

Etude sur les systèmes de chauffage alternatifs aux chaudières fonctionnant à l'aide d'énergies fossiles dans les bâtiments tertiaires

L'étude sur les systèmes de chauffage alternatifs dans les bâtiments tertiaires a été réalisée entre 2023 et 2024 par le bureau d'étude Pouget Consultants pour le compte du bureau de la performance énergétique des bâtiments de la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP).

Son résumé ici présent ainsi que les 9 fiches « solutions alternatives aux systèmes fossiles » produites dans le cadre de cette étude sont publiées sur le [site RT-RE bâtiment](#).

Cette étude s'intéresse aux solutions alternatives de chauffage fonctionnant à l'aide d'énergies fossiles dans les bâtiments tertiaires.

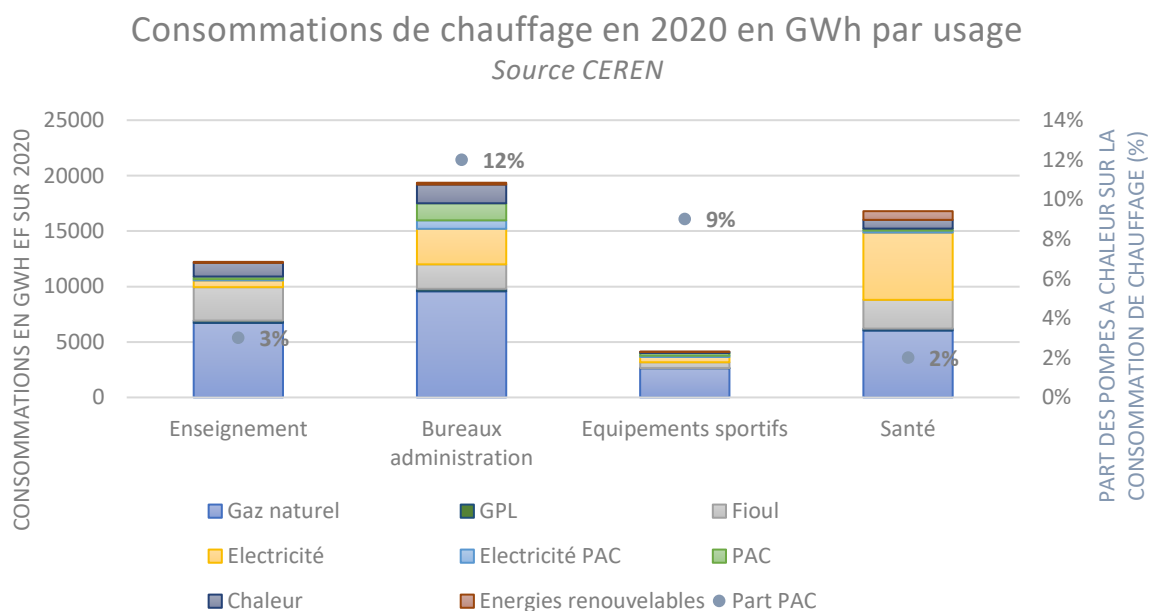
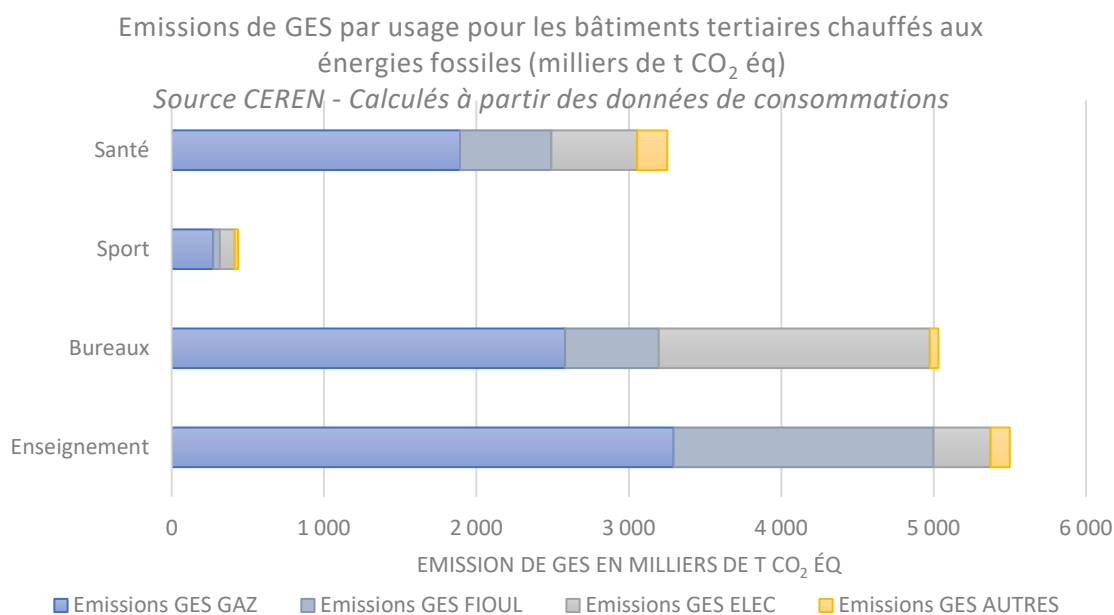
L'étude analyse les consommations de chauffage et les potentiels de déploiements de solutions alternatives dans les quatre usages de bâtiments tertiaires les plus consommateurs en termes de consommation énergétique fossile :

