

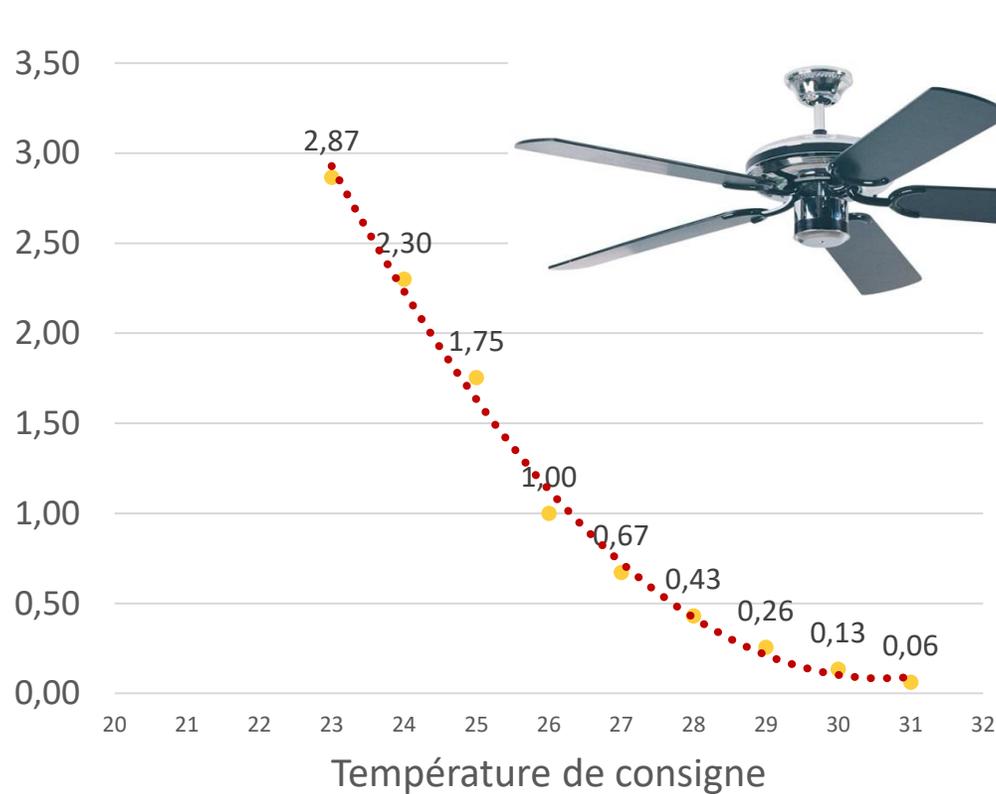
Climatisation et sobriété

Thierry SALOMON

AG de GEFOSAT

Montpellier

27 juin 2024



Confort d'été et besoins de clim', quelques interrogations simples ... et complexes.

Quelles sont les influences de la localisation et du climat futur sur les besoins de clim' ?

Comment ces besoins varient-ils avec l'isolation, l'orientation, les occultations ?

Le mode d'utilisation d'une climatisation par l'habitant (sobriété ou non) est-il un facteur important ?

Comment va évoluer en France la conso de clim' du secteur résidentiel jusqu'en 2050 ?

Contexte

A la demande de l'Ademe, **IZUBA énergies** a réalisé une étude sur les consommations prévisionnelles de climatisation en 2020-2050 par modélisation du parc français de logements individuels et collectifs.

Lors de cette étude, des analyses de sensibilité par simulation dynamique thermique ont permis de mettre en évidence l'influence de plusieurs paramètres sur les besoins énergétiques de climatisation.

On se reportera au rapport final pour le détail précis du cadre de l'étude « **Amélioration du modèle MICO** », des logiciels utilisés et des hypothèses de calcul.



Étude réalisée par Jean-Baptiste BEIS et Thierry SALOMON



Amélioration du modèle MICO

Rapport final

Maître d'ouvrage	ADEME – Service Bâtiment
Adresse postale	500 route des lucioles 06560 VALBONNE
Contact	Céline LARUELLE
e-mail	celine.laruelle@ademe.fr
Tél	04 93 95 72 53
Code-étude	E1389
Version	300124b
Date	30/01/2024
Dossier suivi par	Jean-Baptiste BEIS – 06 65 06 77 66 jb.beis@izuba.fr Thierry Salomon thierry.salomon@orange.fr

1

Localisation et climat futur

Température et climats futurs

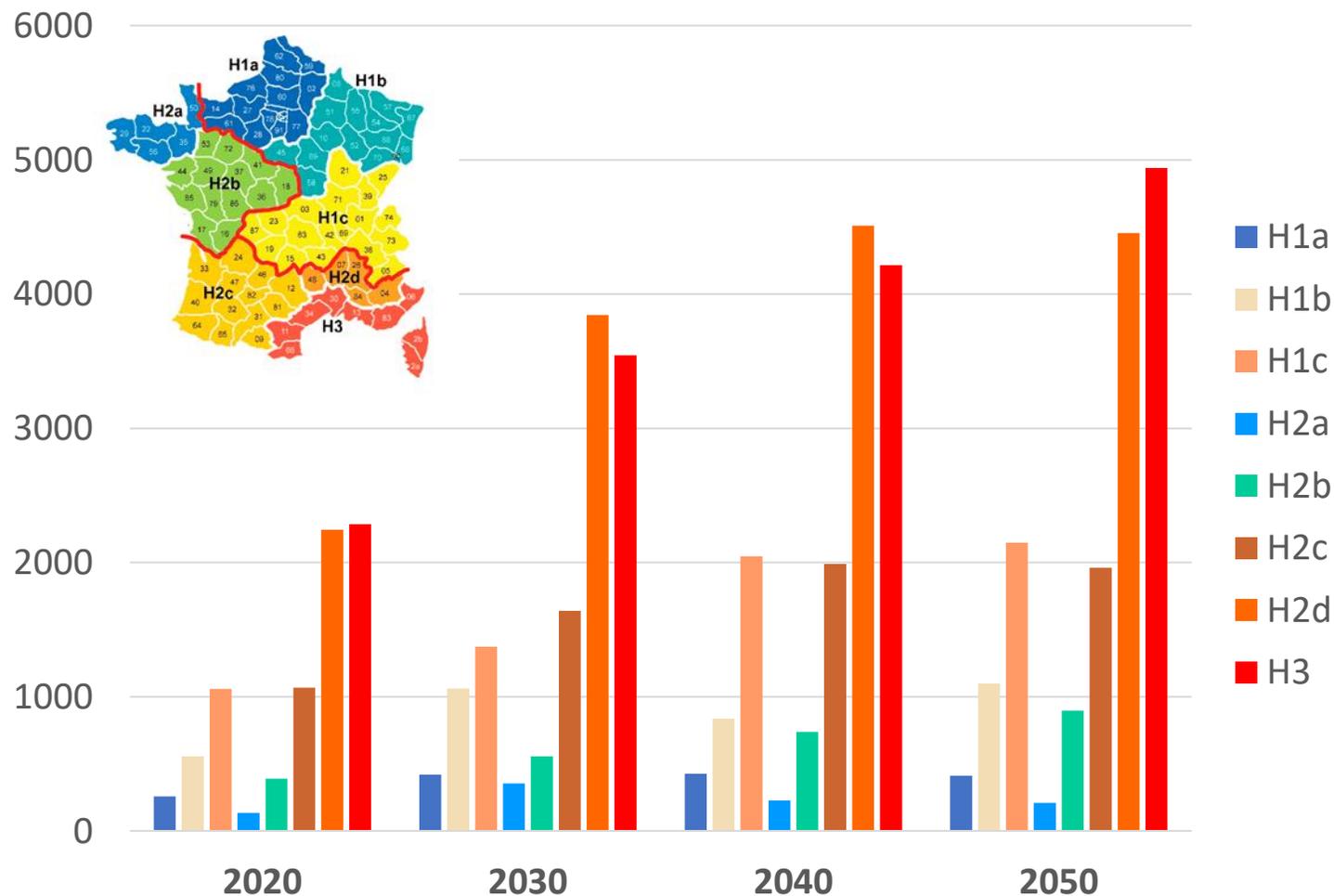
Les cumuls de température > 26°C varieront considérablement selon la localisation et l'évolution future du climat

D'après les projections climatiques du GIEC, et selon les modèles statistiques de MétéoNorm, le cumul des écarts de température avec 26°C (degrés-heures base 26°C) sera très marqué pour les zones H2d (Provence, Ardèche) et H3 (tout le pourtour méditerranéen) : pour celles-ci il sera multiplié par 2.5 en 2050 dans le cas d'une évolution climatique de type du GIEC RCP 4.5.

Et les zones H1c et H2e auront en 2050 des niveaux proches de H3 en 2000.

