

# PROJET DEMETER

---



Données et Modèles sur les bâtiments  
TERtiaires : connaître pour améliorer

---

**RAPPORT FINAL**

Mars 2026



**EXPERTISES**

**CSTB**  
*le futur en construction*

  
OUVRIR POUR L'IMMOBILIER DURABLE

  
orange™

  
efficacity<sup>e</sup>

  
Arcora

## REMERCIEMENTS

Benoît Grosjean (CSTB)

Roméo Juge (OID)

Clément Cruveiller (Efficacity)

Jean-Michel Contet (Orange)

Yousra El Abassi (Arcora)

Arnaud Clavreul (Arcora)

Manon Lafougère (Arcora)

Ludovic Durbiano (Efficacity)

Denis Renaud (Orange)

Marine Vesson (CSTB)

Adélaïde Aublet (CSTB)

## CITATION DE CE RAPPORT

Benoît Grosjean, Roméo Juge, Clément Cruveiller, Jean-Michel Contet, Yousra El Abassi, Arnaud Clavreul, Manon Lafougère, Ludovic Durbiano, Denis Renaud, Marine Vesson. 2026. Projet DEMETER. *Données et Modèles sur les bâtiments TERTiaires : connaître pour améliorer*. 71 pages

Cet ouvrage est disponible en ligne <https://librairie.ADEME.fr/>

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

**Ce document diffusé par l'ADEME a été réalisé à l'initiative de son/ses auteur(s) ; il a reçu un soutien financier de l'ADEME mais n'engage pas l'ADEME. Son contenu (ou les données qu'il contient) n'engage que la seule responsabilité de son/ses auteurs et ne représente pas la position de l'ADEME.**

### ADEME

20, avenue du Grésillé  
BP 90 406 | 49004 Angers Cedex 01  
Numéro de contrat : 2304D0011

Étude réalisée par CSTB, OID, Efficacity, Orange, Arcora pour ce projet cofinancé par l'ADEME

Projet de recherche coordonné par : Benoît Grosjean et Adélaïde Aublet  
Appel à projet de recherche : Vers des bâtiments responsables – édition 2024

Coordination technique - ADEME : BESSONEAU Sylvain, ingénieur  
Direction/Service : Service Bâtiment

## Résumé

Avec 1 120 millions de m<sup>2</sup> en 2019 et 15 % de la consommation nationale d'énergie finale en 2024, le parc de bâtiments tertiaires constitue un levier majeur de la transition environnementale. Celle-ci se décline selon plusieurs enjeux : réduction des consommations énergétiques, rénovation du bâti existant et atteinte des objectifs du Dispositif Éco-Énergie Tertiaire (DEET).

Si la connaissance du parc tertiaire permet aujourd'hui de piloter des stratégies à l'échelle nationale, elle demeure trop fragmentée et hétérogène pour en optimiser le pilotage en intégrant pleinement les spécificités des territoires, des quartiers ou des bâtiments. DEMETER part ainsi d'un constat clair : un effort significatif est nécessaire pour atteindre un niveau de connaissance du tertiaire comparable à celui du parc résidentiel.

Le projet propose une vue d'ensemble de la connaissance du parc tertiaire, notamment à travers l'analyse des bases de données disponibles et une enquête menée auprès d'acteurs du secteur sur leur niveau d'information.

DEMETER a également produit une description synthétique des caractéristiques physiques des bâtiments du réseau de l'OID ainsi que du parc national de bureaux, segmenté en 15 typologies.

Afin d'améliorer la modélisation énergétique, une méthode opérationnelle combinant analyse de sensibilité et calibration bayésienne a été développée.

Enfin, le potentiel des données issues de la téléphonie mobile pour l'analyse de l'occupation des bâtiments tertiaires a été évalué à l'échelle des zones IRIS.

DEMETER identifie plusieurs leviers pour améliorer la connaissance du parc tertiaire : renforcer l'inventaire national, améliorer l'identification des usages des bâtiments, valoriser les données issues des dispositifs réglementaires et des démarches collaboratives, et structurer la mémoire technique du parc.

## Abstract

With 1,120 million m<sup>2</sup> in 2019 and accounting for 15% of national final energy consumption in 2024, the tertiary building stock represents a major lever for the environmental transition. This transition encompasses several key challenges: reducing energy consumption, renovating the existing building stock, and achieving the targets set by the Tertiary Energy Efficiency Scheme (DEET).

While current knowledge of the tertiary building stock is sufficient to support strategy development at the national level, it remains too fragmented and heterogeneous to enable fully optimized decision-making that accounts for the specificities of territories, districts, or individual buildings. DEMETER is based on a clear observation: significant efforts are required to reach a level of knowledge comparable to that available for the residential sector.

The project provides an overview of existing knowledge on the tertiary building stock, notably through the analysis of available databases and a survey conducted among sector stakeholders regarding their level of information about their buildings.

DEMETER also produced a synthetic description of the physical characteristics of buildings within the OID network, as well as of the national office building stock, segmented into 15 typologies.

To improve energy modelling, an OPERATIONAL method combining sensitivity analysis and Bayesian calibration was developed.

Finally, the potential of mobile phone data to analyze building occupancy patterns was assessed at the IRIS zone level.

DEMETER identifies several key levers to improve knowledge of the tertiary building stock: strengthening the national inventory, improving the identification of building uses, enhancing the value of data derived from regulatory frameworks and collaborative initiatives, and structuring the technical memory of buildings.

# SOMMAIRE

<b>1. Présentation du projet .....</b>	<b>7</b>
1.1. Objectif : améliorer la connaissance du parc de bâtiments tertiaires .....	7
1.2. Le consortium DEMETER : partenaires et expertises mobilisées .....	7
1.3. Un projet structuré en quatre axes de travail .....	8
1.4. Retours d'expérience : difficultés rencontrées et enseignements organisationnels .....	9
1.4.1. Un périmètre d'étude à définir plus explicitement .....	9
1.4.2. La dépendance à la collecte de données, un facteur de risque .....	10
1.4.3. Adapter la taille du consortium à l'ampleur du projet .....	10
<b>2. Panorama des sources de données sur le parc de bâtiments tertiaires.....</b>	<b>12</b>
2.1. Bases de données nationales de référence.....	12
2.2. Inventorier le tertiaire : limites actuelles et enjeux de catégorisation .....	13
2.2.1. Un inventaire national des surfaces tertiaires perfectible .....	13
2.2.2. Identifier l'activité principale d'un bâtiment reste difficile.....	15
2.3. Echec de la campagne de recrutement .....	16
2.3.1. Accès à la donnée énergétique : un verrou majeur.....	16
2.3.2. Un ciblage trop large pour collecter des informations indisponibles.....	18
2.4. Ce que les acteurs du tertiaire savent réellement de leurs bâtiments .....	20
2.4.1. Une information bâtementaire difficilement accessible aux acteurs eux-mêmes	20
2.4.2. Une connaissance des bâtiments très variable selon les acteurs .....	21
2.4.3. Concevoir une collecte de données adaptée aux acteurs du tertiaire.....	24
<b>3. Connaître les caractéristiques physiques des bâtiments tertiaires</b>	<b>26</b>
3.1. Description typologique du parc national de bureaux.....	26
3.1.1. Méthodologie : lecture historique et connaissances d'experts.....	26
3.1.2. Segmentation du parc national de bureaux en typologies constructives.....	27
3.1.3. Exemple d'une typologie de bureaux.....	29
3.1.4. Une approche transférable mais limitée à l'état initial des bâtiments.....	30
3.2. Exploitation de la base R4RE de l'OID .....	31
3.3. Sources documentaires pour caractériser le bâti tertiaire .....	35
3.4. Améliorer la connaissance physique des bâtiments tertiaires : sources existantes et leviers de production de données .....	36
<b>4. Etude paramétrique des modélisations énergétiques des bâtiments tertiaires.....</b>	<b>38</b>
4.1. Limites des approches actuelles pour le tertiaire .....	38

4.1.1.	Un cumul d'incertitudes en SED.....	38
4.1.2.	Des données de référence insuffisantes pour le tertiaire .....	39
4.1.3.	Des modèles calibrés manuellement et peu transférables.....	39
4.2.	Méthode développée : analyse de sensibilité et approche bayésienne.....	39
4.2.1.	Analyse de sensibilité : identification des paramètres influents.....	42
4.2.2.	Calibration bayésienne : vers une paramétrisation probabiliste des modèles...	43
4.3.	Preuve de concept : application de la méthode à l'une des typologies de bureau .....	45
4.3.1.	Cas d'étude : un bâtiment pour trois niveaux d'information initiale.....	45
4.3.2.	Apports de l'analyse de sensibilité.....	46
4.3.3.	Calibration bayésienne et comparaison des niveaux d'information .....	47
4.3.4.	Une validation encourageante de l'approche .....	48
4.4.	Caractériser un bâtiment à partir de consommations énergétiques.....	49
<b>5.</b>	<b>Etude de l'occupation des bâtiments tertiaires à partir de la téléphonie mobile .....</b>	<b>50</b>
5.1.	Le produit Flux Vision : séries temporelles de fréquentation à partir de données de téléphonie mobile.....	50
5.2.	Sélection de 180 zones IRIS d'étude.....	53
5.3.	Analyse des données Flux Vision sur 180 IRIS.....	54
5.3.1.	De 180 à 54 IRIS : une sélection affinée par une analyse exploratoire .....	54
5.3.2.	Choix méthodologiques pour l'analyse des profils de fréquentation .....	55
5.3.3.	Un IRIS résidentiel comme cas test.....	56
5.3.4.	Tendances hebdomadaires dans les IRIS d'activité tertiaire.....	59
5.3.5.	Variations saisonnières de la fréquentation.....	60
5.4.	Pertinence des observations qualitatives et limites de l'exploitation quantitative.....	62
<b>6.</b>	<b>Résumé : un enjeu fort et des leviers à activer .....</b>	<b>64</b>
6.1.	Une vue d'ensemble du parc tertiaire à affiner à l'échelle du bâtiment.....	64
6.2.	Etudier le parc tertiaire, un enjeu de définitions et de ciblage .....	65
6.3.	Apports de DEMETER : données inédites ET preuves de concept méthodologiques.....	66
6.4.	Les leviers d'amélioration de la connaissance du parc tertiaire : voies réglementaires, approches collaboratives, bibliographiques et techniques.....	67
6.5.	Un projet exploratoire qui propose des bases méthodologiques .....	68
	<b>Index des tableaux et figures.....</b>	<b>69</b>
	<b>Sigles et acronymes .....</b>	<b>71</b>

# 1. Présentation du projet

Le projet DEMETER (« Données et Modèles sur les bâtiments TERtiaires ») vise à accroître la connaissance du parc de bâtiments du secteur tertiaire français afin d'accompagner la transition environnementale.