1. Les bâtiments de bureaux,
2. Les bâtiments sportifs,
3. Les bâtiments d'enseignement,
4. Les bâtiments de santé.

Pour chacune des typologies de bâtiments concernés, l'étude évalue le potentiel d'implémentation de neuf solutions de chauffage décarbonées différentes, divisées en trois types : les solutions thermodynamiques, les réseaux de chaleur urbain, et la biomasse.

1. Etat des lieux du parc étudié

Au sein du secteur tertiaire, les vecteurs énergétiques utilisés sont majoritairement de l'électricité (50%) puis le gaz naturel (29%) et le fioul (12%). 107 TWh des consommations énergétiques du secteur tertiaire sont donc assurées par des énergies fossiles. Pour le secteur tertiaire, les émissions de gaz à effet de serre sont principalement émises par le gaz, qui est le vecteur énergétique principal pour les usages étudiés :



Typologie	Surface	Consom mation chauffa ge totale	Consomma tion chauffage moyenne/ m ²	% de la consomm ation chauffage carbonée	Répartition des vecteurs énergie pour le chauffage (en consommation)
Enseignem ent	191.5M m ²	16TWh	83kWh/m ²	61%	Vecteurs énergie pour le chauffage des bâtiments d'enseignement Source CEREN 2020

Equipements sportifs	/	4,4 TWh	/	78%	Vecteurs énergie pour le chauffage des équipements sportifs Source CEREN 2020
Santé	119Mm ²	12,3 TWh	103kWh/m ²	75%	Vecteurs énergie pour le chauffage des bâtiments de santé Source CEREN 2020
Bureaux	236 Mm ²	24 TWh	102kWh/m ²	66%	Vecteurs énergie pour le chauffage des bureaux Source CEREN 2020

2. Etude typologique

L'objectif de cette étude est d'analyser la part du parc aujourd'hui chauffé par des énergies fossiles pouvant être remplacé par des solutions alternatives **d'ici 2030**. Afin de ne pas alourdir le modèle, l'hypothèse a été faite que les bâtiments construits après 2012 ne feront pas l'objet de travaux de rénovation avant 2030 (ou très peu) et donc que leurs systèmes, n'ayant pas atteint la fin de leur cycle de vie, ne seront pas remplacés à court terme.

Pour cela, le parc de bâtiments tertiaires des 4 usages étudiés est segmenté en 60 typologies, à partir des caractéristiques d'usage, de densité de la zone d'implantation, de période de construction, de besoin en froid et d'énergie de chauffage initiale. L'adéquation des solutions de chauffage alternatives est ensuite évaluée sur chacun de ces cinq critères, auxquels s'ajoute la présence d'une toiture terrasse pouvant accueillir un module de pompe à chaleur.