DH base 26° annuels par zone climatique (France métropole)

Source Météonorm 8.1.4, scénario climatique GIEC RCP 4.5

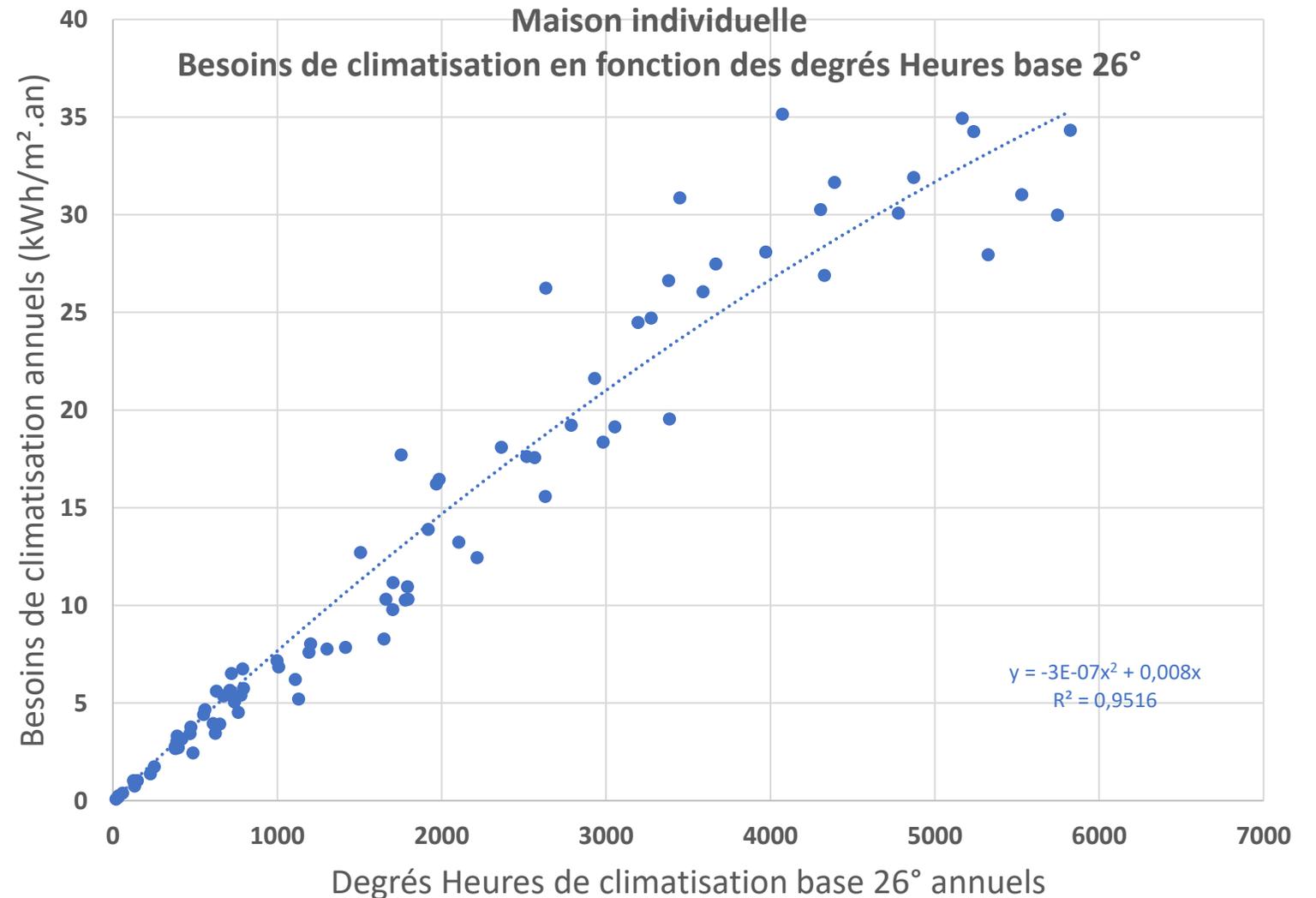


Besoins de climatisation et climats futurs

Le graphique représente la relation entre les besoins de climatisation en kWh/m²/an pour température de consigne de 26°C et les degrés-heures base 26°C correspondants :

- pour la même maison individuelle-type
- pour 21 villes françaises
- pour les années 2020, 2030, 2040 et 2050
- et pour les 3 scénarios climatiques du GIEC RCP 2.6, 4.5 et 8.5

Les besoins de climatisation évoluent de façon très linéaire avec les degrés-heures base 26°C entre 0 et 3500 DH, la dispersion étant un peu plus élevée ensuite pour les climats les plus chauds



2

Isolation
Orientation
Occultation

Besoins de climatisation en fonction de l'isolation

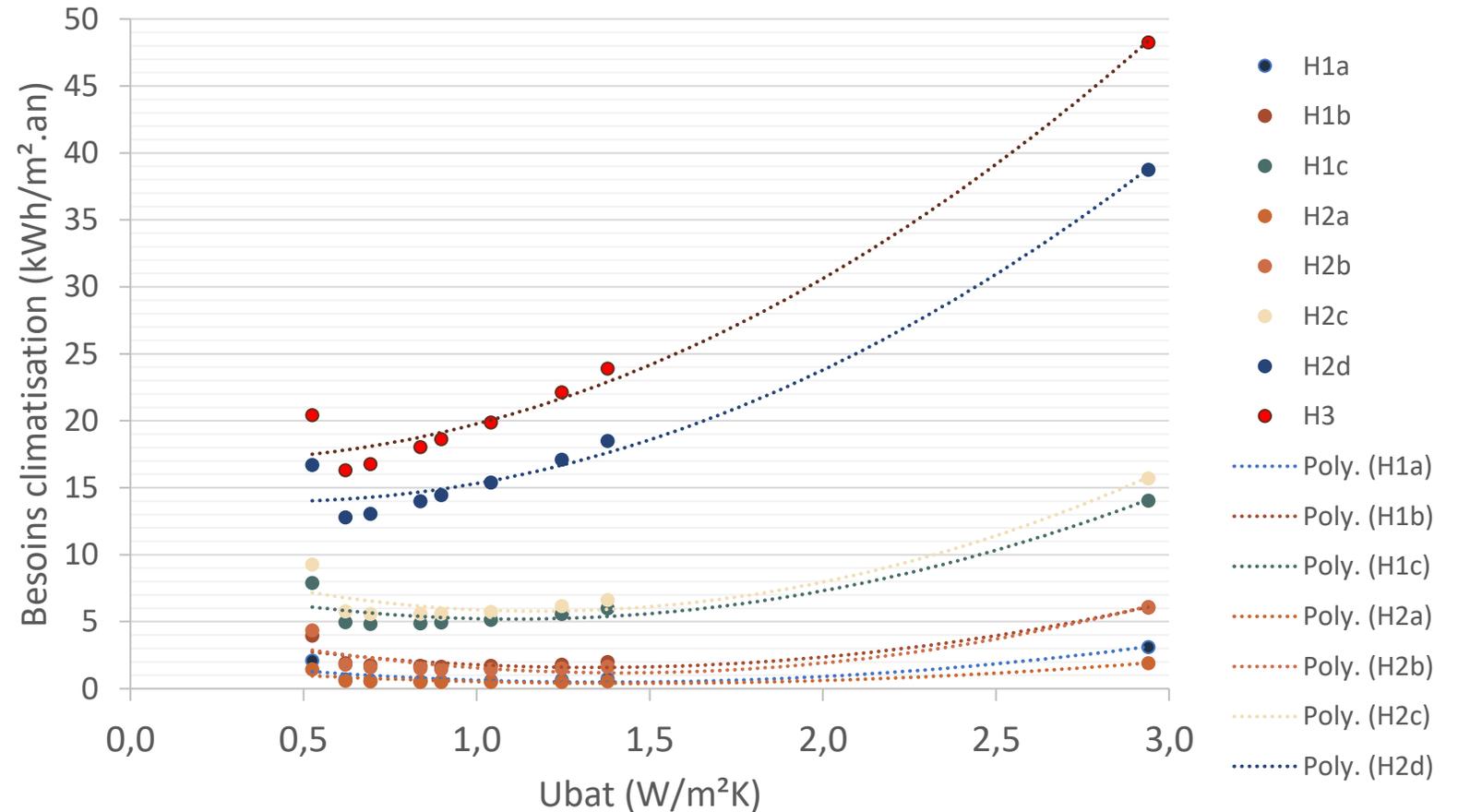
Plus la maison est isolée, plus les besoins de climatisation diminuent.

Cependant à un fort niveau d'isolation un « effet thermos » apparaît et les besoins de climatisation sont inchangés puis augmentent.