Co-financé par l'ADEME, le consortium de DEMETER est piloté par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) et comprend l'Observatoire de l'Immobilier Durable (OID), Arcora, Efficacity et Orange.

DEMETER est lauréat de l'appel à projets ADEME « Bâtiment Responsable 2022 ». Il se déroule sur 3 ans, du 1er mars 2023 au 1er mars 2026.

Certaines phrases de ce rapport ont été reformulées par des outils d'intelligence artificielle.

## 1.1. Objectif : améliorer la connaissance du parc de bâtiments tertiaires

Pour répondre aux enjeux climatiques, le parc de bâtiments français doit améliorer ses performances énergétiques et environnementales. Les politiques publiques fixent à cet égard des objectifs structurants à l'horizon 2050. La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) vise notamment une décarbonation complète du secteur. Le Dispositif Eco Energie Tertiaire (DEET) impose, quant à lui, une réduction jusqu'à 60% des consommations énergétiques des bâtiments tertiaires.

La simulation énergétique et environnementale des bâtiments est un outil central pour accompagner la transition du secteur. Le coût de la construction et de la rénovation exclut en effet le recours à des démarches par essais et erreurs. Il est donc nécessaire d'évaluer en amont l'impact des travaux sur les performances du bâti.

Ces simulations reposent sur une modélisation détaillée des bâtiments, qui nécessite de nombreuses données, principalement sur les propriétés thermo-physiques du bâti. Ces informations couvrent plusieurs aspects : l'usage des locaux, l'enveloppe, les systèmes de climatisation, chauffage et ventilation, etc. Or, ces données sont méconnues pour une majorité de bâtiments tertiaires. A l'inverse, le secteur résidentiel a fait l'objet de nombreux travaux de recherche et bénéficie aujourd'hui de bases de données conséquentes et de modèles associés. Cette asymétrie de connaissances constitue un frein au déploiement d'outils de simulation adaptés au tertiaire et donc à l'atteinte des objectifs environnementaux du secteur.

C'est dans ce contexte que le projet DEMETER vise à développer des données et des modèles dédiés à la simulation énergétique et environnementale des bâtiments tertiaires, afin de renforcer la capacité d'analyse et d'aide à la décision à l'échelle nationale et territoriale.

## 1.2. Le consortium DEMETER : partenaires et expertises mobilisées

Le consortium du projet DEMETER réunit des acteurs complémentaires du domaine du bâtiment et des interlocuteurs privilégiés du secteur tertiaire français. Il associe des compétences en modélisation énergétique et environnementale, analyse de données, connaissance du parc bâti, expertise métier et accès à des données de fréquentation. Les membres du consortium sont le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), Arcora, Efficacity, l'Observatoire de l'Immobilier Durable (OID) et Orange.

Etablissement public à caractère industriel et commercial, le CSTB mène des missions de certifications, d'expertise et de R&D sur toutes les thématiques du bâtiment. Il conduit notamment des travaux importants sur la connaissance du parc de bâtiment français pour alimenter les outils d'aide à la décision multi-échelles (du bâtiment au territoire) et multi-acteurs (du particulier à l'appui aux politiques publiques). Le CSTB est également et depuis des années un acteur clé pour la convergence, dans le secteur du bâtiment, des modélisations énergétiques et environnementales. Le personnel impliqué dans DEMETER inclut des analystes de données, énergéticiens, géomaticiens et spécialistes d'analyse de cycle de vie (ACV).

Orange est l'un des principaux opérateurs de télécommunications en France et en Europe. Dans le cadre de sa stratégie de développement, Orange utilise ses compétences technologiques et organisationnelles pour proposer des services à valeur ajoutée auprès du grand public et de différents acteurs. Le produit Flux Vision est mis à profit dans DEMETER en fournissant des indicateurs statistiques de fréquentation de provenance et de déplacement à partir des informations techniques issues du réseau mobile Orange. Les chercheurs et analystes de données d'Orange impliqués dans DEMETER sont parties prenantes de la R&D de Flux Vision apportent ainsi une expertise approfondie sur la nature, les limites et les conditions d'usage de ces données.

Créé en 2014, Efficacity est un institut de recherche et développement public-privé pour la transition énergétique des villes. Il a pour objectif d'accélérer la transition énergétique en développant des outils d'aide à la décision à l'échelle des projets d'aménagement urbain, du quartier à la ville. Parmi sa chaîne d'outils logiciels, Efficacity développe PowerDIS, un outil de simulation énergétique dynamique à l'échelle quartier. Les bâtiments tertiaires y sont modélisés aujourd'hui grâce à des modèles physiques robustes. Des enrichisseurs permettent de décrire ces bâtiments avant de les simuler. Des chercheurs, analystes de données et énergéticiens d'Efficacity apportent à DEMETER ces compétences en simulations énergétiques et enrichissement des informations de bâtiments.

Arcora est un bureau d'études spécialisé dans les façades, verrières et ouvrages complexes fondé en 1976. Depuis 45 ans, Arcora compte quelques 6200 projets à travers le monde. Fort d'une équipe de 45 collaborateurs, Arcora compte actuellement de nombreux projets de réhabilitation tertiaire, avec notamment des tours comme Landscape et Watt à Paris la Défense ou Silex2 à Lyon Part-Dieu. Arcora participe également à la rénovation de bâtiments à forte composante patrimoniale comme Grand Central Saint-Lazare ou Station F. Les architectes et ingénieurs d'études d'Arcora impliqués dans DEMETER apportent leur connaissance experte de la matérialité de l'enveloppe des bâtiments tertiaires et des pratiques de rénovation et réhabilitation associées.

Association indépendante, l'Observatoire de l'Immobilier Durable (OID) a pour but d'accélérer la transition écologique du secteur de l'immobilier en France et à l'international. Composée de plus de 150 adhérents parmi lesquels les leaders de l'immobilier, l'OID constitue la référence pour toute la chaîne de valeur du secteur, et promeut l'intelligence collective pour résoudre les problématiques environnementales, sociales et sociétales de l'immobilier. L'OID produit des ressources et outils au service de l'intérêt général. Initialement centré sur les sujets de mesure de la performance énergétique et environnementale, l'OID a progressivement élargi les thématiques couvertes avec la montée en maturité des acteurs et aborde désormais les enjeux de finance responsable, de biodiversité, de résilience et de valeur verte, entre autres. Outre des analyses spécifiques les ingénieurs et analystes de données de l'OID impliqués dans DEMETER font le lien entre le projet et les acteurs du tertiaire grâce au réseau associatif et à leur connaissance de ce secteur économique.

### 1.3. Un projet structuré en quatre axes de travail

Le projet s'articule autour de 4 axes de travail principaux, détaillés dans les chapitres suivants :

- **Axe 1 - Sources de données sur les bâtiments tertiaires.** Cet axe vise l'identification de sources d'informations structurées en base de données et en accès libre ou susceptibles de le devenir. Il comprend également la création de données inédites et la mise en œuvre d'une campagne de collecte de données, qui cible en particulier des informations de consommation énergétique (gaz et électricité).
- **Axe 2 - Caractéristiques physiques des bâtiments tertiaires.** Cet axe porte sur la conception d'une méthodologie de description typologique de bâtiments, adaptée au tertiaire et à la disponibilité d'informations sur ce parc. La méthode est appliquée aux bureaux, avec une segmentation du parc hexagonal en une vingtaine de typologies. Chaque typologie est associée à une description standardisée de ses caractéristiques physiques (principes constructifs, enveloppe, etc.) ainsi qu'à un dossier technique au format libre (gestes de rénovations possibles, spécificités de la typologie etc.).
- **Axe 3 – Etude paramétrique des modélisations énergétiques des bâtiments tertiaires.** Cet axe vise la conception d'une méthodologie d'analyse de la sensibilité des modèles de simulation à leurs paramètres d'entrées suivant différents contextes. La méthode est appliquée à l'une des typologies de bureau définies dans l'axe 2. Enfin, une approche



bayésienne pour la calibration de modèles de simulation est également développée dans cet axe.

- **Axe 4 - Occupation des bâtiments tertiaires.** Cet axe concerne l'étude de la fréquentation des bâtiments tertiaires en commençant par l'identification de zones géographiques d'intérêt. Il repose ensuite sur l'analyse des données de fréquentation Flux Vision issues de la téléphonie mobile à l'échelle de ces zones. L'exploitation de ces données vise à étudier l'occupation des bâtiments en fonction des activités hébergées.

Ces axes de travail étaient initialement conçus de manière fortement intégrée. Les données identifiées, collectées et produites dans l'axe 1 devaient alimenter les travaux sur la matérialité et sur le comportement énergétique des bâtiments. Les descriptions affinées de la matérialité et de l'occupation des bâtiments devaient, à leur tour, contribuer aux travaux de simulation énergétique. Cependant, les difficultés rencontrées en cours de projet ont limité la mise en œuvre de ces synergies. En définitive la collecte de données s'est révélée insuffisamment fructueuse pour alimenter d'autres travaux. Par ailleurs, les données téléphoniques n'ont pas pu être mises à contribution dans la simulation énergétique. Ainsi les quatre chantiers principaux ont dû être réalisés de manière essentiellement indépendante les uns des autres. Malgré ces difficultés chacun de ces axes apporte une contribution à la connaissance du parc tertiaire.