Usage	Densité de la zone	Période constructive	Besoin en froid	Energie de chauffage
- Bureaux - Enseignement - Sport - Santé	- Zone dense - Zone non dense	- Avant 1948 1948 - 1988 1989 - 2000 2001 - 2012	- Oui - Non	- Gaz - Fioul

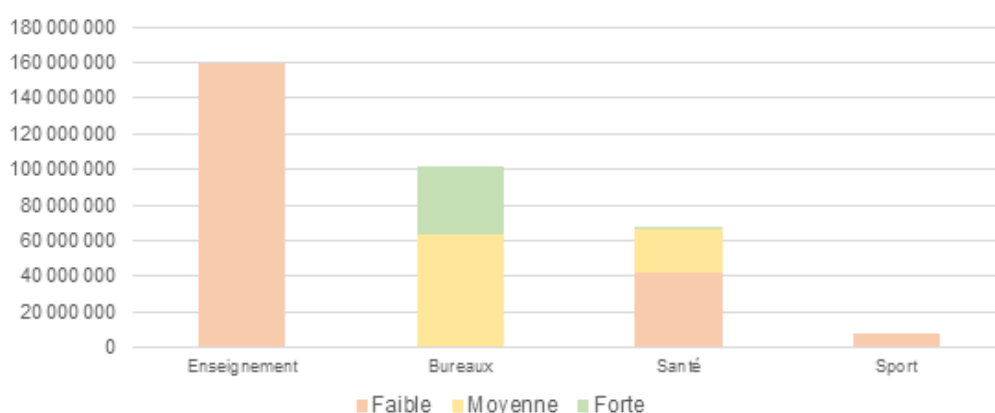
NB : Le critère d'usage renferme plusieurs sous-critères ayant un impact sur la pertinence des solutions : l'intermittence de l'occupation, le taux d'occupation et le zonage, la puissance de chauffage à couvrir, les besoins en ECS, les exigences de confort...

Attention : Les pondérations et les notes de faisabilité attribuées, malgré plusieurs révisions par différents experts des solutions étudiées, comportent une part de subjectivité inhérente à ce type d'évaluation qualitative, qu'il convient de garder à l'esprit lors de l'interprétation des résultats.

Ainsi, les typologies de bâtiments reçoivent un score de faisabilité pour chaque solution décarbonée. Celui-ci est considéré « faible », « moyen », ou « fort ».

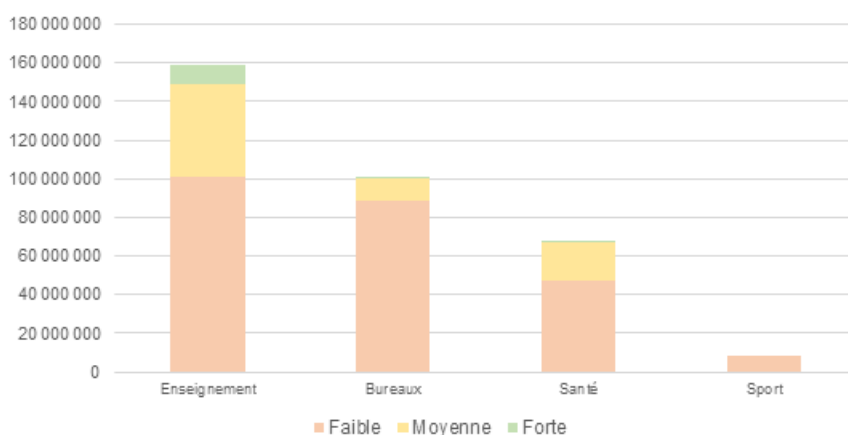
Pour les 9 solutions décarbonées considérées, on obtient les résultats suivants :

1. Potentiel en PAC air/air (en m² chauffé)



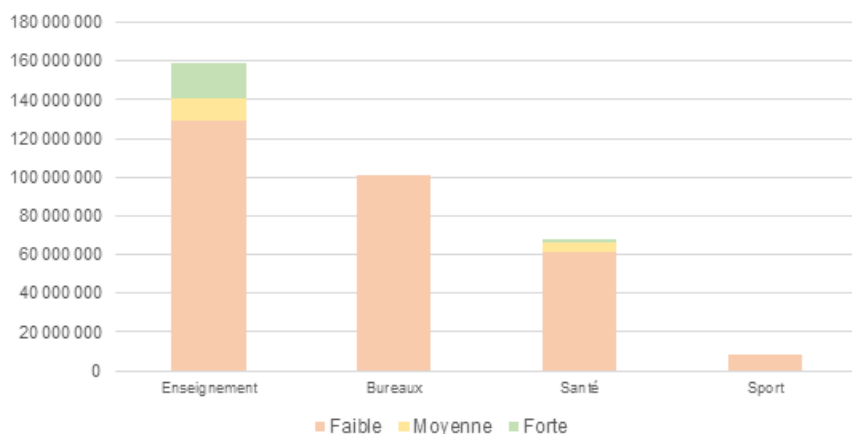
- **39M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en bureaux
- **88M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en bureaux et santé