Cette inversion est nette lorsque l'on atteint un U_{bat} de l'ordre de $0.5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Il est alors indispensable de parer aux risques de surchauffe par des dispositifs d'évacuation de la chaleur interne (ventilation nocturne, double flux) ainsi que de protection solaire, d'inertie, ou encore des mesures d'adaptation comme les brasseurs d'air...

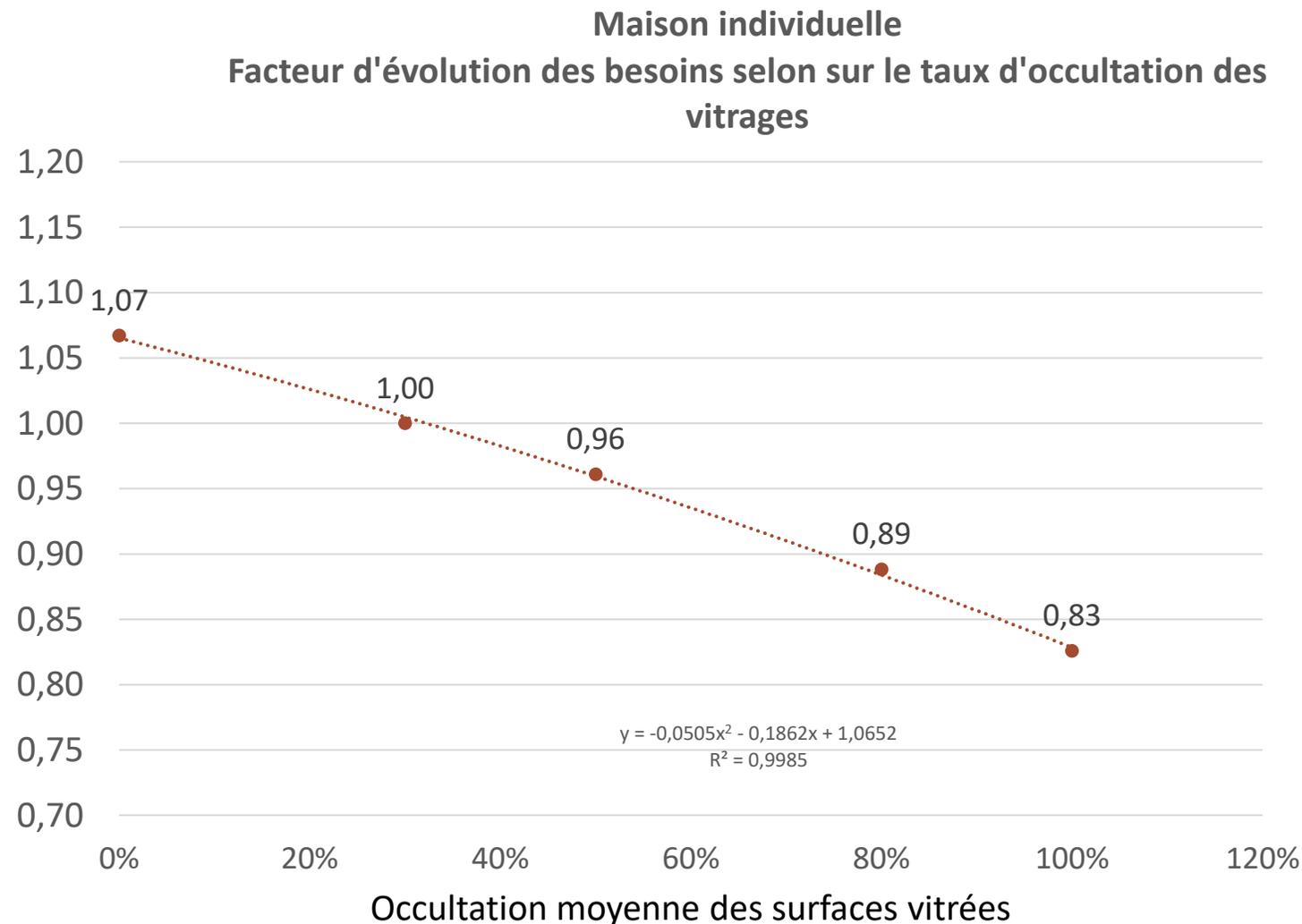
MAISON INDIVIDUELLE
Impact du coefficient général de déperdition U_{bat} sur les besoins en climatisation par zone



Besoins de climatisation en fonction du taux d'occultation

Les besoins de climatisation diminuent si le taux d'occultation des vitrages augmente ...

... mais dans des proportions relativement moindres que d'autres facteurs comme la température de consigne.

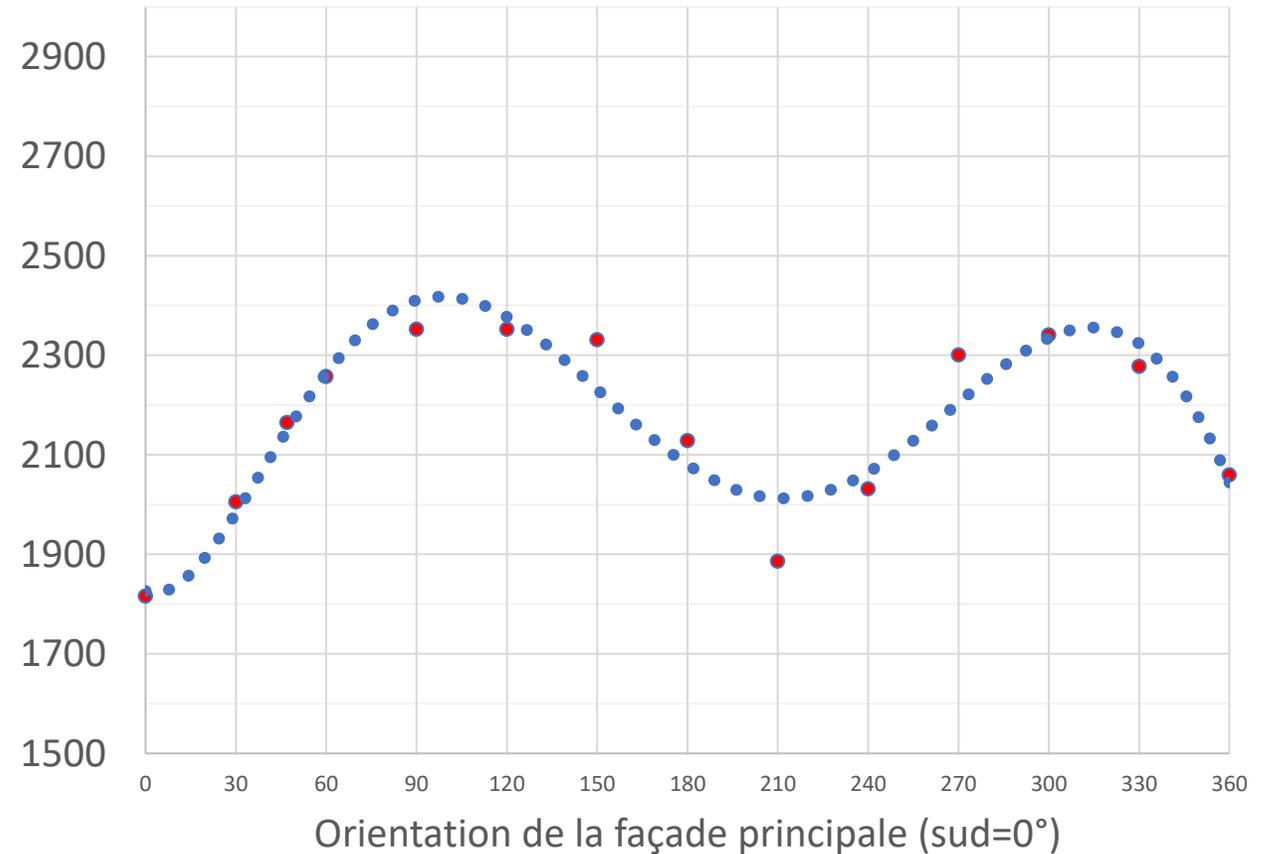


Besoins de climatisation en fonction de l'orientation

Les orientations de la façade principale les plus sensibles sont les deux orientations 45° à 150° (soit Sud-Ouest à Nord-Nord-Ouest) et 270° à 330° (soit Est à Sud-Sud-Est).

Une orientation plein Sud (à plus ou moins 15 degrés près) est relativement peu pénalisante car le Soleil étant au plus haut, son angle d'incidence avec les vitrages situés sur l'orientation principale est très élevé, d'où une forte réflexion vitreuse et une faible transmission du flux solaire.