## 1.4. Retours d'expérience : difficultés rencontrées et enseignements organisationnels

Les paragraphes suivants présentent les principaux retours d'expérience issus du projet DEMETER visant à limiter les risques qui pourraient être rencontrés lors d'études futures portant sur des thématiques similaires.

### 1.4.1. Un périmètre d'étude à définir plus explicitement

Le secteur tertiaire, [défini par complémentarité avec le résidentiel et les activités agricoles et industrielles](#)<sup>1</sup>, recouvre une grande diversité d'activités. A titre d'illustration, [le DEET liste plusieurs centaines de sous-catégories d'activités](#)<sup>2</sup>. Le parc tertiaire comprend ainsi des bâtiments très hétérogènes : bureaux, commerces, établissements de soin et d'enseignement, hôtels et restaurants, infrastructures de culture et de sport, entrepôts, transports, zoos, data centers, etc. Cette diversité est renforcée par la mixité de fonctions fréquente, c'est-à-dire la coexistence de plusieurs fonctions ou activités au sein d'un même bâtiment. Les gares peuvent héberger des commerces, les immeubles d'habitation peuvent accueillir des bureaux et des cabinets médicaux, etc.

Dans la continuité de travaux antérieurs sur le parc résidentiel, bien plus homogène, DEMETER prévoyait de produire des typologies constructives et des modèles énergétiques à même de décrire 20 à 40% de la surface de plancher du parc tertiaire, toutes activités confondues. A posteriori, il apparaît qu'un ciblage plus restreint sur des activités tertiaires spécifiques aurait été plus adapté. Une telle approche aurait permis de concentrer les efforts de collecte de données et de gagner en efficacité.

L'expérience du projet DEMETER illustre que la diversité du secteur tertiaire implique des approches différenciées par activité ou groupe d'activités. Toute étude sur le parc tertiaire devrait ainsi préciser explicitement, dès sa phase de cadrage, les éléments suivants qui relèvent de problèmes de définition :

- La définition du terme « tertiaire » : expliciter les activités implicitement ciblées lors de la conception de l'étude.
- La définition du terme « activité », qu'il renvoie à un type de bâtiment (un ou des modes constructifs : bureaux, entrepôts, etc.), à un statut administratif (ensemble de codes NAF, etc.) ou à la nature des tâches des occupants (par exemple tout local, privé ou public, dans lequel les agents travaillent majoritairement sur des bureaux).

<sup>1</sup> Voir la définition proposée sur le site de l'INSEE, consulté le 30 janvier 2026. <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1584#>

<sup>2</sup> Voir la liste des activités assujetties, disponibles sur le site de l'ADEME, consulté le 30 janvier 2026. <https://OPERAT.ADEME.fr/public/resources>

- L'échelle de l'analyse : site (un ou plusieurs bâtiments), bâtiment (construction unique) ou local (partie d'un bâtiment).

Ces trois choix sont structurants pour l'ensemble de l'étude. Ils conditionnent le périmètre analysé, les données disponibles ou accessibles, les méthodes applicables, ainsi que les interlocuteurs à associer. L'objectif poursuivi peut efficacement guider ces choix : une étude portant sur les techniques constructives privilégiera une approche centrée sur le bâtiment, tandis qu'une analyse visant un secteur économique s'appuiera plus naturellement sur un périmètre défini administrativement.

### 1.4.2. La dépendance à la collecte de données, un facteur de risque

DEMETER fait partie des projets fortement dépendants d'une collecte de données, ce qui constitue un facteur de risque intrinsèque. Ce type de projet peut en effet se heurter à l'absence de données ou à des délais de mise à disposition incompatibles avec le calendrier prévu. Par ailleurs, une collecte de données nécessite des investissements préalables importants, notamment par la mise en place d'une interface de collecte, d'une base de données, d'un système d'anonymisation des informations confidentielles, etc.

Dans certains cas, ce risque peut-être partiellement limité par la mise en place progressive de ces dispositifs. Par exemple, il peut s'avérer approprié de différer la structuration complète en base de données jusqu'à l'atteinte d'un volume minimal de contributions. Néanmoins, le cadre juridique qui encadre la collecte de données sensibles ou à caractère personnel impose généralement des efforts conséquents en amont du projet, notamment en termes de garanties de sécurité et de confidentialité.

Ces principes de limitation du risque ont été appliqués autant que possible. Malgré cela, et bien qu'elle ait été l'occasion d'apprentissages indirects, la campagne de collecte de DEMETER n'a permis l'obtention d'aucune des données souhaitées. Des moyens significatifs ont été engagés afin de rendre la campagne possible, avec notamment la contractualisation auprès de gestionnaires de réseaux de distribution d'énergie (ENEDIS et GRDF), l'élaboration d'un plan de gestion des données sensibles et le développement d'une plateforme de collecte.

Ce retour d'expérience met en évidence deux recommandations principales. D'une part, il est nécessaire de prévoir systématiquement des scénarios alternatifs correspondant au cas le plus défavorable, en l'occurrence l'impossibilité totale d'exploiter les résultats de la collecte de données. D'autre part, il apparaît essentiel de définir, dès le lancement du projet, des jalons intermédiaires associés à des objectifs quantifiés permettant d'évaluer progressivement le succès de la collecte. Ces jalons peuvent optimiser la prise de décision et limiter les surcoûts liés à une réorientation tardive du projet.

Dans le cas présent, des scénarios alternatifs avaient bien été prévus mais n'envisageaient pas l'absence complète de données collectées ni ne prévoyaient de jalons. Bien que cela n'ait pas empêché le respect du calendrier initial, ces dispositions auraient pu dégager des ressources pour des tâches de fond autres que la gestion des réorientations du projet.

### 1.4.3. Adapter la taille du consortium à l'ampleur du projet

L'animation d'un consortium et la coordination de ses travaux génèrent des coûts fixes de gestion liés au nombre de partenaires, à la diversité des actions menées et à leur degré d'interdépendance. Dans un projet de taille modeste comme DEMETER, ces coûts représentent une part significative des ressources engagées. Ce constat plaide, pour des projets similaires notamment en termes de volume financier, en faveur d'une structuration plus compacte du consortium et d'un regroupement thématique plus compact des actions.

Le consortium de DEMETER réunit six partenaires aux compétences complémentaires, avec plusieurs axes de travail initialement conçus pour interagir fortement. Dans la pratique, les difficultés rencontrées lors du projet ont conduit à réaliser ces travaux de manière plus indépendante que prévu, ce qui a réduit les possibilités de mutualisation entre axes. Dans ce contexte, une organisation plus concentrée, avec un nombre plus limité d'axes fortement articulés entre eux, pourrait faciliter la coordination et optimiser l'utilisation des ressources dans des projets similaires.

Néanmoins, c'est grâce à la diversité des expertises et points de vue réunis au sein du consortium que les difficultés rencontrées ont pu être contournées par la définition de réorientations pertinentes construites collectivement.

## 2. Panorama des sources de données sur le parc de bâtiments tertiaires

Dans leur ensemble les informations relatives aux bâtiments du secteur tertiaire sont majoritairement dispersées et fortement lacunaires. Il n'existe à l'heure actuelle aucune source de données centralisée sur le tertiaire permettant de catégoriser de manière fiable l'activité d'un bâtiment et de l'associer à un type de construction et à des caractéristiques physiques : principes constructifs, nature des murs, systèmes du bâtiment, types d'isolation, etc.

Référencer des données déjà structurées et en créer de nouvelles sont donc une priorité pour l'étude du parc de bâtiments tertiaires. Mobiliser la connaissance contenue dans les multiples sources bibliographiques pour la valoriser dans un format structuré et consolidé constituerait un axe de recherche à part entière et nécessiterait des moyens dédiés conséquents. La première étape essentielle qu'aborde le projet DEMETER est d'identifier des bases de données dans lesquelles l'information est déjà structurée. C'est pourquoi le projet se concentre sur les bases de données nationales en accès libre ou susceptibles de le devenir, qui fournissent des informations sur tout ou partie du parc tertiaire à la maille bâtiment.

### 2.1. Bases de données nationales de référence

Le livrable 2.2 propose un référencement de bases de données nationales, en accès libres ou susceptibles de le devenir, pouvant apporter des informations à l'échelle bâtiment pour l'étude du parc tertiaire. L'objectif est de proposer une vue d'ensemble des données immédiatement disponibles et exploitables, dans le cadre de DEMETER ou de futures études portant sur le secteur tertiaire. Les bases en accès non libres n'ont pas fait l'objet d'une exploration approfondie.

La majorité des bases identifiées proviennent d'administrations publiques ou sont issues de projets collaboratifs ou participatifs comme OpenStreetMap (OSM) ou PSS (anciennement ParisSkyScrapers). Dans la continuité de la loi pour une République numérique, dite « loi Lemaire », de nombreuses bases de données de services publics qualifiées comme d'intérêt général, ont été modernisées et publiées sur data.gouv.fr principalement sur la période 2021-2022. On y retrouve maintenant des annuaires, plus ou moins bien géoréférencées, des établissements de santé (base FINESS), des bâtiments accueillant des activités liées à la Culture (base Basilic) ou encore des établissements d'enseignements (annuaire de l'éducation, PIES, etc.).

Le CEREMA et le CSTB mènent actuellement un travail de consolidation de ces sources publiées par les services de l'Etat en une unique base de données centrée sur les bâtiments du tertiaire public, dénommée ESPACE. Ces informations permettront notamment de fiabiliser les activités de bâtiments indiqués dans la Base de Données Nationale du Bâtiment (BDNB). Celle-ci propose d'ores et déjà une consolidation de nombreuses sources nationales non mentionnées dans le livrable puisque directement accessibles dans cette base. La BDNB agrège un grand nombre d'informations à l'échelle du bâtiment (localisation, géométrie, année de construction, DPE, etc.) et constitue ainsi une infrastructure qui permet l'interopérabilité de bases nationales. Elle intègre également une infrastructure de gestion de la diffusion des données sensibles, qui peuvent être mises à disposition de leurs ayants-droits. En constante évolution, la BDNB s'enrichit continuellement de fonctionnalités avancées comme des outils d'enrichissement statistique de la donnée ou la possibilité de réaliser des simulations sur des périmètres massifs grâce au couplage à des moteurs de calcul.

