

Les performances de ces équipements sont effectivement élevées en comparaison des équipements que l'on peut trouver sur le parc ancien. En particulier, le rendement des chaudières gaz à condensation installées sur la même période est représenté sur la Figure 3. Le rendement moyen se situe autour de 97%.

Toutefois les données de l'ADEME montrent que le rendement moyen d'un chauffe-eau gaz à production instantanée varie entre 88% et 92% PCI pour un rendement optimisé (fumées à basse température). Ces rendements s'appliquent à une majorité d'équipements installés sur le parc de logements. Néanmoins la durée de vie d'un chauffe-eau gaz se situe entre 15 et

20 ans. Le changement des équipements obsolètes ou défectueux va conduire à déplacer à la hausse du rendement de ces dispositifs au gaz.

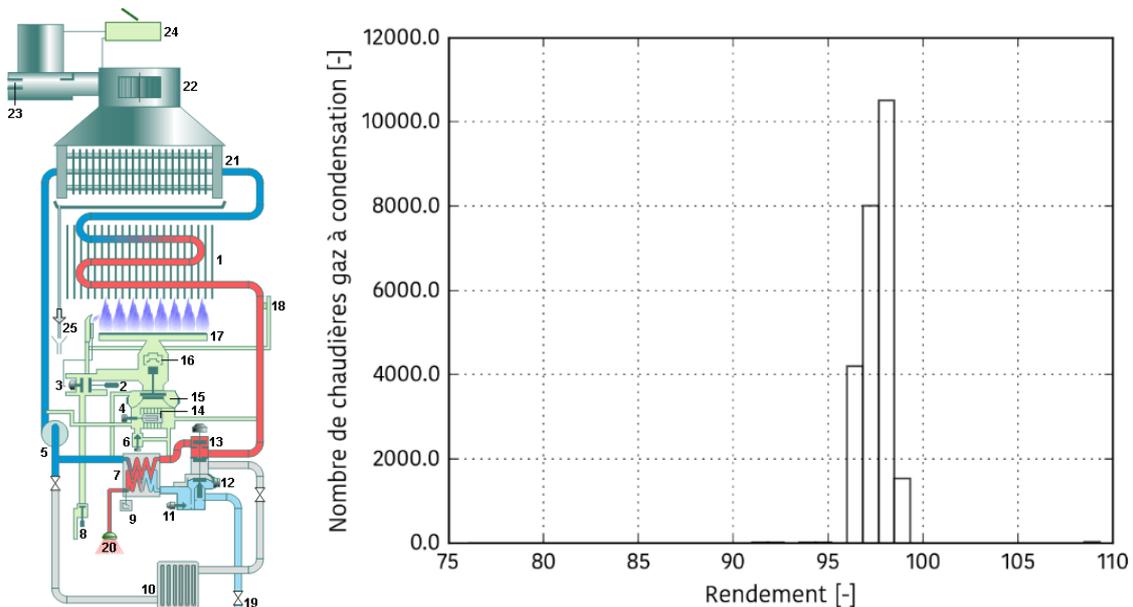


Figure 3 : Schéma d'une chaudière gaz à condensation et distribution des rendements des équipements installés sur la période 2012-2017

Le choix de retenir un rendement de 0,9 pour les dispositifs au gaz semble conservateur et pourrait être revu légèrement à la hausse (0,92).

Concernant les équipements électriques, le seul paramètre figé dans l'outil de simulation est le rendement du cumulus, qui représente finalement les pertes thermiques de l'installation. Ce rendement est fixé à 70%, et il est cohérent avec les données de l'ADEME. Cette approche est applicable pour les cumulus électriques mais ne valorise pas les dispositifs hybrides. Il semble intéressant de créer une sous-option dans l'outil de simulation pour choisir soit des équipements à simple effet joule type cumulus, et les hypothèses retenues dans l'outil sont alors tout à fait adaptées, soit des équipements hybrides (dont CET) et il devient nécessaire de modifier le calcul du coût énergétique associé à ces équipements. La performance des CET est donnée par un coefficient de performance (COP). C'est un indicateur qui permet d'analyser le rendement et la performance de la PAC présente dans le CET. Ces valeurs de COP sont établies, en laboratoire, dans des conditions de fonctionnement normalisées (température de l'eau et température de l'air notamment). En particulier, ce coefficient représente le rapport, en kilowatt-heure (kWh), entre la quantité d'énergie produite et la quantité d'énergie utilisée.

$$E_p = COP \times E_u \quad \text{Eq.4}$$

Il est possible de prendre en compte l'efficacité de ce type de dispositif en divisant l'énergie nécessaire à produire l'ECS par la valeur du COP d'un CET.

La Figure 4 représente les valeurs de COP des CET dans les logements neufs entre 2012-2017. La valeur minimale du COP est de 2,0, la valeur maximale est de 5,0 et la valeur moyenne est de 3,1. Les deux valeurs les plus courantes sont 2,5 et 3,6.