Maison individuelle : Evolution des besoins de climatisation en kWh/an en fonction de l'orientation de la façade principale



3

Mode d'usage

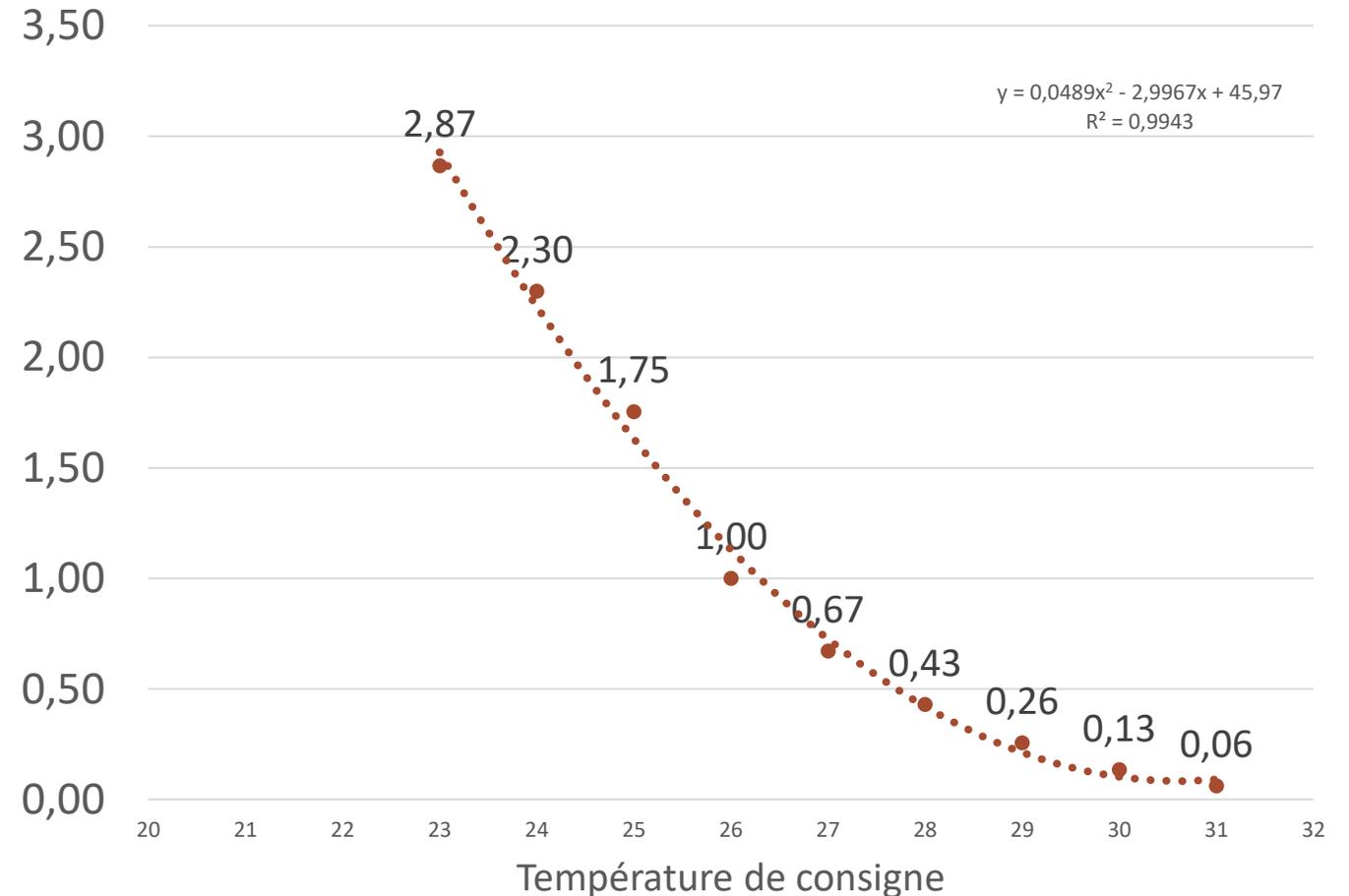
Besoins de climatisation et température de consigne

Dans une maison individuelle, une consigne à 25° augmente d'un facteur 1,75 les besoins par rapport à 26°C, et quasiment d'un facteur 3 pour un réglage à 23°C.

Réciproquement une consigne fixée à 28°C au lieu de 26°C (donc un peu plus élevé mais permettant d'éviter des surchauffes physiologiquement fatigantes) diminue de plus de la moitié les besoins thermiques de climatisation : à équipement identique les consommations d'électricité seront donc diminuées d'un facteur 0,43 soit une réduction de 57 %.

On retrouve la même évolution, mais à un degré légèrement moindre dans le collectif.

Variation des besoins selon la température de consigne par rapport à une consigne de 26°C

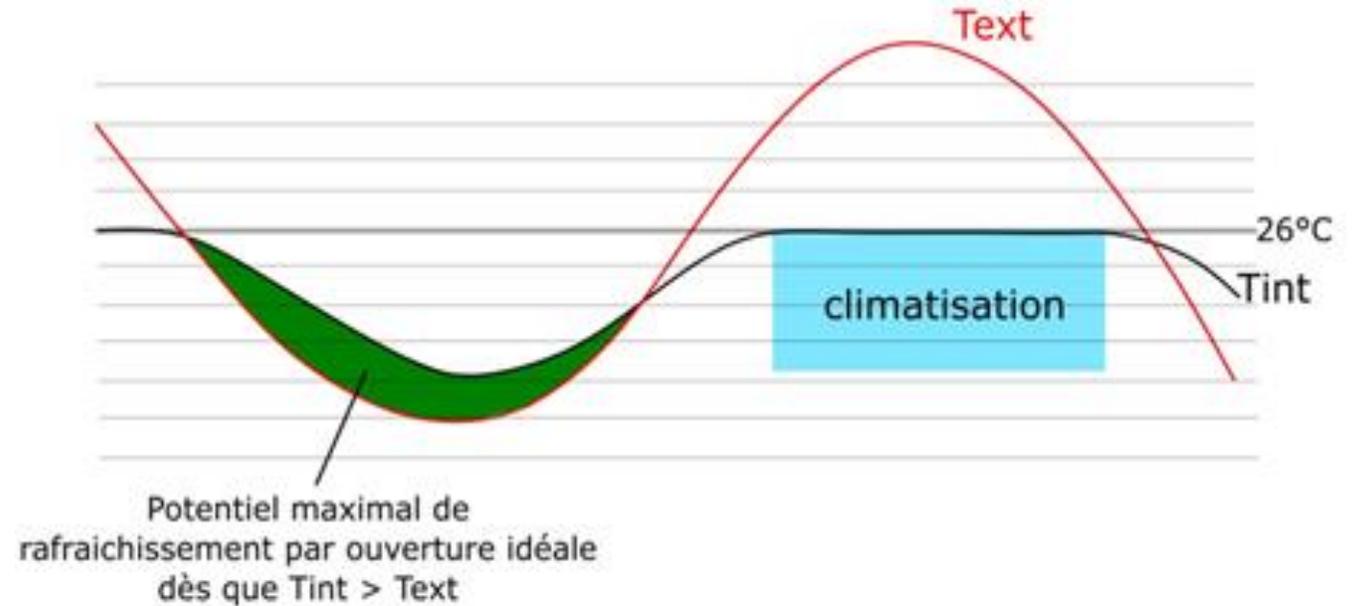


Besoins de climatisation et ouverture des fenêtres

Quel est l'impact sur les besoins de climatisation d'une ouverture/fermeture des fenêtres trop tôt ou trop tardive ?

Les simulations effectuées permettent de tirer quelques enseignements pour :