Parmi les initiatives privées pertinentes et en accès libre, on trouve des analyses de la base OSM, dont la licence, OdBL, impose dans de nombreux cas une republication libre des exploitations réalisées. On peut notamment citer les travaux de l'entreprise Magellium qui a retraité et thématiqué les données OSM afin d'identifier un certain nombre de sites tertiaires, en particulier les établissements de santé, d'enseignement et les bâtiments des forces de l'ordre.

De manière synthétique, les informations disponibles sur le tertiaire peuvent être regroupées en trois grandes catégories :

- des données privées, consultables ponctuellement ou accessibles contre paiement, telles que Google Maps ou certaines études spécifiques sur les locaux commerciaux vacants.
- des données en accès libres issues de projets collaboratifs comme OSM ou PSS.
- des données détenues par des administrations publiques, soit en accès libres, soit à accès restreint ou confidentiel, notamment celles liées au DEET (plateforme OPERAT) ou aux Fichiers Fonciers.

Ce panorama souligne l'importance, pour la connaissance du tertiaire, des projets collaboratifs qui produisent de la donnée en accès libre. OSM constitue l'une des sources les plus complètes, qui couvre les parcs publics et privés et intègre des informations jusqu'à l'échelle infra-bâtiment, particulièrement précieuses dans les cas de la mixité de fonctions. Du fait de sa nature participative, cette base présente cependant une hétérogénéité dans la manière de décrire les bâtiments et les activités, ce qui implique un effort d'homogénéisation conséquent pour pouvoir l'exploiter. La fiabilité et la fraîcheur des informations sont également variables. A titre d'illustration, un local commercial peut régulièrement changer de fonction sans que la nouvelle activité soit indiquée dans OSM avant plusieurs années.

En contrepartie, le périmètre mondial d'OSM constitue un atout majeur. Une part importante des informations y sont décrites de manière relativement homogène à l'échelle internationale. De plus, le périmètre planétaire d'OSM permettrait une mutualisation d'efforts de structuration et d'exploitation de données aux échelles nationale, européenne ou internationale. Le potentiel de telles démarches est illustré par l'exemple des projets MagOSM et [Global Healthsites Mapping Project](#), qui propose un référencement des établissements de santé à l'international à partir d'OSM<sup>1</sup>. Il est toutefois probable que les informations d'OSM utilisées pour ce cas d'usage proviennent en grande partie, pour le périmètre français, de la base FINESS du ministère de la santé.

Les données sur le tertiaire provenant d'acteurs privés répondent généralement à trois types de motivations :

- un intérêt commercial direct ;
- une obligation réglementaire (imposition, DEET, etc.) ;
- des démarches et motivations relevant de l'OpenSource et de l'OpenData, portées principalement par la société civile (associations, ONG et individus) mais aussi par certains acteurs publics et privés.

A partir de ces constats, trois recommandations peuvent être formulées pour favoriser la collecte et la publication d'informations sur le bâtiment tertiaire :

- L'identification et le développement de synergies ciblées avec des acteurs privés ou publics, à l'image des enquêtes menées par l'OID auprès de son réseau afin d'accompagner le suivi des consommations énergétiques des bâtiments.
- L'utilisation ou l'extension des leviers réglementaires, pour aller jusqu'à la publication, voire autoriser un usage élargi, des informations dont la déclaration est obligatoire. La plateforme OPERAT en constitue l'exemple le plus notable, en particulier car elle est l'une des seules sources à contenir des données à l'échelle intra-bâtiment.

## 2.2. Inventorier le tertiaire : limites actuelles et enjeux de catégorisation

### 2.2.1. Un inventaire national des surfaces tertiaires perfectible

Le seul inventaire quantitatif national des surfaces de bâtiments par activité tertiaire identifié par DEMETER est celui réalisé par le centre d'études et de recherches économiques sur (Ceren) lors de [l'estimation des surfaces chauffées du secteur sur la période 1990-2023](#)<sup>2</sup>. Néanmoins, [seuls les éléments](#)

<sup>1</sup> Initiative présentée sur le wiki d'OpenStreetMap, consulté le 30 janvier 2026.

[https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Global\\_Healthsites\\_Mapping\\_Project](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Global_Healthsites_Mapping_Project)

<sup>2</sup> Téléchargeable après la complétion d'un formulaire sur le site du Ceren, consulté le 30 janvier 2026.

<https://www.ceren.fr/download/882/>

[généraux de la méthodologie employée sont publiés](#)<sup>1</sup> et une partie seulement des résultats issus des enquêtes menés par le Ceren est accessible gratuitement ce qui limite l'appréciation des incertitudes.

L'estimation repose sur l'analyse de données de consommations énergétiques fournies par les partenaires du Ceren, complétées par des enquêtes de terrain et des opérations de redressement statistique. L'inventaire s'appuie sur une segmentation du secteur tertiaire en 8 branches définies par des ensembles de codes NAF. Or, cette classification n'est pas adaptée à tous les cas d'études. A titre d'exemple la branche « Enseignement » regroupe à la fois « enseignement primaire » (classe NAF 85.20) et la « recherche et développement en biotechnologie » (classe NAF 72.11), cette dernière pouvant relever aussi bien d'activités universitaires que d'activités industrielles indépendantes de missions d'enseignement. Selon les objectifs poursuivis, ce regroupement peut s'avérer pertinent, par exemple pour une analyse globale des structures publiques. Il peut en revanche être inadapté, par exemple dans le cadre d'enquêtes économiques de secteurs de haute technologie. A notre connaissance, il n'existe pas aujourd'hui d'autre inventaire national fiable du parc tertiaire intégrant l'ensemble des activités, publiques comme privées, et permettant d'adapter les classifications d'activités aux objectifs spécifiques des études menées.

La base de données OPERAT constitue une source d'information incontournable. Son potentiel pour la production d'un inventaire exhaustif reste toutefois limité par le périmètre d'application du DEET, qui ne concerne que les surfaces tertiaires supérieures à 1000 m<sup>2</sup>, soit [81% du parc selon le bilan 2024 de l'utilisation de la plateforme OPERAT](#)<sup>2</sup>. Ce document, publié par l'ADEME, fournit une première répartition des surfaces du parc assujetti par catégorie d'activité. Sur ce segment du parc tertiaire, les [quatre jeux de données](#) à grande échelle des consommations énergétiques et surfaces déclarées sur OPERAT proposent un inventaire inédit par vecteur d'énergie, par commune et par catégorie d'activité<sup>3</sup>.

L'exploitation des données issues de la fiscalité représente une autre piste. Elle se heurte néanmoins à la difficulté d'accès à ces informations. En outre, ces données reposent sur des définitions fiscales des surfaces de locaux qui ne coïncident pas toujours aux besoins d'analyses techniques ou fonctionnelles des bâtiments. Enfin, les bâtiments publics, non soumis à la taxe foncière, sont souvent absents de ces inventaires.

Dans ce contexte, l'inventaire du Ceren apparaît aujourd'hui comme la seule source susceptible d'apporter une réponse crédible à la répartition des surfaces tertiaires par branche d'activité à l'échelle nationale. Le caractère essentiellement confidentiel de la méthode employée et des données sources plaide toutefois en faveur d'un recroisement systématique avec d'autres informations lorsque cela est possible. La transparence méthodologique est en effet essentielle à la reproductibilité des résultats d'analyse, à l'estimation des marges d'erreurs et au croisement avec d'autres bases de données ou travaux.

La connaissance du parc de bâtiments tertiaires serait significativement améliorée par la mise en place d'un inventaire détaillé des surfaces de locaux par activité unitaire (par exemple par groupe ou classe NAF), couvrant les fonctions publiques et privées, et reposant sur une méthodologie explicite et transparente. Un tel inventaire fournirait un socle commun pour les analyses relatives au bâti tertiaire à l'échelle nationale, en particulier pour :

- Le pilotage des politiques de sobriété et de rénovation
- Le ciblage d'actions par type d'activité
- Le suivi des trajectoires de décarbonation du secteur
- L'évaluation a posteriori de l'impact des dispositifs réglementaires (DEET, CEE, etc.)

---

<sup>1</sup> Téléchargeable après la complétion d'un formulaire sur le site du Ceren, consulté le 30 janvier 2026.

<https://www.ceren.fr/publications/telecharger-les-documents/download-id/880/>

<sup>2</sup> D'après les chiffres de la page 9 du rapport disponible sur le site de la librairie ADEME, consultée le 2 mars 2026.

<https://librairie.ADEME.fr/batiment/7242-performance-energetique-du-parc-tertiaire-quel-bilan-de-l-utilisation-de-la-plateforme-OPERAT-en-2022-2023-9791029723483.html#>

<sup>3</sup> Jeux de données disponibles sur la plateforme Data de l'ADEME, consultée le 2 mars 2026.

<https://data.ADEME.fr/datasets?q=OPERAT&topics=fjZXrdcRGP>

## 2.2.2. Identifier l'activité principale d'un bâtiment reste difficile

La difficulté à associer un bâtiment ou local aux activités qu'il héberge constitue une autre lacune majeure pour l'étude du parc tertiaire. Cette association indispensable pour décliner les analyses de l'échelle nationale vers des territoires plus restreints (région, commune, quartier). Elle conditionne également la capacité à cibler des bâtiments pertinents pour l'étude de caractéristiques physiques spécifiques telles que les modes constructifs propres à une activité ou à une région.

A ce jour, il n'existe pas de base de données fournissant une correspondance fiable et exhaustive entre un bâtiment ou local identifié par une adresse postale ou par un identifiant du référentiel national des bâtiments (RNB) et l'activité principale hébergée. La qualité de cette catégorisation varie fortement selon les activités considérées. Les bâtiments résidentiels sont par exemple précisément identifiés dans la BDNB. A l'inverse, le cas des bureaux se heurte aux problèmes de définition et de mixité déjà évoquées (voir le paragraphe 1.4.1). En conséquence, s'il est possible, à partir de certaines sources spécifiques d'établir des inventaires nationaux satisfaisants pour certains cas (par exemple les écoles primaires), il est impossible de dresser le portrait complet et fiable des activités d'un périmètre multi-bâtiments (commune, quartier) sans recourir à des traitements manuels spécifiques.