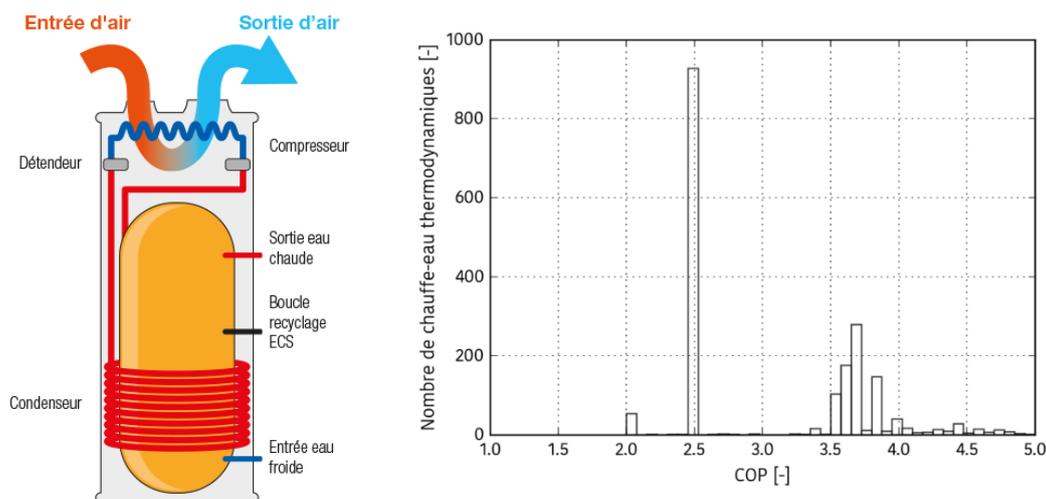


Figure 4 : Schéma d'un CET et distribution des COP des équipements installés sur la période 2012-2017

Le choix de retenir un COP de 2,5 semble raisonnable pour être représentatif du fonctionnement de ce dispositif.

5.1.3. Empreinte carbone liée à la consommation d'eau chaude

Les économies d'émissions carbone sont calculées à partir des économies d'énergie en kWh. Les données de référence associées au mix énergétique de chaque pays est discuté en 5.4.3. Ce calcul ne repose que sur les gains associés à l'usage d'un robinet thermostatique en comparaison d'un autre équipement de robinetterie. Il n'intègre nullement les données environnementales produit (FDES). Il est important de mesurer les écarts existants dans ces fiches environnementales en particulier à partir des indicateurs de la phase de fabrication des équipements. La conception intrinsèque des équipements peut amener à des performances environnementales différentes. Cependant, les indicateurs disponibles pour certains produits (mitigeur mécanique, mitigeur thermostatique de la marque Ideal Standard ou HansGrohe) révèlent que l'empreinte carbone sur la partie fabrication est inférieure à 15 kg CO₂. Cette valeur correspond environ au gain annuel obtenu à partir de l'utilisation d'un robinet thermostatique en comparaison d'un mitigeur mécanique (ECS au gaz ou à l'électrique). Cette évaluation propre aux usages d'un mitigeur thermostatique semble significative en comparaison des données produits que l'on peut trouver dans les FDES.

5.2. Données équipement

5.2.1. Données liées à la robinetterie

La comparaison à différents types de robinetterie révèle des économies potentielles plus ou moins importantes. Ces économies sont induites par deux mécanismes pris en compte dans l'utilitaire :

- Le débit de l'équipement

L'âge de l'installation sanitaire renvoie à un équipement qui consomme plus ou moins d'eau. Cette caractéristique n'est pas liée au type de robinetterie choisie dans la simulation mais uniquement à l'âge du robinet. Cinq classes de débits sont alors définies dans l'outil de simulations ; elles sont présentées dans le Tableau 5. Les valeurs moyennes de débits par classe retenues sont cohérentes avec les valeurs proposées dans le classement ECAU de la marque NF077, applicable aux robinets de douche ou bain et aux douchettes à main. Seule une nuance est apportée dans les appareils dont l'âge est inférieur à 5 ans ce qui explique la décomposition en 5 classes en comparaison des 4 classes du classement ECAU. Cette nuance semble difficilement applicable pour l'utilisateur de l'outil de simulation car il semble compliqué, pour l'utilisateur final, de pouvoir choisir entre un robinet qui consomme 6 ou 8 l/min. Par ailleurs la dernière classe spécifie un débit de 15 l/min. La correspondance au classement ECAU amènerait à considérer une valeur de débit d'au moins 16 l/min. Cette variante ne semble pas fondamentale dans l'évaluation des gains et ne repose que sur une vision française du classement de débit. **En conséquence, il est recommandé de conserver les classes proposées, quitte à ne garder que 4 classes de débit : 8 l/min, 10 l/min, 13 l/min et 15 l/min.**

Tableau 5 : Classes de débit retenues dans l'outil de simulation et correspondance avec le classement ECAU de la marque NF077

	WL Class 1	WL Class 2	WL Class 3	WL Class 4	WL Class 5
Age de l'équipement (ans)	<5	<5	>5 et <10	>10 et <15	>15
Débit (l/min)	6	8	10	13	15
Equivalent ECAU	A (E01) 6 à 9 l/min	A (E01) 6 à 9 l/min	B (E0) 9 à 12 l/min	C (E1) 12 à 16 l/min	D (E2 +) >16 l/min

- Le comportement de l'utilisateur lié au type de robinetterie

L'hypothèse formulée ici consiste à supposer que le temps passé sous la douche peut être conditionné par les caractéristiques du robinet installé dans la douche. Dans le simulateur, deux variables sont argumentées pour chaque type de robinet considéré afin d'évaluer le temps passé sous la douche : le temps pour trouver le bon réglage (T_reg) et le temps où l'on

laisse couler le robinet en se savonnant (T_{soap} - plus ou moins de facilité à retrouver la consigne de température et le débit, ce qui induit des comportements plus ou moins économes !).