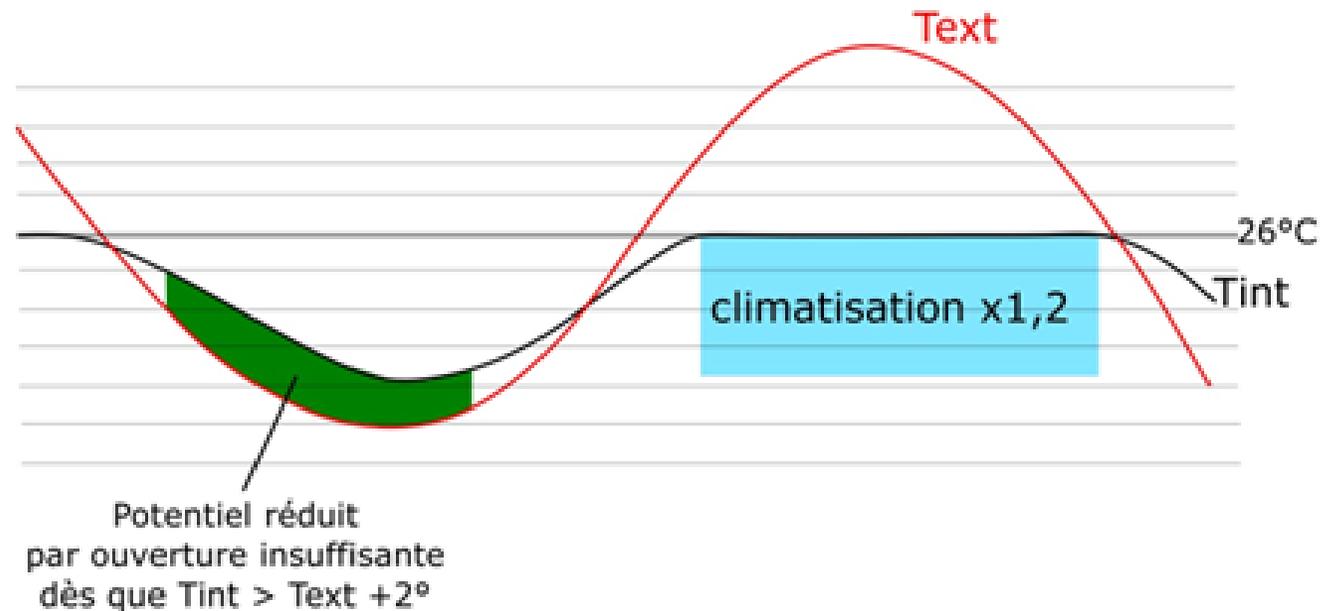
- une maison individuelle-type,
- un climat moyen,
- et par rapport à une ouverture (le soir) ou fermeture (le matin) dite « idéale » ou « parfaite », c'est-à-dire intervenant exactement au moment où la température extérieure est égale à la température intérieure.



Ouverture des fenêtres « insuffisante »

Si l'on ouvre les fenêtres trop tard le soir et si on les referme trop tôt le matin, une ouverture des fenêtres « insuffisante » ne va pas permettre de profiter de tout le potentiel de refroidissement dû à la fraîcheur nocturne extérieure.

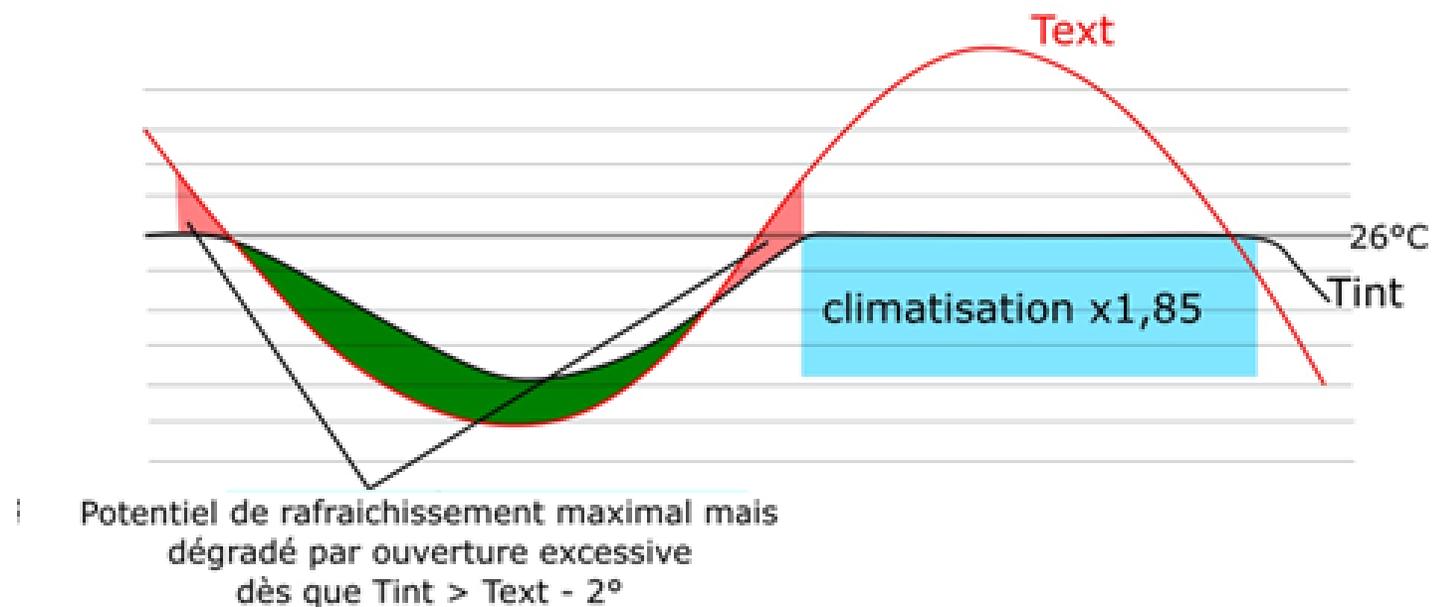
Dans ce cas les besoins de climatisation sont supérieurs de 21 % par rapport à une ouverture « parfaite ».



Ouverture des fenêtres « excessive »

Réciproquement une ouverture des fenêtres « excessive » (donc trop tôt en soirée et fermeture trop tard le matin) va introduire un surcroît de chaleur dans le logement.

Dans ce cas les besoins de climatisation sont supérieurs de 85 % par rapport à une ouverture « parfaite ».

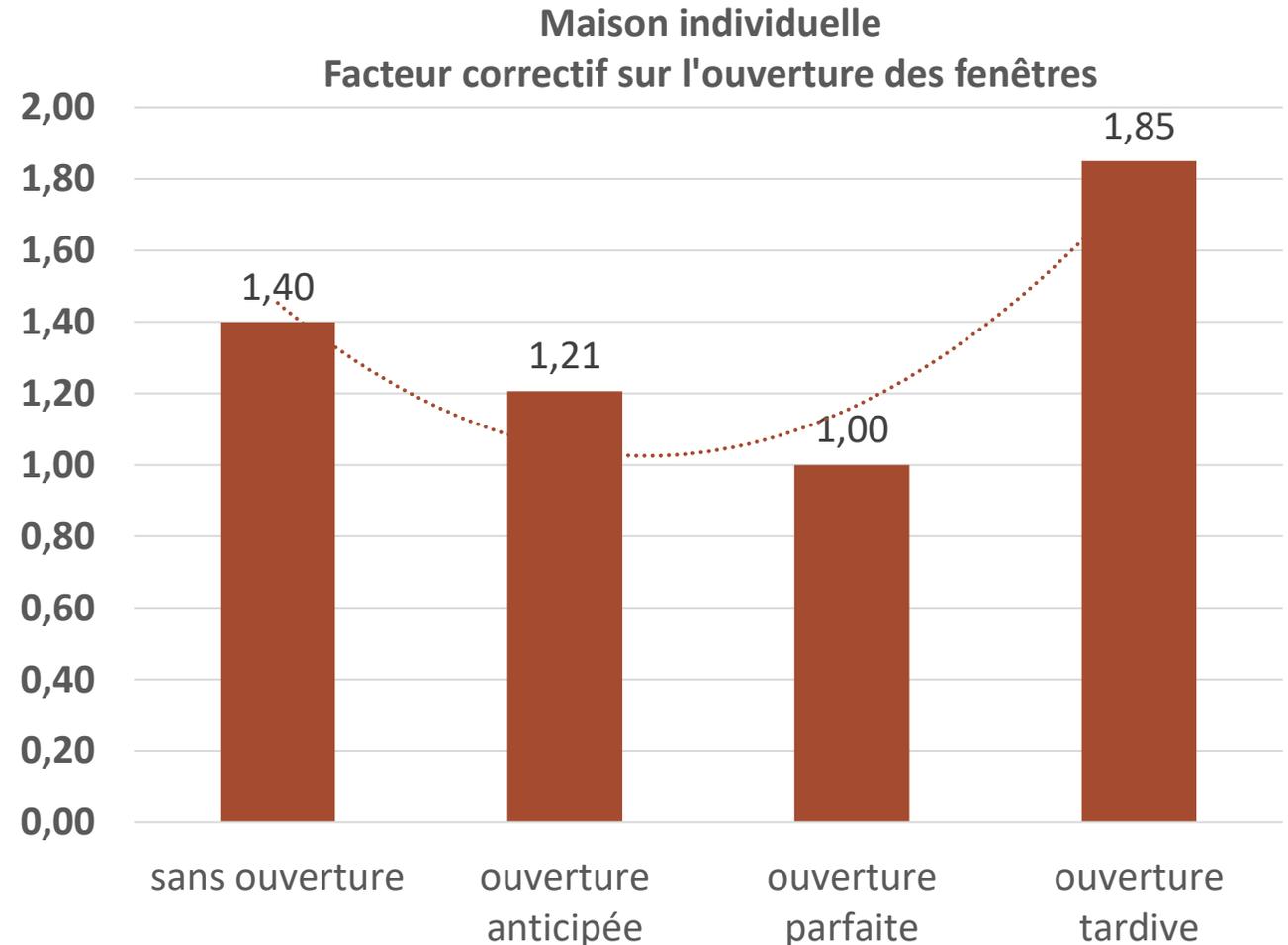


Besoins de climatisation et ouverture des fenêtres

Enfin si on ouvre jamais, les besoins de climatisation sont supérieurs de 40 % à une ouverture « parfaite ».