Dans le contexte de DEMETER cette lacune s'est traduite concrètement par des difficultés lors de l'élaboration de scénarios d'occupation de locaux à partir de données téléphoniques. Il s'est ainsi avéré particulièrement difficile d'identifier des zones géographiques d'intérêt hébergeant une seule activité tertiaire comme des quartiers majoritairement constitués de bureaux ou de commerces. Il a également été impossible de désagréger des données de fréquentation de l'échelle du quartier à l'échelle bâtiment. Le traitement des informations issues de la téléphonie mobile permettent uniquement des observations sur une zone couvrant plusieurs adresses ou bâtiments. Ce cas d'usage est détaillé plus amplement dans le chapitre 5.

Plusieurs sources proposent néanmoins une catégorisation correcte de bâtiments tertiaires pour quelques activités spécifiques. Parmi la liste de bases de données détaillée dans le livrable 2.2, on trouve notamment :

- [MagOSM<sup>1</sup>](#) qui provient d'une analyse d'OSM par un acteur privé. Cette base catégorise et géolocalise avec une pertinence correcte bien que variable les hôpitaux, cliniques, structures sociales, établissements d'enseignement par niveau et les bâtiments de polices et de gendarmeries. Là encore la pertinence de certains regroupements proposés dépend des objectifs poursuivis.
- La base ESPACE, en cours de développement par le Cerema et le CSTB, constitue une initiative structurante. Elle vise la catégorisation de l'ensemble des bâtiments du tertiaire public, principalement par croisement de nombreuses bases de données ministérielles.
- Certaines des bases ministérielles en cours de consolidation dans la base ESPACE sont déjà exploitables pour l'étude de certains types d'activité : base des lieux et des équipements culturels (Basilic), base de données officielle des équipements sportifs en France (Data ES), liste des établissements du domaine sanitaire et social (base FINISS), etc.

L'amélioration de la catégorisation de l'activité des bâtiments tertiaires reposera vraisemblablement sur une combinaison de plusieurs approches et sources d'information. Un effort progressif, s'inscrivant sur plusieurs années, apparaît nécessaire avant d'atteindre un niveau de couverture et de fiabilité satisfaisant pour une majorité d'activités ou de surfaces de bâtiments.

Parmi les sources les plus prometteuses, OSM occupe une place particulière. Bien qu'encore peu exploitée pour la catégorisation d'activité, cette base collaborative est riche d'informations issues de contributions nombreuses. Son hétérogénéité constitue le principal défi mais reste toutefois amplement surmontable. Une première étape serait de constituer des ensembles de bâtiments géolocalisés et catégorisés avec une forte fiabilité afin de déterminer des combinaisons de clefs OSM discriminantes pour les activités. La suite relèverait alors de problèmes classiques de classification, pour la résolution desquelles de nombreux outils existent.

---

<sup>1</sup> Site dédié à MagOSM, consulté le 30 janvier 2026. <https://magosm.magellium.com/index.html>

D'autres perspectives reposent sur la mise à disposition de données administratives détenues par les pouvoirs public, notamment la base OPERAT qui permettrait la géolocalisation de surfaces quantifiées et associées à une activité. Des croisements avec d'autres sources telles que le registre national des entreprises, ou les Fichiers Fonciers pourraient être envisagées sous réserve de licéité. Le principal obstacle à ce type d'approche est d'ordre juridique plutôt que technique.

Enfin, des approches plus exploratoires permettraient de produire de l'information structurée à partir de sources indirectes. L'analyse d'images de type « Street View », comme celles mises à disposition par l'initiative [Panoramax](#)<sup>1</sup>, pourrait contribuer à l'identification de commerces ou de services par lecture des devantures voire à la classification de bâtiments entiers par la reconnaissance automatisée du type de construction. L'usage de modèles de langage pourrait permettre de compléter ou challenger les résultats obtenus par d'autres méthodes en exploitant des informations contextuelles hétérogènes : description historique d'un quartier ou d'une ville, résultats d'une recherche internet ciblant une adresse postale, etc.

La péremption des données sources constitue un défi transversal pour l'ensemble de ces approches. Les évolutions rapides des activités, notamment celles qui occupent des petits locaux commerciaux, peuvent conduire à des catégorisations rapidement obsolètes. Cet enjeu demeure néanmoins secondaire au regard de l'état actuel des connaissances. L'objectif premier reste l'obtention d'une vision d'ensemble du parc tertiaire national déclinable aux échelles locales à partir de l'identification de l'activité principale des bâtiments.

## 2.3. Echec de la campagne de recrutement

La campagne de collecte de données prévue dans DEMETER devait alimenter les axes relatifs aux caractéristiques physiques et au comportement énergétique des bâtiments tertiaires. Un appel à contributions a été lancé sans ciblage spécifique, dans l'objectif de recueillir des données de compteurs de gaz et d'électricité ainsi que des informations sur les caractéristiques des bâtiments occupés ou gérés par les répondants.

### 2.3.1. Accès à la donnée énergétique : un verrou majeur

Dans la volonté initiale du projet visait une récupération massive de données de consommations énergétiques issues de compteurs communicants de plus de 1000 bâtiments. Pour cela il était prévu, et nécessaire, de collecter les données via les services informatiques proposés par ENEDIS et GRDF, en tant que gestionnaires de réseaux de distribution (GRD).

Ces services, propres à chaque entité, permettent de récupérer des données de consommation issues de compteurs via des interfaces informatisées ou non (DataConsoElec pour ENEDIS par exemple) à partir d'un mandat signé par le gestionnaire du bâtiment au tiers souhaitant accéder à ces informations. Cela nécessite une demande spécifique pour chaque GRD.

Etant donné le nombre de bâtiments visés par la collecte, il n'était pas envisageable, pour le consortium comme pour les GRD, de recourir à des traitements manuels pour collecter les données. C'est pourquoi il a été préféré d'utiliser des interfaces informatisées dédiées :

- GRDF Adict pour les données gaz ;
- SGE Tiers pour les données d'électricité.

Un travail de contractualisation avec les deux entités a été mené au sein du consortium par Efficacy pour obtenir l'accès à ces services. Aucune difficulté particulière n'a été relevée pour obtenir l'autorisation d'utiliser GRDF Adict : l'inscription et la participation à un Webinar de présentation du service par les équipes de GRDF suffisent à l'obtention d'un accès via une clef d'API. En cas de contrôle par GRDF, il est nécessaire de disposer d'un mandat signé par le titulaire de contrat dont les données ont été collectées et de pouvoir démontrer que le processus de traitement respecte le Secret des Affaires.

Ce fonctionnement, simple et direct, contraste avec la complexité de contractualisation SGE Tiers auprès d'ENEDIS, dont le processus est rappelé en Figure 1 ci-dessous.

---

<sup>1</sup> Site dédié à Panoramax, consulté le 30 janvier 2026. <https://panoramax.fr/>



# Processus et éléments contractuels

Étapes du parcours contractuel d'un fournisseur de services

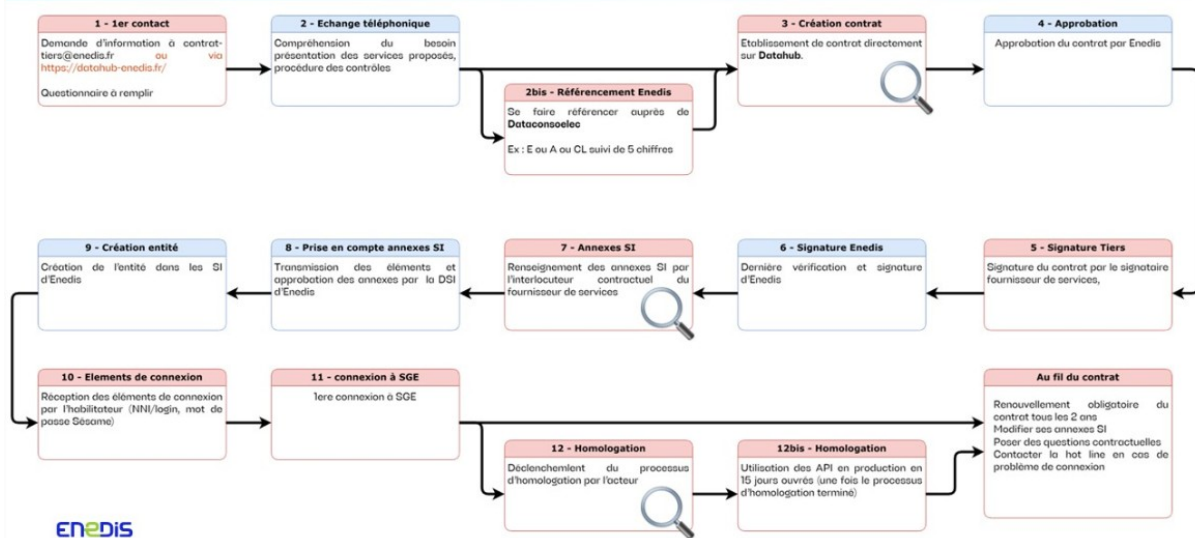


Figure 1. Processus de contractualisation SGE Tiers (ENEDIS).

Pour obtenir la contractualisation SGE-Tiers avec ENEDIS, il est nécessaire en premier lieu d'être référencé auprès du service DataConsoElec, ce qui implique d'avoir demandé au moins une fois un accès à des données de compteurs électriques via un mandat. Il était prévu pour cela de procéder au sein du consortium, avec Efficacy en tant que tiers collecteur de données et le CSTB en tant que client du GRD, afin d'obtenir le référencement DataConsoElec. Cela a représenté une première difficulté, la validation de plusieurs services des partenaires, administratifs et juridiques, devant être obtenue au préalable. L'inertie inhérente aux itérations entre des équipes multiples a ainsi contribué au délai de référencement DataConsoElec, qui a nécessité environ 6 mois.