Le Tableau 6 synthétise les hypothèses retenues dans le simulateur pour évaluer les temps supplémentaires passés sous la douche en fonction du type de robinet utilisé autre qu'un robinet thermostatique.

Tableau 6 : Temps additionnels retenus dans le simulateur

	Caractéristiques T_{reg} , T_{soap}	Temps sous la douche (min)
Thermostatique	$T_{\text{reg}} = 0$; $T_{\text{soap}} = 0$	$T_0 = 5$ minutes
Mitigeur mécanique	$T_{\text{reg}} = 30\text{s}$; $T_{\text{soap}} = 0$	$T_0 + T_{\text{reg}} + T_{\text{soap}}$
Equilibreur de pression	$T_{\text{reg}} = 15\text{s}$; $T_{\text{soap}} = 120\text{s}$	$T_0 + T_{\text{reg}} + T_{\text{soap}}$
Mélangeur	$T_{\text{reg}} = 120\text{s}$; $T_{\text{soap}} = 120\text{s}$	$T_0 + T_{\text{reg}} + T_{\text{soap}}$

Ces données sont à mettre en relation avec les données de consommation d'eau potable dédiée à l'usage douche. L'analyse de la base de données SISPEA répertoriant les consommations d'eau domestiques à l'échelle des entités de gestion de l'eau potable, montre que la consommation moyenne d'eau par habitant et par an est d'environ 50 m^3 . Les données du CIEAU révèlent par ailleurs que le poste douche, V_d , correspond à environ 40% de ce volume, soit environ 20 m^3 .

D'autre part, le calcul réglementaire intégré au moteur de calcul de la nouvelle réglementation environnementale, repose sur l'hypothèse suivante :

$$V_d = Nb_d \times Q_d \times T_d \quad \text{Eq.4}$$

Où

$$Nb_d = 365 \times \frac{11}{12}$$

$$Q_d = 15 \text{ l/min}$$

$$T_d = 4.25 \text{ min}$$

Le volume d'eau annuel, par personne, pour le poste douche est de 21.3 m^3 ; ce qui est cohérent avec la base de données SISPEA.

Ce volume ne doit pas nécessairement correspondre au volume projeté dans le simulateur obtenu avec les données du thermostatique.

Par exemple, ce volume pourrait correspondre aux paramètres suivants du simulateur :

$$Nb_d = 365 \times 0.79$$

$$Q_d = 14.5 \text{ l/min}$$

$$T_d = 5 \text{ min}$$

Avec les hypothèses du simulateur, ces données correspondraient à un robinet mitigeur mécanique ayant un débit de 14.5 l/min, pour une douche d'une durée de 5 minutes (temps caractéristique retenu dans le simulateur).

Le poste douche avec un robinet thermostatique à 10 l/min, un temps de douche à 4.5 minutes (30 secondes de moins selon le simulateur) et le même nombre de douches que précédemment correspondrait alors à **un volume de 13 m³**.

A contrario, ce même volume serait de **36.5 m³** pour un mélangeur à 15 l/min, un temps de douche de 8.5min, (les temps de douche sont évalués à partir du Tableau 6) et le même nombre de douches. **Le choix de retenir une pénalité de 2 fois deux minutes pour le savonnage semble conservative, ce paramètre pourrait être ramené à 2 fois 1 minute.**

Par ailleurs et en réponse à la note 1 de la page 4, le débit de 10 l/min pour un robinet thermostatique pourrait être choisi dans le simulateur. Ce choix aurait pour conséquence d'augmenter les économies potentielles calculées.

Toutefois, les valeurs de T_reg et T_soap restent assez exploratoire à ce stade et ne reposent que sur une approche intuitive voir semi-empirique sur la base d'une connaissance métier des produits. Il semble nécessaire de consolider ces données qui conditionnent significativement les gains évalués. Des expérimentations sensorielles permettant de mesurer, sur des panels d'usagers, les volumes, les températures, et les temps de douches en fonction du type de robinetterie utilisée, pourraient être déployées par l'équipe PULSE au sein d'AQUASIM, le grand équipement de recherche du CSTB.