Bien entendu les impacts effectifs sur les besoins vont dépendre de très nombreux paramètres (localisation, climat, construction, débit de ventilation par les ouvrants, etc) mais ces analyses effectuées sur une configuration moyenne donnent une indication très nette :

Une ouverture mal contrôlée des fenêtres peut limiter fortement le bénéfice de la ventilation nocturne

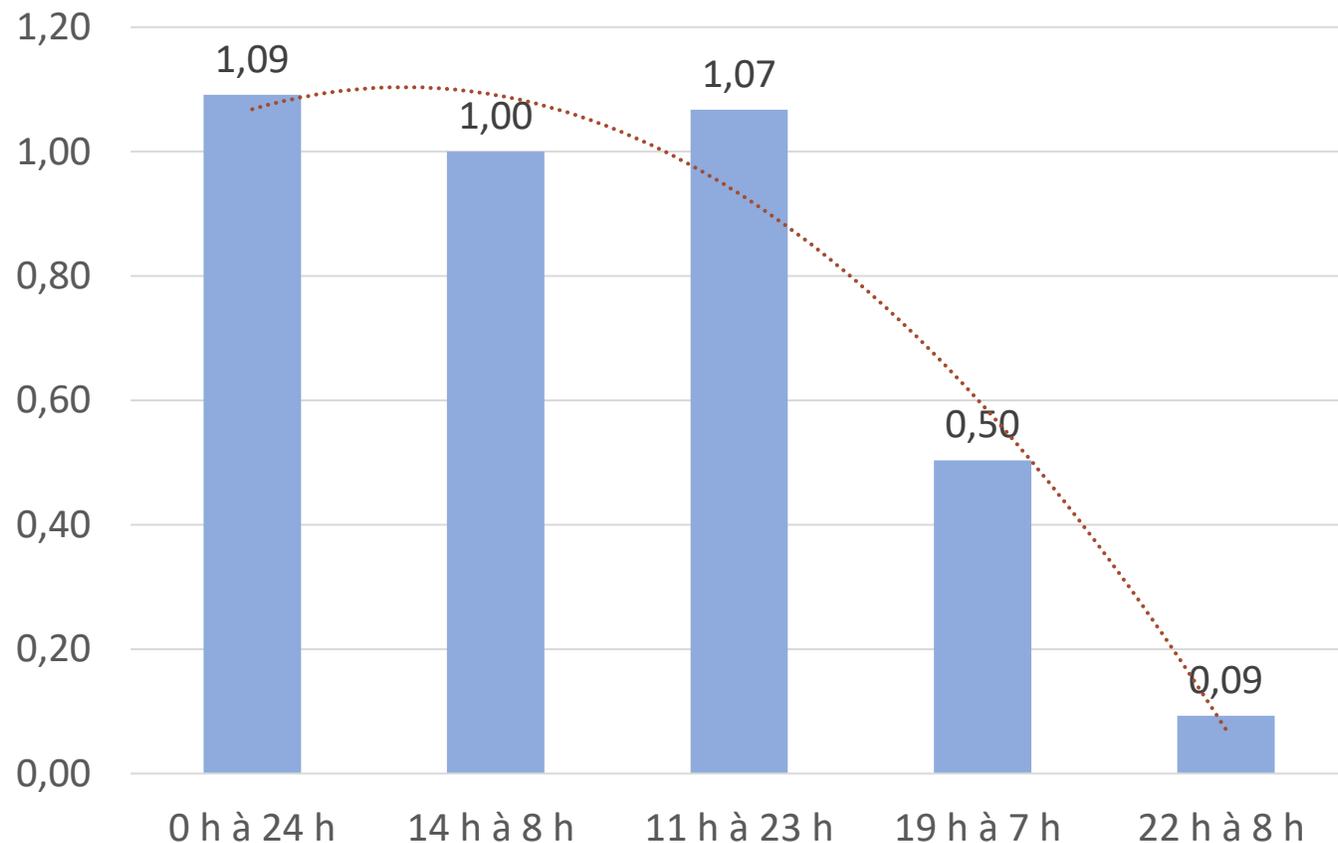


Besoins de climatisation et horaire de fonctionnement

La plage horaire de fonctionnement d'un climatiseur a une nette influence sur les besoins de climatisation.

Par exemple avec les mêmes hypothèses que précédemment (maison individuelle-type, climat moyen) les besoins seront réduits de 50 % si la climatisation n'est en marche que de 19 h à 7 h par rapport à une plage de fonctionnement de 14 h à 8 h : c'est surtout l'après-midi que les besoins de climatisation sont importants d'où l'importance de les atténuer (occultation renforcée, déphasage par l'inertie, etc).

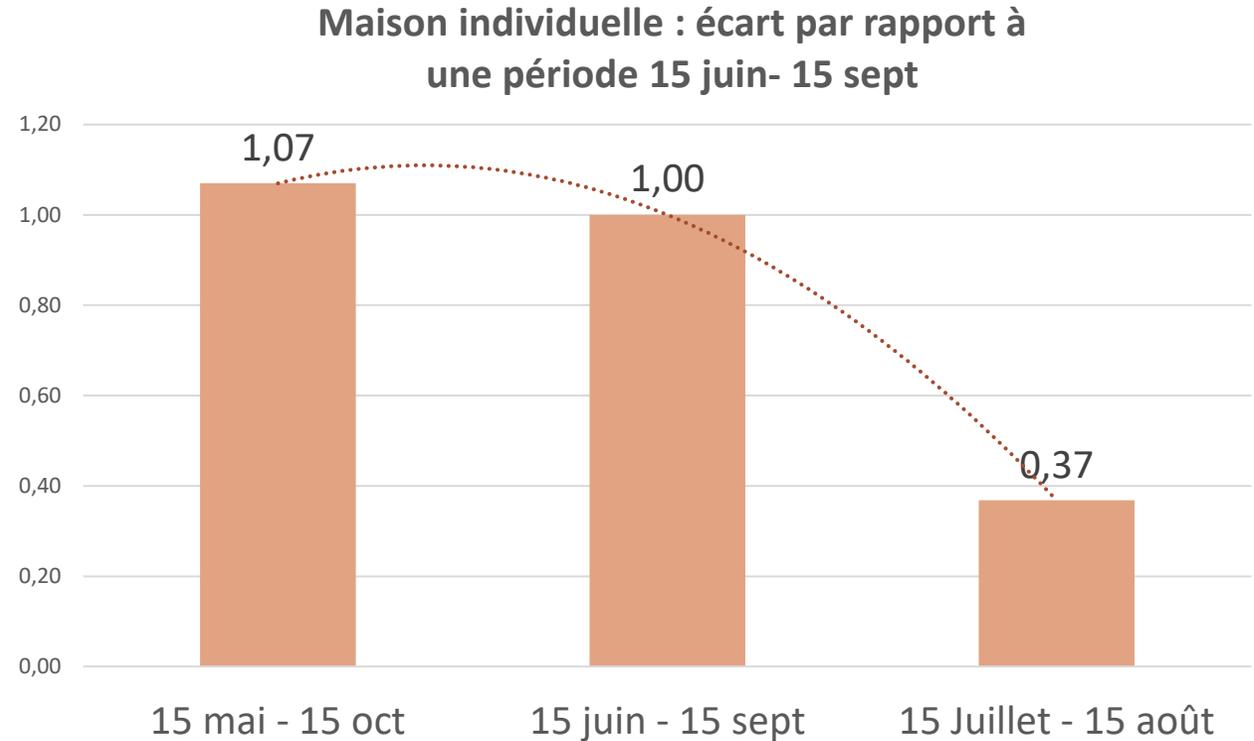
Maison individuelle : écart par rapport à une plage de fonctionnement de la clim' de 14 h à 8 h



Besoins de climatisation et période de fonctionnement

La période annuelle de fonctionnement a aussi une forte influence sur les besoins de climatisation.

Ainsi, toujours avec les mêmes hypothèses que précédemment, une longue plage de fonctionnement 15 mai - 15 octobre consommera 3 fois plus (rapport 1.07/0.37) que si la climatisation est en marche que du 15 juillet au 15 août.