2. Potentiel en PAC air/eau (en m² chauffé)



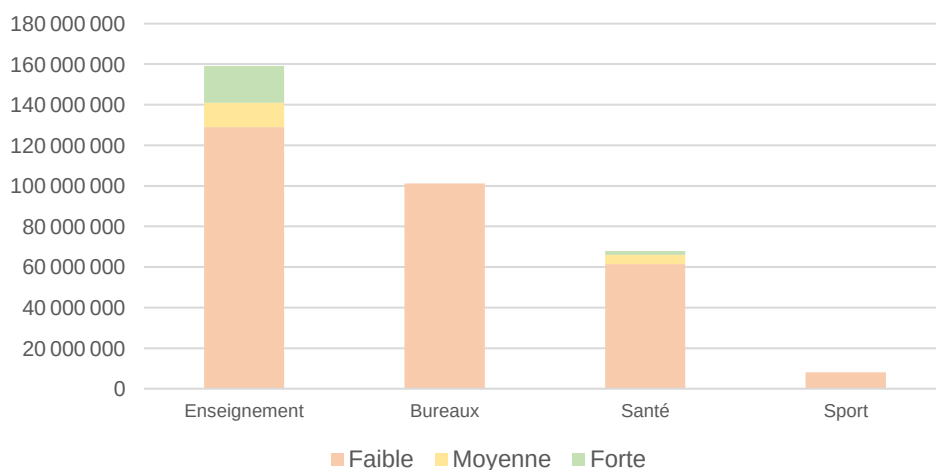
- **11M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en enseignement
- **80M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en enseignement et santé

3. Potentiel en PAC eau/eau (en m² chauffé)



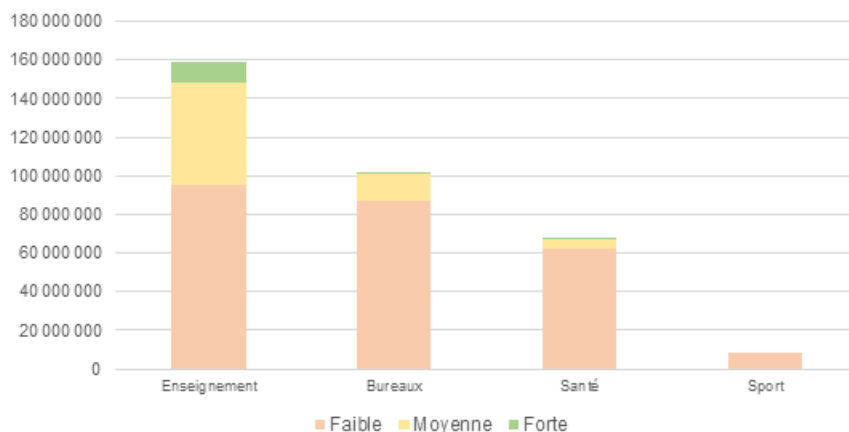
- **20M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en enseignement
- **16M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en enseignement et santé

4. Potentiel hybridation (en m² chauffé)



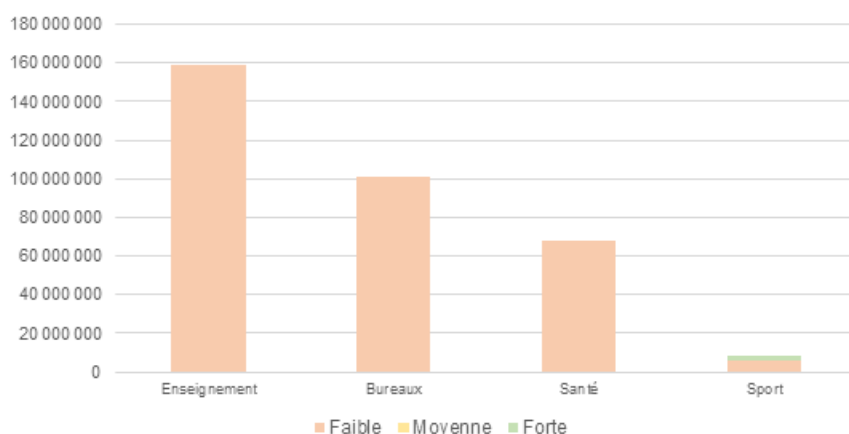
- **20M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en enseignement
- **16M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en enseignement et santé