5.2.2. Conception du réseau intérieur

L'outil de simulation propose de considérer 4 tailles de logement ayant pour conséquence de modifier le volume d'eau entre le point de production d'eau chaude et le point d'usage. Les caractéristiques géométriques des canalisations sont alors l'élément déterminant pour l'évaluation des volumes. Le volume maximal retenu pour la taille de logement la plus grande est d'environ 3 litres. Cette donnée est cohérente avec les limites imposées par l'arrêté de 2005 pour les logements collectifs avec bouclage d'eau chaude sanitaire, qui précise que les antennes terminales doivent être placées telles que le volume maximum au point de production soit de 3 litres. **Au regard de l'impact de ce paramètre sur les gains absolus estimés, il est proposé de conserver les données associées aux quatre types de logement proposés dans le simulateur.**

Tableau 7 : Paramètre retenu pour évaluer l'effet du dimensionnement du réseau intérieur du logement

HOUSING Type / Tubing Length	SMALL House or MEDIUM Flat	LARGE House or Flat	2 FLOORS House or VERY LARGE Flat	VERY LARGE House
Tube Length from Water Heater to Point of Use (m)	5	10	15	20
Tubes 14x16 mm / Int. Section (mm ²)	153,94	153,94	153,94	153,94
Volume between Heater and Tap, Cold or Hot water: (L)	0,770	1,539	2,309	3,079

5.3. Données « usages »

5.3.1. Température de l'eau froide

La température de l'eau froide distribuée au point d'usage varie au cours de l'année en fonction des températures extérieures. L'approche qui consiste à retenir une valeur moyenne pour l'année est adaptée dans la mesure où l'on cherche à obtenir une valeur intégrale annuelle d'économie potentielle. Toutefois cette valeur moyenne, retenue à 15°C dans l'outil, peut varier d'une région à une autre ou d'un pays à un autre.

Des mesures ponctuelles en 7 points d'usages du réseau de Nantes métropole, réalisées aux mois de mars, juin, septembre et décembre au cours des années 2018-2021, montre qu'il existe un effet « saisonnalité » sur la température de l'eau distribuée. On observe, sur la Figure 5, une « température d'hiver » autour de 12°C et une « température d'été » supérieure à 20°C.

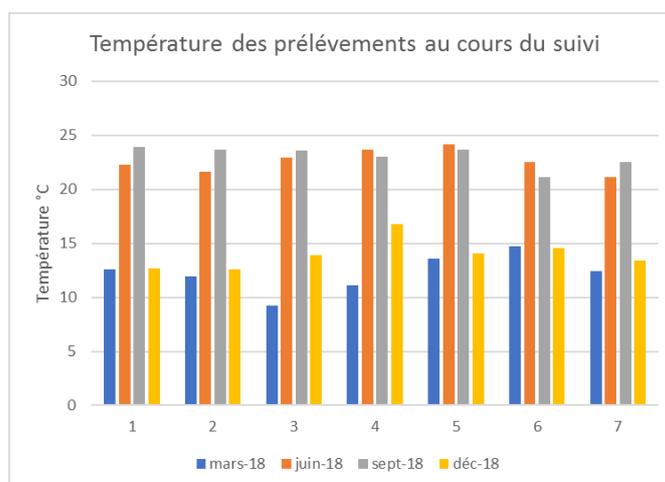


Figure 5 : Mesures de température en 7 points du réseaux de distribution de Nantes Métropole au cours des mois de mars, juin, septembre, et décembre 2018

Eau de Paris précise également sur son site internet que la température de l'eau varie entre l'hiver et l'été de façon significative : entre 15°C et 21°C en été et autour de 10°C en hiver. Cette variabilité est encore plus spécifique sur le territoire Paris intra-muros car la quasi-totalité du réseau est aérien, dans les égouts de Paris.

Le site Green and Smart Home précise que cette variabilité existe aussi en Belgique et que la valeur moyenne de la température d'eau froide en Belgique est de 13,5°C.

Même s'il n'existe pas une base de données structurée permettant d'accéder aux températures d'eau froide distribuée en France, la température de l'eau est mesurée lors des prélèvements réglementaires réalisés par l'ARS mensuellement sur l'ensemble du territoire. A

partir d'une extraction de plusieurs bulletins d'information ARS de différentes villes, nous avons reconstruit la variabilité mensuelle de la température d'eau froide pour différentes régions. Cet exercice ne se veut pas exhaustif mais vise à donner des arguments pour justifier des valeurs retenues dans l'outil de simulation.

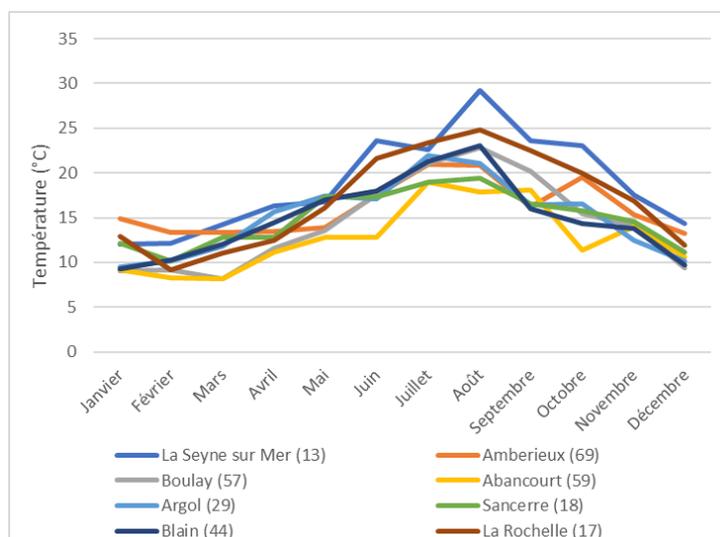


Figure 6 : Evolution au cours de l'année de la température d'eau froide dans différentes régions de France (Source : données ARS – site sante.gouv.fr)

Tableau 8 : Evolution des températures moyennes annuelles de l'eau froide pour différentes régions de France

	PACA	Auvergne Rhône Alpes	Grand Est	Hauts de France	Bretagne	Centre	Pays de la Loire	Nouvelle Aquitaine
°C	18,7	16	14,3	12,8	15	14,9	14,9	16,9

La Figure 6 représente l'évolution au cours de l'année 2022 des températures de 8 villes de France situées dans 8 régions différentes. On observe des différences significatives entre les régions considérées et selon la saison.