4

Scénarios

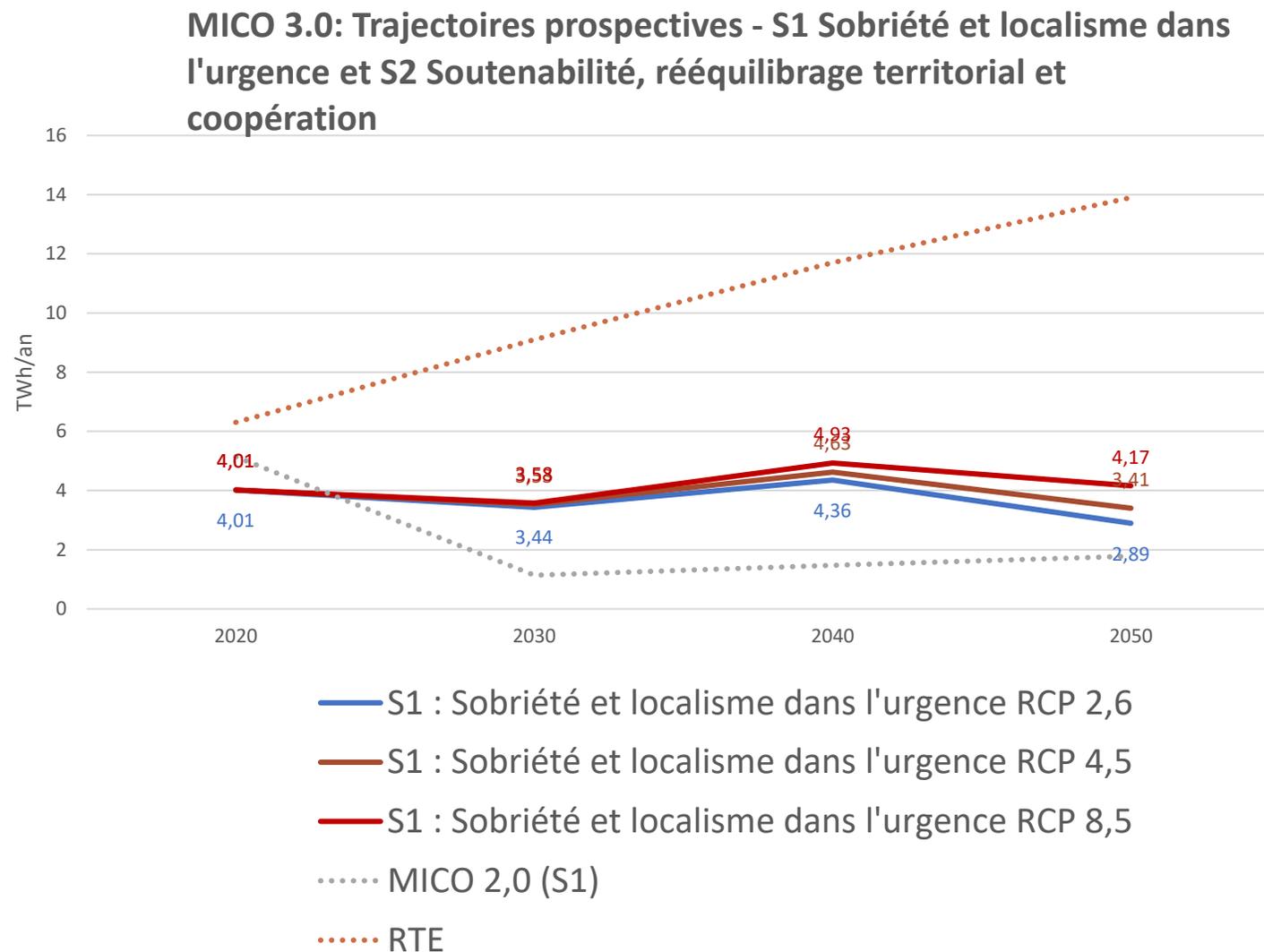
Estimation des consommations 2020

En **2020**, en France Métropolitaine, les consommations électriques liées à la climatisation du parc résidentiel sont dans les différents scénarios proposés évaluées aux niveaux suivants :

- ADEME : **3,5 TWh/an** (4 TWh/an avec les territoires d'outre-mer).
- MICO (version antérieure) : **4,7 TWh/an**
- RTE (Futurs Energétiques) : **6,3 TWh/an** mais sur climatisation ET sur la ventilation
- Ministère de la Transition Ecologique : **1,7 TWh/an**

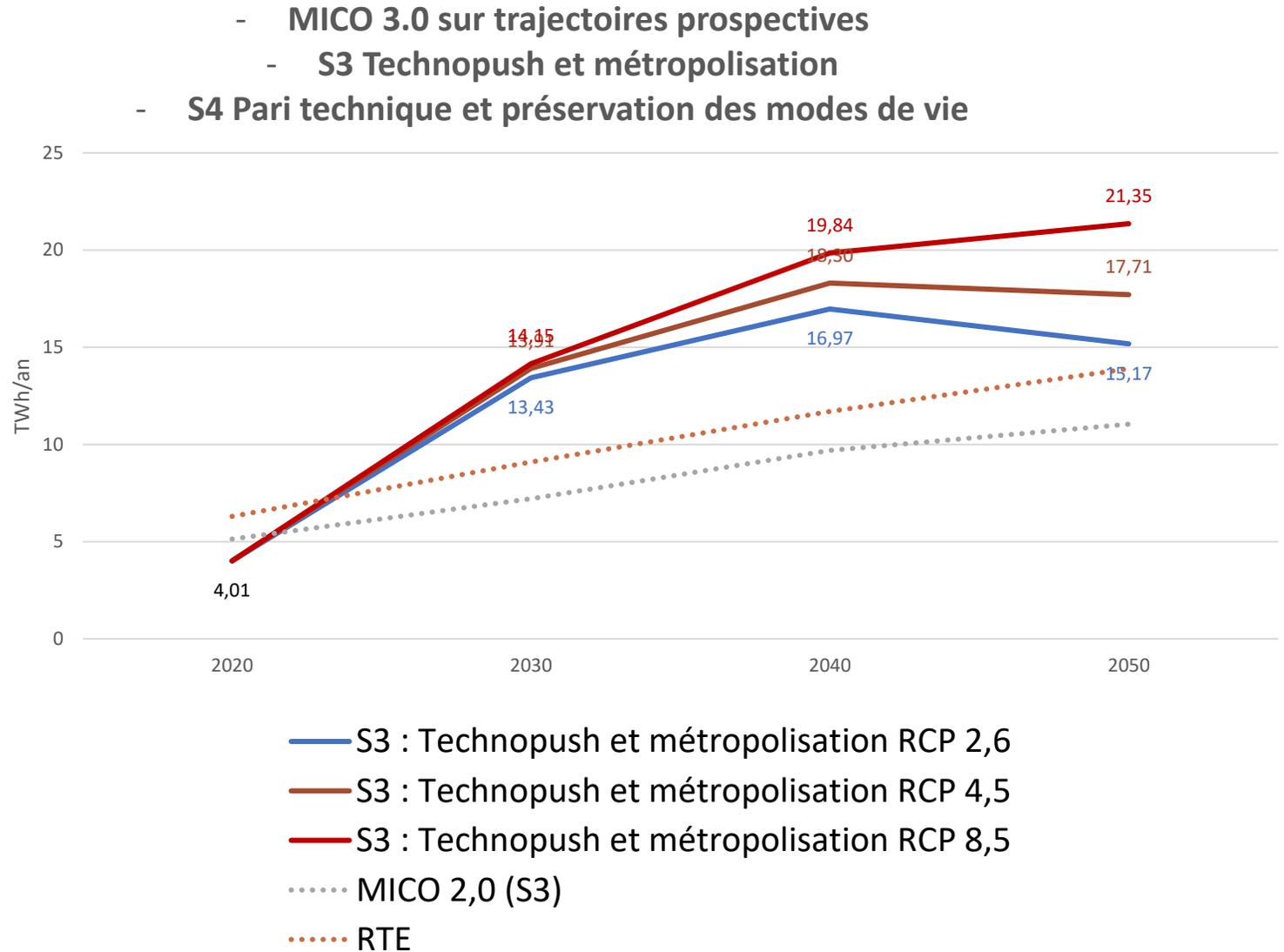
Estimation 2050 pour des scénarios Ademe S1 et S2

Dans les scénarios Ademe S1 et S2, où les utilisateurs ont un comportement plus sobre, les consommations d'électricité restent relativement maîtrisées et stables.