En parallèle, le consortium a suivi un webinar de présentation du service SGE Tiers comportant notamment une forte mise en garde sur deux sujets :

- Le temps d'attente long pour le traitement du dossier à partir de l'étape 3 de la Figure 1 (entre 4 et 6 mois) ;
- L'exigence d'ENEDIS que l'entreprise contractualisée ait mis en place un système robuste de vérification de l'identité des personnes signataires des mandats d'accès à la donnée ainsi que sur leur légitimité au sein de leur structure à accorder cet accès.

Par ailleurs, ces données étant sensibles, notamment du point de vue du Secret des Affaires pour ce qui concerne les acteurs du tertiaire, leur gestion représente un enjeu central et coûteux en ressources. Il convient en effet d'assurer une sécurité maximale de ces informations et garantir qu'elles ne puissent être accessibles qu'aux agents autorisés à les analyser. ENEDIS procède régulièrement à des contrôles visant à vérifier la validité des consentements accordés par les titulaires de contrat, en aval de la collecte de données. Une mise en défaut peut impliquer une annulation immédiate du contrat SGE-Tiers, l'obligation de supprimer les données collectées et des poursuites.

En définitive, la procédure de contractualisation a nécessité environ 18 mois après son lancement, soit un trimestre de plus qu'envisagé en début de projet. Un retour d'expérience intéressant néanmoins pour le consortium qui conseille de disposer à minima d'un membre référencé SGE Tiers pour le lancement de tout projet de récolte de données de consommation massive.

De manière plus générale, il apparaît essentiel pour un projet nécessitant la collecte de larges volumes de données auprès d'ENEDIS, soit d'intégrer à la planification un délai conséquent de contractualisation, soit d'inclure au sein du consortium un partenaire déjà contractualisé.

### 2.3.2. Un ciblage trop large pour collecter des informations indisponibles

La campagne de recrutement a débuté en juillet 2024 pour une durée initiale d'un an. Elle a été interrompue en décembre 2024, faute de résultats suffisants. Une plateforme web développée spécifiquement pour DEMETER en constituait le support principal. La page de participation est reproduite en Figure 2.

La parcours de contribution reposait sur plusieurs étapes. Le participant devait tout d'abord renseigner son adresse électronique, le numéro SIRET de sa structure et son code NAF (Figure 2, en haut à gauche). Il sélectionnait ensuite, sur une carte, les bâtiments qui concernent son activité, identifiés par leur index RNB (à voir en haut à droite de la Figure 2). Pour chaque construction sélectionnée, des formulaires dédiés permettaient de renseigner des informations relatives à l'activité hébergée, aux caractéristiques générales du bâtiments, aux systèmes de climatisation et chauffage, aux ouvrants, à la ventilation, aux murs et à la toiture (à voir sur le bas de la Figure 2).

Ces informations portaient notamment sur les rythmes d'occupation du bâtiment, l'ouverture au public, la date et la nature des derniers travaux de rénovation, les caractéristiques de l'enveloppe et les équipements énergétiques. L'ensemble des champs et des listes de choix est détaillé en annexe. Afin de tenir compte de la méconnaissance possible sur certaines informations, il était possible de transmettre des contributions partielles. Les données saisies étaient enfin déposées sous forme de fichiers JSON dans un espace de stockage sécurisé. Le nombre très limité de contributions n'a pas justifié de structurer les informations recueillies en base de données ni de les exploiter plus avant.

Si le participant disposait de données sur plusieurs bâtiments, un message sur la plateforme proposait à ce dernier d'envoyer les informations qu'il disposait via fichier Excel sur une boîte mail mise à disposition par le consortium.

La campagne de recrutement s'appuyait sur plusieurs canaux. Un premier appel, sans ciblage particulier, a été diffusé via des publications sur le réseau social LinkedIn et sur le site internet du CSTB. Les membres du réseau de l'OID, qui possèdent, occupent ou gèrent pour le compte d'autrui environ 100 millions de mètres carrés, ont ensuite été sollicités lors de plusieurs ateliers (groupes de travail de l'OID), conformément au montage initial du projet. Une brochure papier (reproduite en annexe) a également été distribuée à chaque membre du consortium pour permettre de recruter davantage de participants, à l'occasion de salons ou d'autres événements. Enfin, les partenaires du consortium DEMETER ont tenté de mobiliser leurs propres structures.

D'autres cibles avaient été initialement privilégiées, comme le Salon des maires, mais n'ont finalement pas été sollicitées. En effet, un intérêt limité pour l'approche avait été anticipé face aux enjeux politiques d'alors.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'échec de la campagne de recrutement. Le premier tient à l'absence de contrepartie concrète proposée aux participants, en dehors de la motivation citoyenne de participer à un projet lié à la transition environnementale. Or, le remplissage des formulaires nécessitait justement un effort significatif, peu compatible avec une participation sans incitation.

Les retours obtenus lors des sollicitations internes ont permis de mieux appréhender l'ampleur et la nature de cet effort. Premièrement, il s'est avéré complexe d'identifier le ou les interlocuteurs disposant des informations requises. Selon la taille et l'organisation de la structure, il est nécessaire de mobiliser plusieurs services internes, des sous-traitants ou des bailleurs, eux-mêmes susceptibles de recourir à des prestataires pour la gestion de leurs bâtiments.

Ensuite, les données demandées ne sont pas toujours centralisées, ni même disponibles pour les interlocuteurs identifiés. Dans de nombreux cas, les informations existantes sont fragmentées ou ont pu être perdues au fil du temps, notamment lors des changements de propriétaires ou des rénovations. La réponse au questionnaire DEMETER impliquait donc de mobiliser de nombreuses personnes, et de consacrer un temps non-négligeable à la consolidation d'informations dispersées et hétérogènes. Bien que la possibilité de fournir des réponses partielles ait été explicitement précisée sur la plateforme, cette souplesse n'a pas suffi à lever les freins à la participation.



Pour toute question ou demande, notamment concernant la suppression de vos données, merci de nous contacter par email : [support-demeter@effcacity.com](mailto:support-demeter@effcacity.com)  
Si votre candidature concerne plus de 5 bâtiments et que vous avez déjà consolidé les informations correspondantes, vous pouvez les transmettre directement par email, en supprimant préalablement toute donnée à caractère personnel : [candidature-demeter@effcacity.com](mailto:candidature-demeter@effcacity.com)

### Renseigner mon profil

**i** Vous devez être habilité par la structure pour laquelle vous renseignez des informations. Dans le cas contraire, l'envoi de ces informations constitue une usurpation d'identité qui est puni d'un an d'emprisonnement et de 15 000 euros d'amende (article 226-4-1 du Code pénal).

Email \*

Identifiant SIRET \*

Numéro à 14 chiffres identifiant votre structure

Code NAF \*

Activité Principale Exercée (APE) déclarée officiellement

[Nomenclature de l'INSEE](#)

- J'accepte qu'Effcacity et ses partenaires utilisent les informations fournies dans le cadre du projet DEMETER et jusqu'à sa clôture, y compris par croisement à d'autres sources de données. \*
- J'atteste sur l'honneur être dûment habilité pour fournir ces informations. \*

J'accepte d'être recontacté ultérieurement pour fournir mes données de compteur d'électricité et de gaz.

Non  Oui

Je souhaite renseigner des informations sur mes bâtiments.

Non  Oui

### Sélectionner mes bâtiments sur la carte

**i** Pour renseigner des informations sur vos bâtiments, déplacez-vous sur la carte ou utilisez la recherche par adresse postale. Une fois le bâtiment identifié cliquez simplement dessus pour l'ajouter à votre déclaration.

Adresse postale

### Informations sur mes bâtiments

**i** Tous les champs sont optionnels : renseignez autant d'informations que vous le pouvez, toute contribution est précieuse ! Les données déclarées seront considérées fiables : en cas de doute, préférez l'option 'Je ne sais pas' !

Activité
Caractéristiques
Énergie
Fenêtres
Ventilation
Murs
Toiture

**175001 Paris 1er Arrondissement**  
WTHZBNYMAXHT

**175004 Paris**  
B1PMNFAT5VH

Activité principale **i**

Quelle activité occupe la plus grande surface de votre local?

Exemple : pour un centre hospitalier, renseigner 'Restauration - Restauration collective' pour le bâtiment dédié à une cantine.

Surface occupée  m<sup>2</sup> Nombre de niveaux

Surface du bâtiment occupée par votre activité Rez-de-chaussée compris

Régime des agents dans le local

Quel est le régime de travail dans le local?

Horaire d'arrivée des agents  Horaire de départ des agents

Public extérieur

Le local accueil du public

Remarques

Toute remarque qui vous semble pertinente.

Fermeture estivale

0  jours

Combien de jours le local est-il inoccupé pendant les vacances d'été?

Fermeture de fin d'année

0  jours

Combien de jours le local est-il inoccupé pendant les fêtes de fin d'année?

Jours sans agents

Quels jours aucun travailleur n'est présent?

Envoyer ma déclaration

Figure 2. Page de déclaration de la plateforme de recrutement DEMETER.

Bien que l'OID ait directement sollicité les membres de son réseau et plusieurs d'entre eux ont témoigné d'un intérêt pour la démarche poursuivie, aucun n'a finalement contribué à la campagne de recrutement. Cela explique que l'échec du recrutement n'est pas imputable uniquement à un défaut de ciblage ou à des efforts de communication insuffisants. Ces acteurs constituaient des cibles privilégiées, et ils ont été démarchés directement, donc indépendamment des moyens de communication déployés par ailleurs.

L'échec de la campagne de recrutement a néanmoins constitué une opportunité d'apprentissage importante pour la compréhension des enjeux du bâti tertiaire. Il a conduit à questionner deux pré-supposés : d'une part l'existence effective des informations recherchées, et d'autre part, leur accessibilité au sein des organisations qui les détiennent. Ce constat a conduit le consortium à mener une enquête complémentaire auprès du réseau de l'OID afin d'analyser plus spécifiquement le niveau et la structure de la connaissance du parc tertiaire par ses acteurs.