En moyenne annuelle, le Tableau 8 révèle des différences de presque 6°C entre la région PACA et la région Hauts de France. En observant la région des Hauts de France, la valeur annuelle moyenne de température est assez proche des données récoltées pour la Belgique. Toutefois la moyenne de ces températures est de 15,4°C, assez proche de la valeur de 15°C retenue dans l'outil de simulation.

En Europe, il existe quelques publications faisant état de l'évolution de la température de l'eau froide distribuée sur les réseaux publics en particulier face au contexte du changement climatique. Dans l'article « *Climate Change: Water Temperature and Invertebrate Propagation in Drinking-Water Distribution Systems, Effects, and Risk Assessment* » les auteurs montrent que la température de l'eau potable distribuée est passée de 11°C à 12.5°C dans le Nord de l'Allemagne (cf. Figure 7).

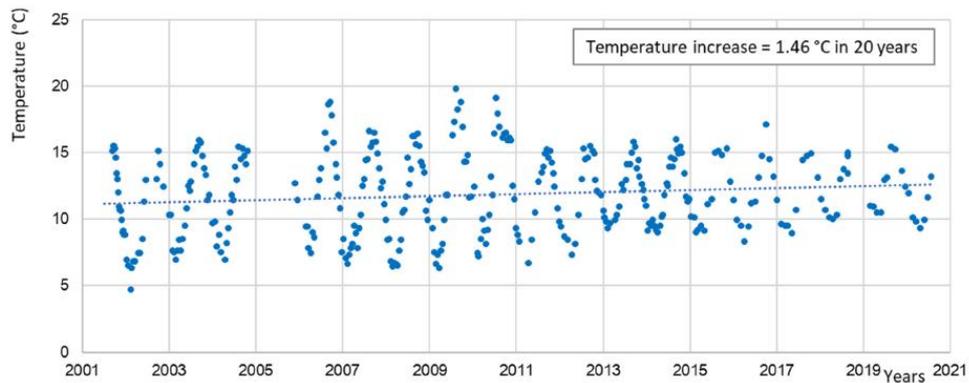


Figure 7 : Evolution de la température de l'eau potable entre 2001 et 2021 dans le réseau de distribution dans le nord de l'Allemagne– extrait de « Climate Change: Water Temperature and Invertebrate Propagation in Drinking-Water Distribution Systems, Effects, and Risk Assessment »

En Hollande, des mesures de la température au robinet et en sortie de station de production d'eau potable dont la ressource provenait soit d'eau de surface, soit d'eau souterraine (cf. « *Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities* ») ont révélé que la température moyenne de l'eau potable distribuée était également de 12.5°C comme le montre la Figure 8. Ces mesures présentent un effet saisonnalité similaire à celui que l'on connaît en France et en Europe plus généralement.

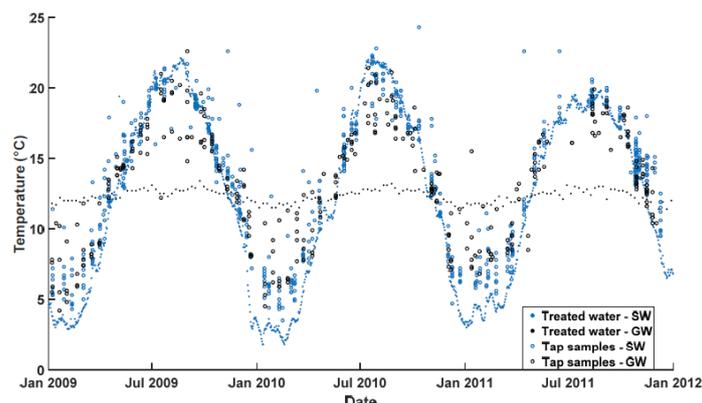


Figure 8 : Evolution de la température de l'eau potable entre janvier 2009 et janvier 2012 en sortie de station de production et au point de puisage en Hollande – extrait de « Drinking Water Temperature around the Globe: Understanding, Policies, Challenges and Opportunities »

Dans ce même article, une revue des mesures de température en sortie de station de production ou au point de puisage est présentée sous la forme de plage de températures pour les pays suivants : Colombie, République Tchèque, France, Italie, Hollande, Serbie, Afrique du Sud, Espagne et Royaume-Uni. Il est alors possible de faire les hypothèses suivantes :

- Le Royaume-Uni, la Serbie et La république Tchèque présentent des similarités avec la Hollande ;
- Bien que l'Italie présente des différences importantes entre le sud et le nord, en moyenne, on peut faire l'hypothèse que la température d'eau froide est similaire à celle de la France ;

- L'Espagne présente des températures d'eau froide plus importante qu'en France, on peut supposer 19°C en moyenne ;
- L'Afrique du Sud présente des valeurs de température supérieures à 20°C ;
- La Colombie présente des valeurs de température supérieures à 25°C.