5. Potentiel en PAC au gaz (en m² chauffé)



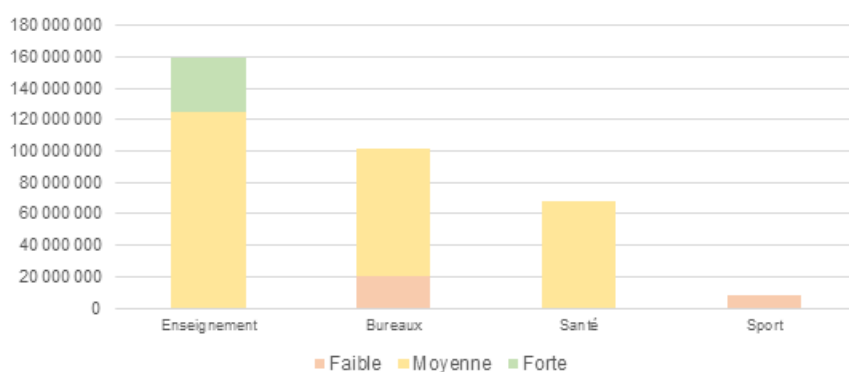
- **10,4M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en enseignement
- **61,5M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en enseignement, bureaux et santé

6. Potentiel Rooftop (en m² chauffé)



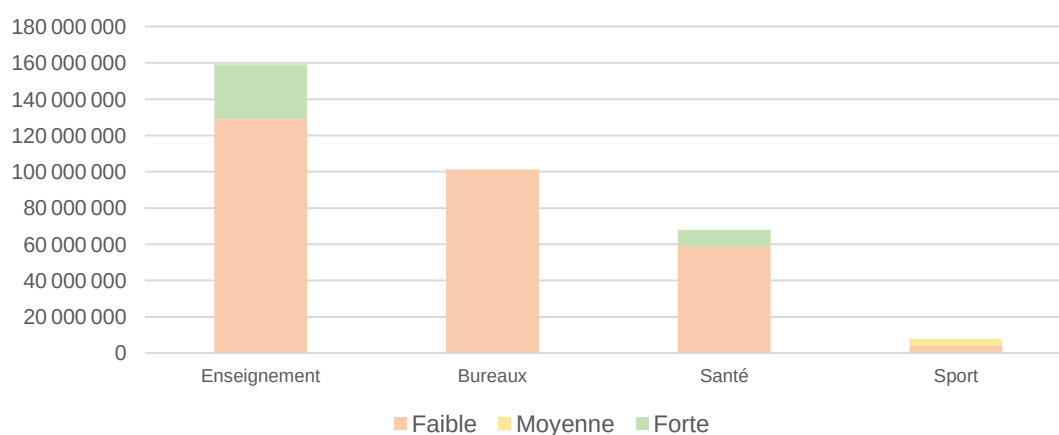
- **2M de m²** en faisabilité forte, uniquement en sport

7. Potentiel RCU (en m² chauffé)



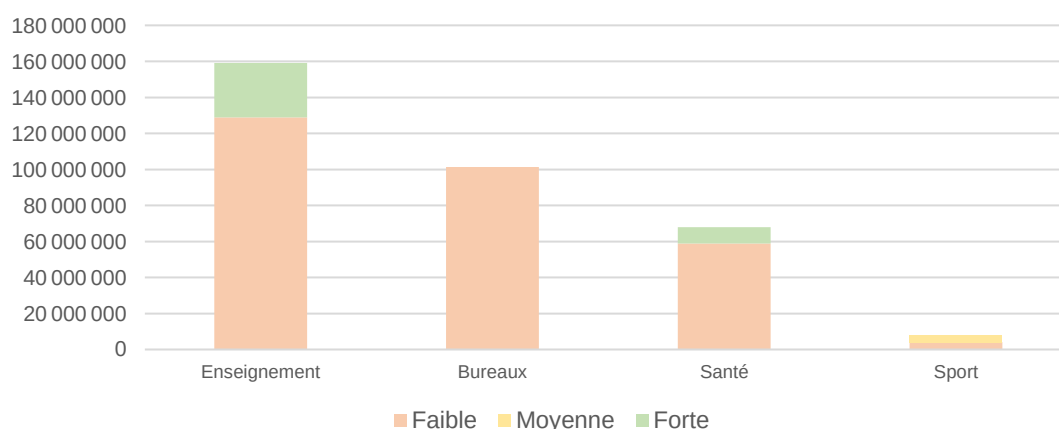
- **34M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en enseignement
- **274M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en bureaux, enseignement et santé