Estimation 2050 pour des scénarios Ademe S3 et S4

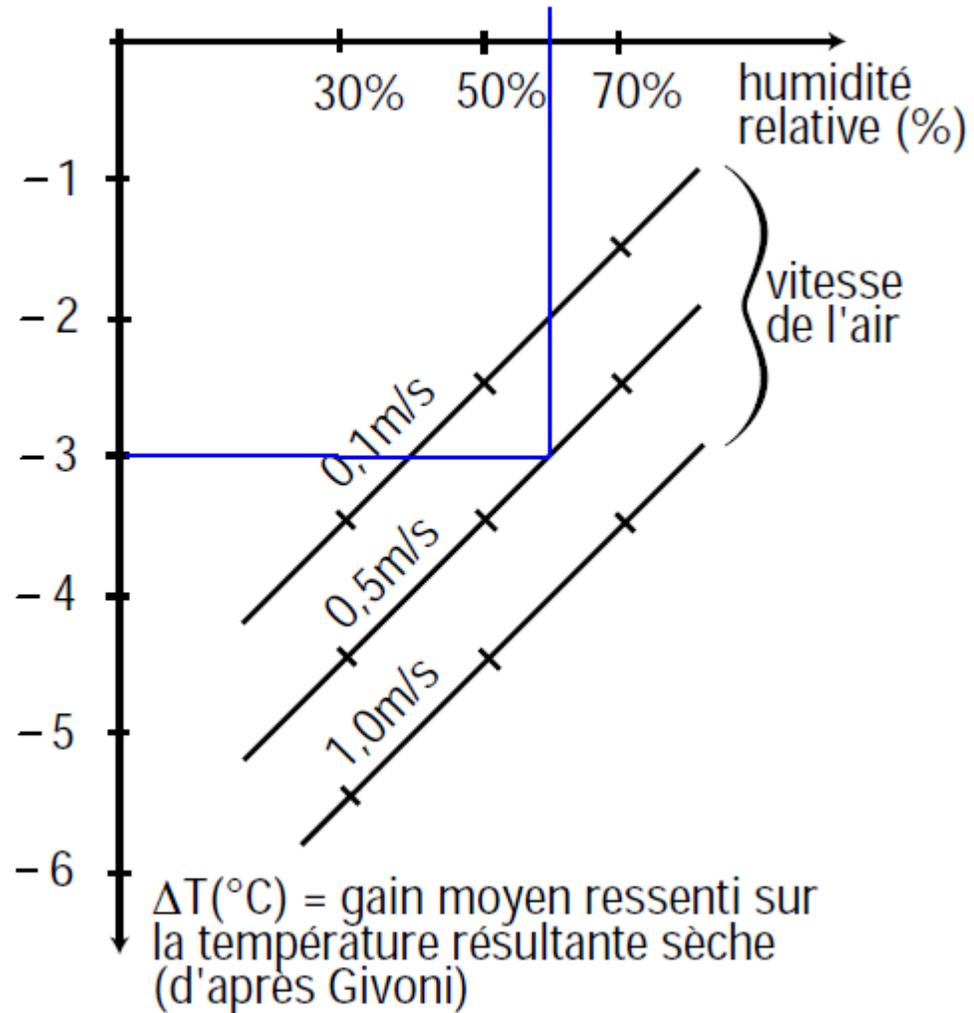
Dans ces scénarios S3 et S4, les taux d'équipement en forte hausse et le comportement plus « consommateur » des ménages induisent une très forte augmentation de la consommation, de l'ordre de 13 TWh en 2050.



5

Une alternative : le brasseur d'air

Brasseur d'air et température ressentie



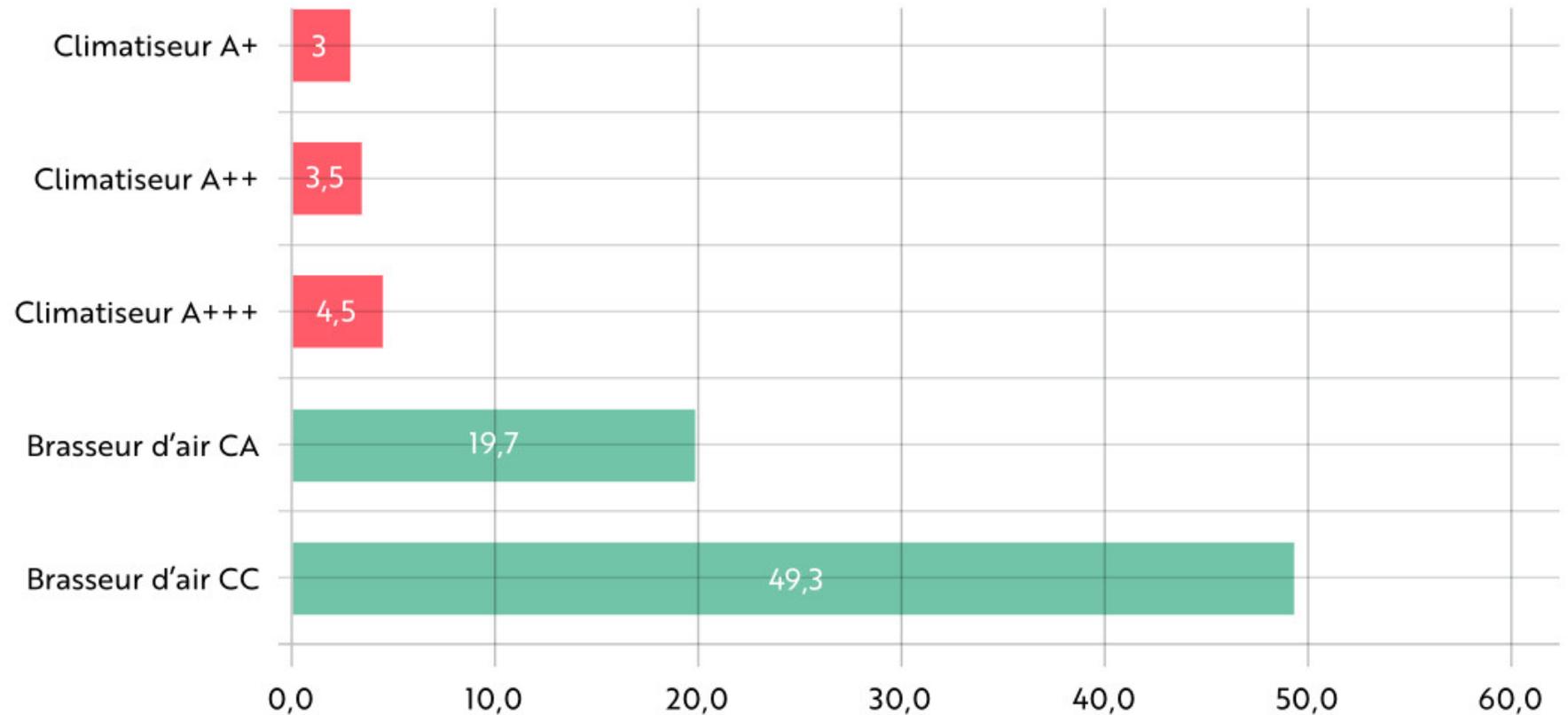
A 60 % d'humidité relative, un courant d'air de 0,5 m/s diminue de 3°C la température ressentie

Efficacité comparative climatiseur versus brasseurs d'air

Un brasseur d'air est 4 à 15 fois plus efficace qu'un climatiseur à impact de rafraîchissement identique ...

Règles BRASSE – oct 2023
Etude BRISE – 2023
www.brassers-air-re2020.com

SEER (Efficacité énergétique saisonnière) globaux de divers dispositifs de rafraîchissement



6

Points focaux

En conclusion, 5 points-clés ...

Toute la France (à l'exception du Nord-Ouest et de la Bretagne) verra ses besoins de clim' augmenter très nettement sur 2020-2050.

Dans le cas d'une isolation **très** poussée, un « effet thermos » peut engendrer des surchauffes.

Le comportement de l'utilisateur a une influence considérable sur les besoins de climatisation. Entre un comportement sobre et un comportement « laissez-faire » l'écart de consommation peut être de 1 à 5 voire plus !

Le brasseur d'air est une excellente solution d'évitement de la clim'

L'écart final des consommations élec 2050 de clim' en France entre un scénario « laissez-faire » et un scénario « sobre » est estimé à 14 TWh soit un EPR et demi ...

Avertissement

Il est important de préciser que l'étude à l'origine de ces résultats a porté en prospective énergétique sur la modélisation générale du parc français de logements individuels et collectifs

Les résultats de cette synthèse des analyses de sensibilité sont donc des indications tendanciennes tant en variation qu'en amplitude en fonction des paramètres analysés : **ils ne sont pas transposables à chaque logement et ne peuvent pas être utilisés sur des cas particuliers qui nécessitent des analyses spécifiques.**

On se reportera au rapport final d'Izuba énergies pour le détail précis du cadre de l'étude, des logiciels utilisés et des hypothèses de calcul.



IZUBA énergies

35 rue Gine • Ecoparc de Fabrègues • 34690 Fabrègues

☎ +33(0)4 67 18 31 10 • ✉ contact@izuba.fr • 🌐 www.izuba.fr

SCOP ARL à capital variable • 433 271 905 RCS Montpellier • APE 7112B