Le retour d'expérience de DEMETER conduit à formuler plusieurs recommandations pour la conception de futures campagnes de collecte de données sur les bâtiments tertiaires :

- cibler dès l'amont un sous-secteur ou des catégories d'acteurs clairement identifiées (gestionnaires de parc, bailleurs, collectivités, réseaux professionnels) ;
- adapter le contenu du questionnaire au profil des répondants, en tenant compte des informations qu'ils sont réellement susceptibles de détenir et de mobiliser ;
- proposer des contreparties proportionnées à l'effort demandé ;
- envisager des démarches de co-construction du questionnaire ;
- prévoir un accompagnement des répondants lors du remplissage du questionnaire.

Une meilleure compréhension de la connaissance du parc tertiaire par ses acteurs constitue ainsi un préalable à la conception d'enquêtes adaptées.

## **2.4. Ce que les acteurs du tertiaire savent réellement de leurs bâtiments**

Face aux difficultés rencontrées dans la campagne de recrutement, y compris auprès des propres structures des membres du consortium, celui-ci a décidé de clore la collecte de données et de s'enquêter sur la connaissance dont disposent les acteurs du tertiaire sur leurs propres bâtiments. Il s'agissait tout d'abord de déterminer quelles données sont réellement accessibles, le type d'acteurs ou de personnes y ayant accès et la façon dont ces informations sont collectées et consolidées.

### **2.4.1. Une information bâtementaire difficilement accessible aux acteurs eux-mêmes**

Le personnel d'Orange participant directement au projet DEMETER a contacté le service gestionnaire des sites Orange France qui gère notamment l'établissement accueillant les équipes Flux Vision à Belfort. Malgré la participation de plusieurs agents de ce service et après la présentation et la formation à l'outil de collecte de contributions, il s'est avéré que cette équipe, la plus susceptible de détenir les données recherchées, ne disposait pas d'informations suffisantes pour compléter le formulaire.

La gestion des bâtiments occupés par le personnel CSTB est également interne à l'entreprise. Là encore les informations recherchées, qui dépassent le cadre de la gestion courante de ces sites, n'étaient pas mobilisables sans un travail conséquent par les équipes concernées. En sa qualité d'acteur expert du bâtiment, le CSTB possède des informations sur ses sites issues de projets internes. Seulement, ceux-ci sont souvent spécifiques à l'un des aspects de la construction, et ne couvrent pas l'ensemble des catégories de données recherchées par DEMETER. Les informations sont majoritairement exploitées lors des analyses propres à chacun des projets, sans intérêt direct de les homogénéiser et les rassembler en une base de données.

Du côté d'Arcora, les personnes impliquées dans le projet DEMETER ont également contacté le responsable des services généraux du bâtiment accueillant leur bureau afin de compléter le formulaire de données pour l'étude. Le bâtiment est à l'usage exclusivement de bureaux dont les principales

informations connues des services généraux concernent les consommations énergétiques. Les informations concernant l'enveloppe bâtie et sa matérialité n'étaient pas facilement mobilisables. Un accompagnement des équipes d'Arcora a été nécessaire pour identifier la matérialité de l'enveloppe et renseigner le formulaire à plusieurs mains. Cette première enquête confirme que plusieurs informations sur les bâtiments ne sont pas collectées et ne figurent pas systématiquement dans les archives bâtiment des gestionnaires.

Les échanges internes à chacune des structures du consortium et avec des acteurs externes liés à la gestion de bâtiments ont permis de constater l'une des failles de la stratégie de collecte de données. Y compris au sein d'entreprises spécialistes de la construction, les informations propres aux bâtiments exploités, lorsqu'elles sont connues, sont généralement dispersées entre différents corps de métier et fonds documentaires. Ce constat a motivé la conduite d'une seconde enquête visant spécifiquement à questionner la connaissance du parc de bâtiments tertiaires par ses acteurs.

## 2.4.2. Une connaissance des bâtiments très variable selon les acteurs

### Présentation de l'enquête :

Suite à l'échec de la campagne de recrutement, pour les raisons évoquées en section 2.3.2, une enquête a été réalisée auprès des membres de l'OID afin d'évaluer le niveau de connaissance du parc tertiaire par ses acteurs. Cette enquête s'est déroulée en deux temps :

- (1) Envoi d'un questionnaire permettant d'évaluer, pour les principaux champs de données (51 au total) qui devaient être saisies sur la plateforme (catégorie d'activité du bâtiment, année de construction, type de système de chauffage, matériau principal des murs extérieurs, ratio de surface vitrée, etc.), et à l'échelle du parc de l'acteur interrogé : le niveau de connaissance (« 0 - Information inexistante » / « 1 - Information existante mais difficilement mobilisable/retrouvable » / « 2 - Information connue et aisément mobilisable ») ainsi que la personne ayant accès à cette donnée le cas échéant.
- (2) Entretien avec les répondants au questionnaire afin d'identifier pour chaque niveau de connaissance (0, 1, 2) pourquoi et comment ces données étaient consolidées, ou au contraire pourquoi elles n'étaient peu voire pas accessibles. Ces entretiens ont été réalisés par Arcora et l'OID.

Le questionnaire (1) et la trame de l'entretien (2) sont reproduits en annexe.

L'enquête a été diffusée auprès du réseau de l'OID lors de groupes de travail (3 réunions en février, mars et juin 2025) qui ont réuni au total 99 participants représentant 63 sociétés (sociétés de gestion, foncières, locataires, acteurs publics, bureaux d'étude) impliquées dans les travaux de l'OID relatifs aux enjeux énergie – carbone dans l'immobilier (décret tertiaire, décarbonation, collecte de données pour le Baromètre de l'OID, etc.).

### Nombre et profils des répondants :

(1) Sur les 63 sociétés sollicitées, 6 ont répondu à l'enquête en complétant le questionnaire. Cette proportion relativement faible de répondants peut s'expliquer ici aussi par l'absence de contrepartie pour les participants. Mais plusieurs acteurs se sont mobilisés car la réponse à l'enquête nécessitait peu de ressources, notamment parce qu'il s'agissait d'interroger un interlocuteur seulement (le gestionnaire/propriétaire du parc), alors que le remplissage de la plateforme aurait nécessité l'intervention de plusieurs personnes au sein de la structure. Il s'agissait effectivement de renseigner le niveau de connaissance moyen du parc et non son détail pour chaque bâtiment. En dépit de la taille limitée de l'échantillon sondé (6 sociétés), celui-ci couvre tout de même différentes catégories d'acteurs : 2 sociétés foncières, 3 Sociétés de Gestion de Portefeuille (SGP) et 1 acteur public. Il couvre également les principales branches d'activité du tertiaire : bureaux, commerce, santé, enseignement.

Il convient de noter que toutes les structures interrogées sont soit propriétaire soit gestionnaire de leur parc. Dit autrement, aucune n'occupe directement les bâtiments pour lesquels nous les avons interrogés.

Remarques :

- une SGP est une entreprise qui gère des actifs financiers pour le compte de tiers (personnes physiques ou morales), incluant notamment l'immobilier, qui est géré au travers de véhicules d'investissement spécifiques : SCPI (Sociétés Civiles de Placement Immobilier), OPCI (Organismes de Placement Collectif en Immobilier), SC (Sociétés Civiles à vocation immobilière) ;
- une société foncière (ou plus simplement « foncière ») est une entreprise qui détient un parc immobilier en vue de le valoriser et/ou de le commercialiser. Une foncière exerce un contrôle direct sur la gestion de son parc immobilier : location, rénovation, commercialisation. Pour cette raison, les foncières gèrent des parcs généralement plus petits que les SGP.

Etant donné la taille de l'échantillon, les résultats ont été anonymisés : identité du répondant, taille et composition précise du parc ne sont ainsi pas communiquées dans ce rapport. Néanmoins, les conclusions de l'enquête sont indépendantes de ces informations ; la connaissance du parc dépend davantage de la typologie d'acteur (foncière, SGP, public) qui, elle, est communiquée dans les résultats.

(2) Trois des six répondants, dont deux SGP et une foncière, ont par la suite accepté de participer à un entretien individuel.

**Résultats issus des réponses au questionnaire :** le graphique en Figure 3 indique, pour chacun des 6 répondants, la proportion de des 3 niveaux de connaissance. Par exemple, *Foncière 1* a renseigné le niveau de connaissance le plus élevé (« 2 – Information connue et aisément mobilisable ») pour 86% des champs de données (soit 44 des 51 champs de données du questionnaire). A l'inverse l'acteur publique a indiqué ne pas disposer de 86% des informations (« 0 - Information inexistante »).