8. Potentiel biomasse granulés (en m² chauffé)



- **39M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en enseignement et santé
- **4M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en sport

9. Potentiel bois déchiqueté (en m² chauffé)



- **39M de m²** en faisabilité forte, essentiellement en enseignement et santé
- **4M de m²** en faisabilité moyenne, essentiellement en sport

Ainsi, au global, tous les bâtiments de d'enseignement, de bureaux et de santé auraient au moins un potentiel de conversion moyen dans l'hypothèse forte d'une disponibilité de réseaux de chaleur urbain.

3. Estimation de potentiel à horizon 2030

À partir des surfaces chauffées réparties selon les trois niveaux de faisabilité, un potentiel de rénovation à l'horizon 2030 a été estimé pour chacune des 9 solutions alternatives aux énergies fossiles. Ce potentiel est exprimé en pourcentage de surfaces chauffées pour lesquelles le **système de chauffage peut être remplacé d'ici 2030**.

	Scénario 2030
Faible	0%
Moyenne	3%
Forte	15%

Exemple des potentiels de rénovation pour la solution – PAC air-air (DRV)

Dans l'exemple ci-dessus, il est considéré que :

- Aucune des surfaces où le potentiel de déploiement de PAC air-air est faible ne fait l'objet d'une installation de PAC air-air d'ici 2030 ;
- 3% des surfaces où le potentiel de déploiement de PAC air-air est moyen font l'objet d'une installation de PAC air-air d'ici 2030 ;
- 15% des surfaces où le potentiel de déploiement de PAC air-air est fort font l'objet d'une installation de PAC air-air d'ici 2030.

Les pourcentages de surfaces pouvant accueillir une solution décarbonée ont été estimés à partir de plusieurs sources : études et feuilles de route d'acteurs institutionnels et sectoriels (travaux autour de la SNBC, ADEME, AFPAC, Cerema, FEDENE), entretiens, ainsi que retours d'expérience et analyses du marché de la rénovation. Ces estimations ont ensuite été ajustées à la hausse ou à la baisse selon les freins identifiés (réglementation F-gaz, coûts, etc.) et la capacité estimée à les lever.

Attention : Ces estimations faites en l'absence de données clés concernant le marché des différentes solutions étudiées pour les années à venir. L'exercice a consisté à évaluer le potentiel afin de dégager une tendance jugée pertinente à dire d'experts d'ici 2030. Les chiffres présentés ci-dessous conservent une part importante de subjectivité.

Deux scénarios sont considérés : un scénario à isolation constante, et un scénario, correspondant aux objectifs d'isolation de 50% des surfaces tertiaires d'ici 2030 figurant dans la SNBC2. L'isolation des surfaces permet de faciliter la conversion de système en diminuant la puissance nécessaire, et ainsi les contraintes d'intégration ainsi que le coût.