Les propositions pour faire évoluer cette donnée d'entrée consisteraient à :

- **Régionaliser la valeur de température d'eau froide en France grâce au Tableau 8, ou à défaut conserver 15°C ;**
- **Adapter la valeur de température de l'eau froide grâce aux informations de la littérature scientifique ou par extrapolation des valeurs des régions françaises les plus proches.** Une proposition de tableau de référence est donnée en Annexe 2.

Par ailleurs il convient de rappeler que la valeur de température de l'eau froide est réglementaire en France et qu'elle ne doit pas dépasser 25°C (pour prévenir le développement de légionnelles dans le réseau d'eau froide).

5.3.2. Température d'eau mitigée

La connaissance de la température moyenne de l'eau d'une douche est difficile à obtenir. Elle est variable d'une personne à une autre et souvent méconnue des usagers. Les utilisateurs de mitigeurs thermostatiques bénéficient la plupart du temps d'une butée de température à 38°C pour le risque brûlure qui laisse penser que la température est plus homogène pour ces utilisateurs.

Au CSTB, une étude a eu lieu en 2022 pour mieux comprendre les comportements et attentes en termes de confort durant l'expérience « douche ». Cette étude a été menée sur un panel de 40 usagers de la région nantaise, moitié homme, moitié femme, avec ou sans shampoing. Les résultats synthétiques sont reportés sur la Figure 9. Il ressort de cette étude que le temps moyen passé sous la douche est de 4 minutes et que la température moyenne de la douche est de 38,5°C. Cette valeur est tout à fait comparable à la valeur de 39°C retenue dans l'outil de simulation.



/ 16

Figure 9 : Résultats d'une étude interne CSTB sur le comportement des usagers sous la douche

5.4. Données marchés

5.4.1. Prix de l'eau

Le prix de l'eau est spécifié pour chaque pays ; il s'agit d'un prix moyen. En France les prix de la production d'eau potable, de l'assainissement et de l'abonnement au service d'eau sont collectés annuellement par l'observatoire national des services de l'eau et de l'assainissement à partir des données fournies par les entités de gestion. Ces données sont structurées dans la base de données SISPEA et son analyse montre que pour la France, le prix est variable d'une région à une autre. La Figure 10 montre que le prix moyen par région peut varier de 3.31 € à 5€ le m³.

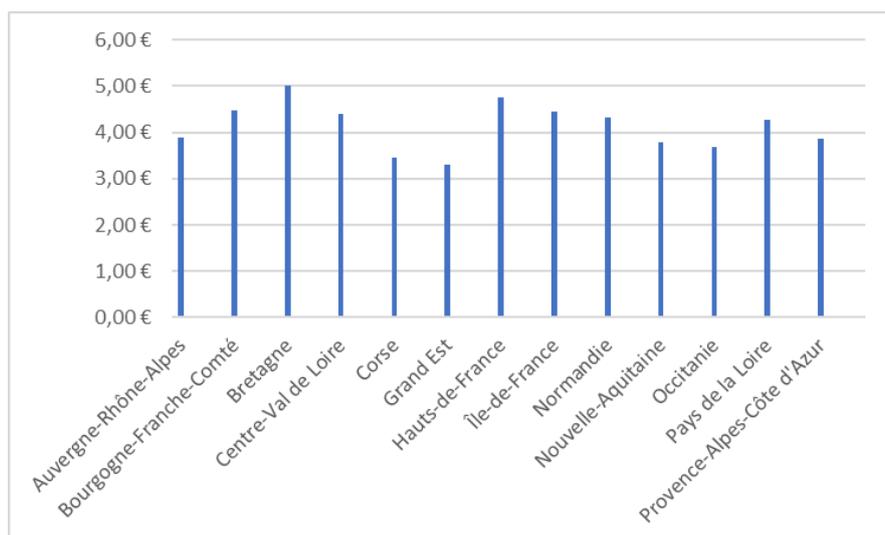


Figure 10 : Prix de l'eau 2022 par région

La moyenne nationale issue de ce jeu de données est de 4,13€ par m³ d'eau. C'est légèrement plus que la valeur retenue dans l'outil de simulation (4,05€). Par ailleurs une hausse moyenne du m³ au 01/01/2023 a été annoncée dans la plupart des grandes villes, hausse comprise entre 4 et 10% (Source Eau de Paris). Cette hausse doit être prise en compte dans le simulateur.

En Europe la situation est très variable d'un pays à un autre, en fonction du type de politique publique, du mode d'assainissement prioritaire, de la disponibilité de la ressource...

Le baromètre 2017 du prix de l'eau dans 10 pays européens est présenté sur la Figure 11. Ces prix moyens reposent sur une comparaison des prix des services de l'eau et de l'assainissement dans les 5 plus grandes villes des 10 pays européens étudiés.