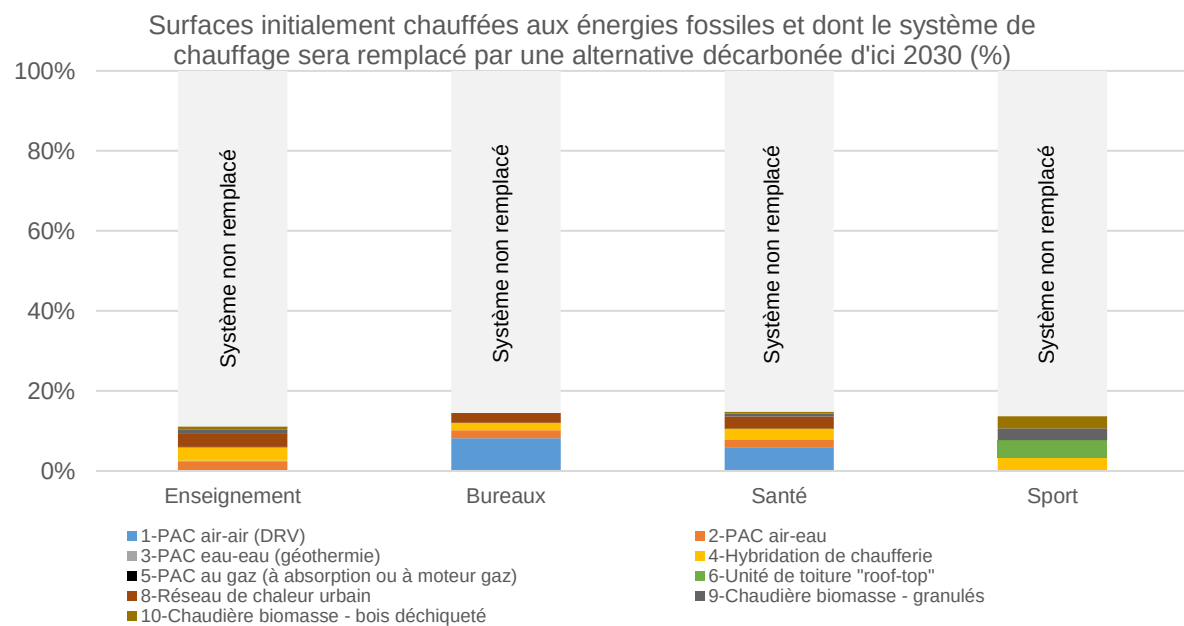
Ainsi :

- Le scénario « à isolation constante » estime **21,5M de m²** convertis vers une alternative décarbonée d'ici 2030. Cela représente **6%** des surfaces du périmètre étudié tous usages confondus. Les 4 usages considérés représenteraient la moitié des objectifs de remplacement des chaudières gaz/fioul dans le tertiaire fixés par la SNBC.
 - Le parc tertiaire le plus visé par le remplacement des systèmes fossiles existants est l'usage de bureaux avec 9% des surfaces chauffées rénovées, principalement grâce à la PAC air-air (DRV).

	Surfaces chauffées rénovées en 2030	Nb de bâtiments rénovés en 2030	% des surfaces rénovées représenté par la solution
1 - PAC air-air (DRV)	8 477 083	82 826	39%
2 - PAC air-eau	1 024 368	3 790	5%
3 - PAC eau-eau géothermie	201 082	928	1%
4 - Hybridation de chaufferie	1 636 167	5 960	8%
5 - PAC au gaz	104 533	698	1%
6 - Unité de toiture (rooftop)	344 247	843	2%
7 - Réseau de chaleur urbain	6 844 167	29 437	32%
8 - Chaudière biomasse – granulés	1 624 141	10 553	8%
9 - Chaudière biomasse – bois déchiqueté	1 232 483	7 953	5%
TOTAL	21 559 545	142 989	100%

Tableau récapitulatif des surfaces et bâtiments rénovés par une des 9 solutions alternatives d'ici 2030

- Le scénario « avec isolation de 50% des surfaces tertiaires » prévoit un doublement de la surface projetée faisant l'objet d'une conversion du vecteur énergétique (**43,7 M m²**)



4. Messages clés

- **L'isolation est un levier important pour la décarbonation des surfaces tertiaires**, facilitant fortement la conversion : un bon niveau d'isolation réduit la puissance nécessaire et donc l'encombrement et le bruit engendrés par le système, diminue les coûts d'investissements. Elle permet également d'améliorer le confort des occupants pour les solutions fonctionnant à basse température, ou transmettant la chaleur via l'air.
- Le **potentiel de conversion en bureaux est particulièrement élevé**. La solution PAC constitue une alternative intéressante, les PAC air/air présentent une faisabilité d'environ 30 %.
- Lorsque disponible, la **solution réseau de chaleur urbain** est compatible avec la plupart des typologies et des usages, mis à part sportifs. **Leur développement est central dans la décarbonation des bâtiments tertiaires.**