Figure 11 : Baromètre 2017 du prix de l'eau sur 10 pays européens – source FP2E : 11^{ème} baromètre des prix des service de l'eau en Europe

Le Tableau 9 propose une actualisation de cet observatoire en se basant sur l'augmentation du prix de l'eau constatée en France entre 2017 et 2022. Ce tarif est comparé au tarif du simulateur pour ces 10 pays d'Europe. L'écart de prix entre le simulateur et cette proposition varie principalement dans une fourchette de -10% à +10%. L'Italie, les Pays-Bas et l'Allemagne ressortent comme des points singuliers.

Tableau 9 : Prix de l'eau en Europe – proposition d'actualisation du prix issu du baromètre 2017

	Tarif 2017	Tarif actualisé	Tarif Simulateur	Ecart données
	€/m ³			simulateur/actualisé
Italie	1,43	1,66	2,74	65,06%
Espagne	2,24	2,59	2,22	-14,29%
Suède	3,39	3,93	4,15	5,60%
France	3,56	4,4	4,05	-7,95%
Belgique	4,25	4,93	5,55	12,58%
Royaume-Uni	4,41	5,11	4,57	-10,57%
Finlande	4,47	5,18	5,35	3,28%
Pays-Bas	4,56	5,29	4,39	-17,01%
Allemagne	5,21	6,04	5,24	-13,25%
Danemark	6,61	7,67	8,37	9,13%

Sans plus de données fiabilisées, il est proposé d'actualiser le prix de l'eau en France à 4.4 €/m³ et de conserver le tarif pour les autres pays, éventuellement augmenté de 4% pour tenir compte de l'inflation européenne.

5.4.2. Prix de l'énergie

Comme nous l'avons précisé dans ce document, le poids de l'énergie sur le coût du mètre cube d'eau chaude est significatif. La crise énergétique que nous connaissons actuellement nécessite d'actualiser régulièrement les tarifs de référence de l'énergie pour que l'évaluation des économies en euros soit la plus fiable possible.

Nous avons récolté les tarifs du kWh (électrique ou gaz) pour plusieurs pays d'Europe sur les périodes de référence correspondantes à août 2021 et août 2022 à partir du site internet HelloWatt. Ces tarifs correspondent au prix payé par l'utilisateur (abonnement inclus). Le Tableau 10 compare ces données aux données du simulateur qui s'appuient sur les tarifs de décembre 2020 pour l'électricité et mi-2021 pour le gaz. Ces données sont relativement cohérentes avec les données collectées sur le site HelloWatt. Les augmentations constatées en 2022 peuvent conduire à des augmentations très significatives. Il est conseillé de mettre à jour ces coûts dans le simulateur a minima pour les pays référencés dans le tableau. On peut également, pour les pays pour lesquels nous n'avons pas de données, extrapoler en utilisant les tendances européennes, en sachant que certains pays ont des situations atypiques (exemple de la France, de l'Espagne et du Portugal où la mise en place de « bouclier tarifaire » a limité l'augmentation).

Tableau 10 : Baromètre européen des prix de l'énergie – source HelloWatt

	Prix moyen en centimes d'euros par kWh (c€/kWh)					
	Electricité			Gaz		
	Août 2021	Août 2022	Simulateur	Août 2021	Août 2022	Simulateur
Allemagne	34,16	56,30	30,43	6,63	31,63	8,06
Belgique	28,97	51,18	27,93	6,92	15,5	9,39
France	19,47	21,30	18,93	7,86	11,21	8,5
Italie	22,89	41,51	22,26			9,86
Pays-Bas	19,34	55,85	14,27	10,82	32,63	12,93
Royaume-Uni	30,01	46,75	22,03	4,36	9,6	NA
Espagne	17,98	38,29	22,39	9,59	7,58	8,97

5.4.3. Empreinte environnementale du mix énergétique

Pour calculer les réductions d'émissions de CO₂ dues à l'utilisation d'un robinet thermostatique, l'outil de simulation utilise la formule de gain énergétique appliquée à une valeur de référence de masse de CO₂ par kWh en fonction du mix énergétique du pays considéré.

La masse de carbone par kWh issue de la filière électrique est fournie par pays. Elle s'appuie sur une base de données Open Source à partir de données annualisées (<https://app.electricitymaps.com/zone/FR>).

Elle est variable chaque année et d'un pays à un autre car elle dépend des filières de production existantes (renouvelable, nucléaire...).

Lorsque la donnée n'existe pas pour un pays, le calcul d'économie n'est pas effectué. Par exemple, la valeur retenue dans l'outil pour la France est de 148 gCO₂/KWh. En comparaison, la valeur retenue dans la base INIES pour la réalisation des fiches environnementales FDES est de 65 gCO₂/KWh.

Concernant la masse de carbone par kWh issue de la filière gaz, une unique valeur est retenue pour l'ensemble des pays couverts par l'outil. Elle provient de données produites par l'ADEME et Carbone 4 qui sont tout à fait sérieuses. Cette approche globale est acceptable pour les pays européens dont l'approvisionnement en gaz est similaire. Si l'outil est décliné à d'autres continents (en particulier les USA) il conviendra d'actualiser cette donnée.

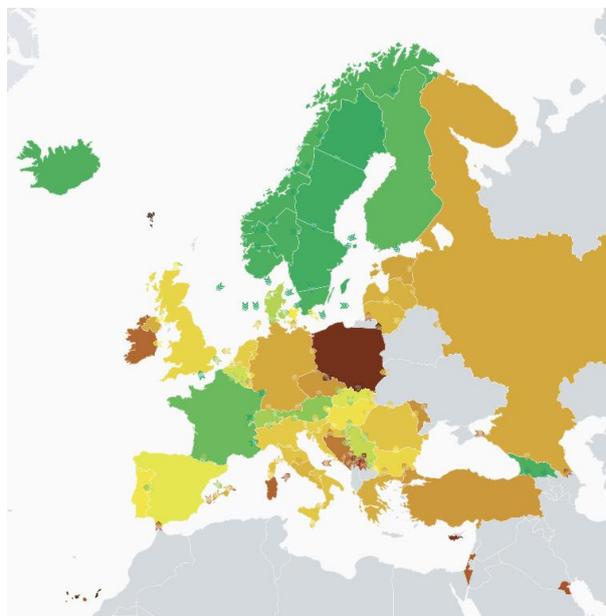


Figure 12 : Carte d'intensité carbone gCO₂/kWh – Electricity Maps

6. CONCLUSION

L'outil de simulation développé par la société Vernet permet de quantifier les gains annuels apportés par l'utilisation d'un robinet thermostatiques en lieu et place d'un autre équipement de robinetterie sanitaire. Ce gain est traduit en euros, en volume d'eau et masse de carbone.

L'évaluation des économies d'eau générées par l'usage d'un robinet thermostatique en lieu et place d'un autre équipement de robinetterie semble tout à fait pertinente moyennant les quelques ajustements dans les hypothèses retenues et proposées dans ce document. L'hypothèse la plus forte et pour laquelle nous ne disposons pas de données fiables dans la littérature est celle concernant les temps moyens passés sous la douche lorsque l'on utilise un robinet mitigeur thermostatique, mécanique ou mélangeur. Ces données pourraient être obtenues à partir d'études sensorielles et comportementales réalisées sur des panels utilisateurs représentatifs.

Le calcul des réductions d'émissions carbone semble cohérent dans la mesure où l'ordre de grandeur annuel obtenu à partir de l'outil est significatif par rapport aux données environnementales des FDES sur des produits de la robinetterie bain/douche (cf. base INIES). Néanmoins les valeurs de masse de CO₂ par kWh devraient être actualisées, en particulier pour la France, cette valeur doit être homogène à la référence retenue pour l'évaluation des FDES produits.

Concernant l'affichage des caractéristiques environnementales des robinets thermostatiques, le Décret n° 2021-1674 du 16 décembre 2021 relatif à la déclaration environnementale de produits de construction et de décoration ainsi que des équipements électriques, électroniques et de génie climatique précise que les allégations environnementales des produits sont soumises à une déclaration environnementale. Même si la technologie thermostatique ne constitue pas un produit fini, il convient d'être vigilant sur la manière de communiquer ses « performances ».

ANNEXE 1

Empreinte carbone de la production électrique pour les pays européens en fonction de leur mix énergétique : valeurs moyennes entre juillet 2022 et juin 2023 en grCO₂eq/kWh intégrant la variabilité du mix énergétique sur l'année en fonction de la demande. Données issues du site <https://app.electricitymaps.com/zone/FR>.

PAYS	EMPREINTE CARBONE (gr CO ₂ eq/kWh)
Austria	213,92
Belgium	172,67
Bulgaria	458,17
Cyprus	919,67
Czech Republic	512,17
Denmark	161,00
Estonia	331,50
Finland	110,83
France	79,67
Germany	449,67
Greece	424,58
Hungary	282,75
Iceland	27,17
Ireland	346,13
Italy (N/S)	337 / 416
Lettonia	239,50
Lithuania	194,75
Luxembourg	329,75
Netherlands	299,50
Norway	35,58
Poland	786,58
Portugal	189,08
Romania	359,25
Slovakia	288,83
Slovenia	246,67
Spain	179,83
Sweden (N/S)	17 / 30
Switzerland	128,25
UK England & Wales	225,08
UK Scotland	225,08

ANNEXE 2

Température de l'eau froide distribuée dans les logements pour les pays européens – valeurs moyennes annuelles intégrant la variabilité saisonnière. Ces données sont issues de la littérature scientifique (noir) ou extrapolées à partir des tendances constatées en France ou dans les pays limitrophes (orange).

PAYS	Température de l'eau froide (°C)
Austria	12.5
Belgium	12.5
Bulgaria	12.5
Cyprus	19
Czech Republic	12.5
Denmark	11
Estonia	11
Finland	11
France (N/S)	14 / 16
Germany	12.5
Greece	19
Hungary	12.5
Iceland	11
Ireland	12.5
Italy (N/S)	14 / 17
Lettonia	11
Lithuania	11
Luxembourg	12.5
Netherlands	12.5
Norway	11
Poland	12.5
Portugal (N/S)	14 / 19
Romania	12.5
Slovakia	12.5
Slovenia	12.5
Spain (N/S)	14 / 19
Sweden (N/S)	10 / 12
Switzerland	12.5
UK England & Wales	12.5
UK Scotland	12.5