Il convient de noter qu'il s'agit ici d'un niveau de connaissance « moyen » à l'échelle du parc. Un acteur donné ne connaît pas nécessairement tous ses bâtiments avec le même degré de précision. Cela étant, ces résultats font apparaître des disparités entre les catégories d'acteurs : les foncières, qui exercent un contrôle direct sur leurs bâtiments (dont dépendent directement leurs résultats), possèdent pour cette raison des parcs généralement plus petits (quelques dizaines voire centaines de bâtiments) qu'ils gardent souvent plus longtemps en portefeuille (quelques dizaines d'années) que les SGP (quelques années à 10 ans, en fonction des fonds). Celles-ci gèrent un nombre important d'actifs, qui incluent également des véhicules d'investissement non immobiliers. Par conséquent, les foncières ont en moyenne une meilleure connaissance de leur parc que les SGP. Le cas de l'acteur publique est particulier : à la différence des

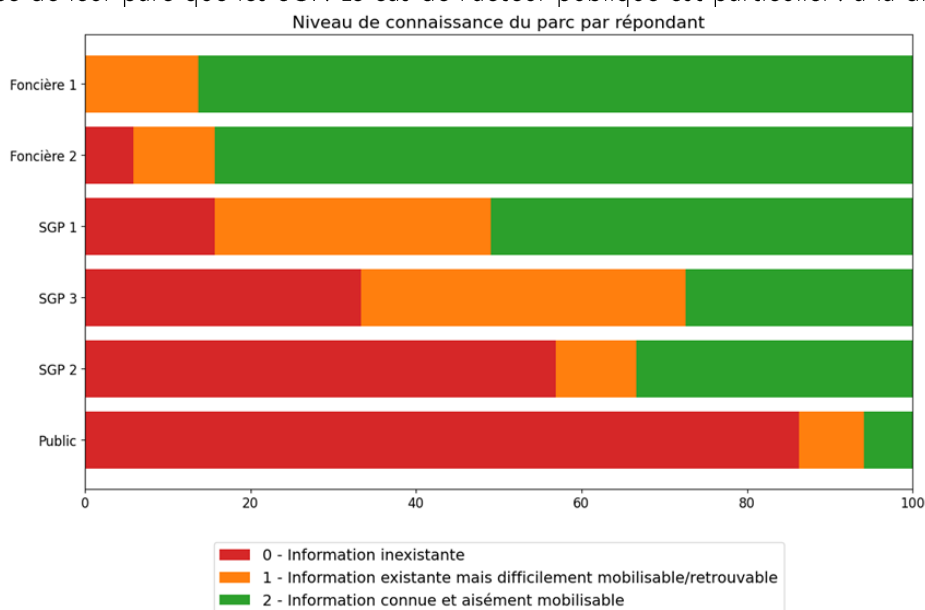


Figure 3. Répartition du niveau de connaissance pour chacun des répondants de l'enquête. Il était demandé d'indiquer un niveau de connaissance, de 0 à 2, pour 51 caractéristiques relatives au bâtiment. Pour 86% de ces champs, la Foncière 1 est par exemple capable de mobiliser sa connaissance.

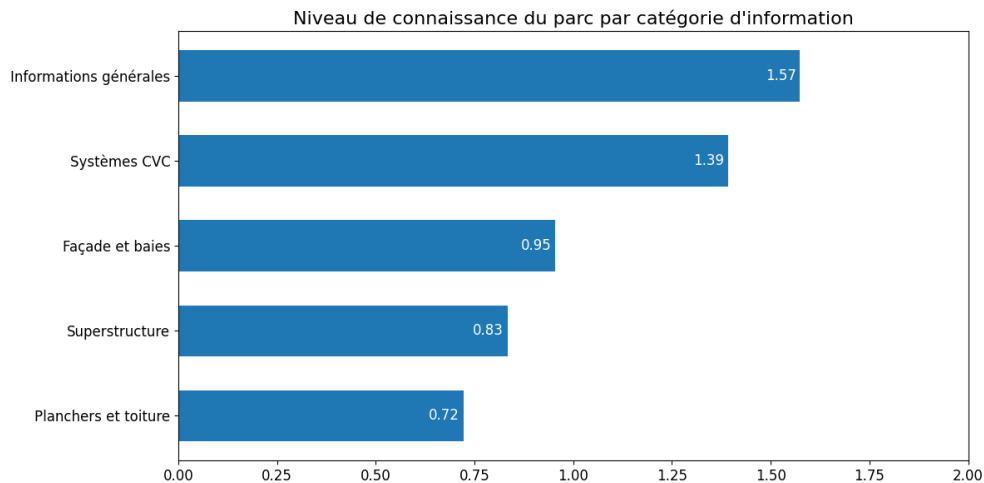


Figure 4. Niveau moyen de connaissance du parc tertiaire par catégorie d'information.

acteurs privés, celui-ci n'a pas d'obligation de résultats financiers et donc ne cherche pas à valoriser ses bâtiments (par exemple en effectuant une rénovation pour augmenter les loyers perçus). Il gère également un parc conséquent, aux activités très variées, et en est plus éloigné qu'un acteur privé.

L'objectif principal de l'enquête est de déterminer quelles informations (parmi toutes celles demandées sur la plateforme) sont réellement accessibles aux acteurs qui possèdent, gèrent ou opèrent des parcs tertiaires conséquents. Pour faciliter l'analyse, les 51 champs de données pour lesquels les répondants devaient renseigner leur niveau de connaissance à l'échelle du parc ont été regroupés en 5 catégories :

- Informations générales (catégorie d'activité, adresse, année de construction, nombre de niveaux, etc.)
- Systèmes CVC (présence d'un système de chauffage, mode de production d'ECS, etc.)
- Superstructure (matériau principal de la structure, type de structure)
- Façade et baies (type d'isolation des murs, ratio de surface vitrée, type de vitrage, etc.)
- Planchers et toiture (type d'isolation des planchers, catégorie d'inertie de la toiture, etc.)

La Figure 4 donne la moyenne des niveaux de connaissance pour chacune de ces catégories (le niveau maximal étant 2). Il ressort que les informations générales et celles concernant les systèmes CVC sont mieux connues en moyenne que celles concernant les façades et baies ainsi que la superstructure. Les données relatives au plancher et à la toiture sont les moins bien connues des acteurs.

Le détail pour chacune des 51 informations demandées sur la plateforme est reproduit en annexe. Celui-ci pourra servir de base pour la conception d'un futur questionnaire ou d'une future plateforme de collecte de données, en ne sélectionnant par exemple que les informations dont au moins 50% des répondants disposent, ou en ciblant certains acteurs clés pour obtenir des informations difficiles d'accès (catégories d'inertie des planchers, types d'isolant, etc.).

#### **Enseignements issus des entretiens :**

Sociétés interrogées : Foncière 1, SGP 2, SGP 3.

**Une différence de taille :** Les foncières et SGP, outre les différences évoquées plus haut liées à leur activité économique distincte, diffèrent également par la taille de leur parc. La foncière interrogée possède un parc d'une vingtaine de bâtiments là où les SGP en gèrent plusieurs centaines. Pour cette raison, la foncière connaît bien son parc et ne s'appuie pas sur des bases de données structurées ou des prestataires externes pour consolider les données de son parc : un dossier partagé par immeuble suffit à conserver toutes les données relatives à celui-ci. La foncière dispose, en plus, d'un pilote (« property manager » ou « facility manager ») pour chacun de ces bâtiments et connaît l'interlocuteur privilégié pour remonter une information technique. Ce n'est pas nécessairement le cas des SGP, qui utilisent, pour l'une d'entre elles au moins, des solutions logicielles externes de gestion d'actifs, mais qui organisent le parc autour des données foncières et financières (surface, valeur locative). Elles regroupent ainsi les bâtiments

par portefeuille, c'est à dire par véhicule financier construit autour de la localisation des actifs, du programme de construction ou encore des certifications environnementales.

**Accessibilités des données de matérialité :** Ces données, lorsqu'elles existent, sont généralement dispersées dans différents documents contractuels ou administratifs : dossier des ouvrages exécutés (DOE), baux, procès-verbaux de réception des travaux, contrats de maintenance des équipements techniques, etc. Ces données sont réunies à des moments clés de la vie de l'immeuble :

- Rénovation lourde/restructuration : déclenchée la plupart du temps en cas de rotation de locataire (car le bâtiment doit être vide), et si les travaux permettent d'augmenter les loyers demandés
- Labellisation : l'obtention d'un label (HQE, BREEAM, LEED) nécessite de collecter un certain nombre de données techniques. Une SGP indique par exemple disposer des informations relatives aux systèmes CVC et les consommations énergétiques uniquement pour les bâtiments labellisés ou pour lesquels ils souhaitent obtenir un label.
- Travaux plus légers (site occupé) : déclenchés par la remontée d'un problème sur l'immeuble (équipement vétuste ou en panne par exemple) ou à la suite d'un audit énergétique réglementaire.
- Acquisition : les documents sont mis dans une « data room », qui réunit idéalement les éléments listés ci-dessus, en plus d'autres documents contractuels. La complétude de la « data room » dépend ensuite du niveau d'exigence de l'acquéreur, et bien sûr de leur possession par le vendeur. C'est au moment critique de l'acquisition que la perte potentielle de données est la plus importante.

**Motivations et limites de la centralisation :** Pour une société donnée, le niveau de connaissance de son parc dépend ensuite de sa capacité à collecter ces données tout au long de la vie d'un bâtiment et de sa connaissance des acteurs de terrain ayant accès à ces informations. La foncière y a ainsi plus facilement accès car elle connaît individuellement les personnes disposant de l'information au sein de chaque immeuble. Cependant, les structures interrogées indiquent avoir un intérêt limité à centraliser les données de matérialité car elles ne les utilisent pas directement dans la gestion de leur parc. Aucune réglementation ne les y oblige et elles ne sont pas incitées à le faire pour des raisons économiques, à l'exception des quelques raisons évoquées plus haut comme la labellisation par exemple.

### 2.4.3. Concevoir une collecte de données adaptée aux acteurs du tertiaire

Malgré le nombre restreint d'acteurs interrogés (6 répondants au questionnaire, 3 participants aux entretiens), l'enquête menée par l'OID et Arcora a fait émerger des pistes de compréhension quant à la connaissance du parc tertiaire par ses acteurs. Il est par ailleurs important de rappeler que toutes les structures interrogées sont soit propriétaire bailleur, soit gestionnaire de leur parc. Dit autrement, aucune n'occupe directement les bâtiments pour lesquels nous les avons interrogées.

#### Constats :

- Les sociétés foncières ont une connaissance plus détaillée de leur parc, en ce qui concerne les données de matérialité des bâtiments, que les SGP, et davantage encore que l'acteur public interrogé. En raison de la nature de leur activité, les SGP sont plus susceptibles d'appliquer une gestion financière plutôt que technique du bâtiment.
- Lorsque les informations existent, elles ne sont pas consolidées dans des bases de données du type de celle que le consortium de DEMETER cherche à construire car les acteurs n'ont pas d'intérêt économique immédiat à le faire.
- Par conséquent, récupérer ces informations nécessite un travail considérable de leur part, qui s'est avéré très délicat à solliciter sans réelle contrepartie ou accompagnement.

#### Recommandations pour une future collecte de données :

- Limiter le champ de la collecte aux informations les plus susceptibles d'être disponibles, en s'appuyant sur les résultats détaillés de l'enquête (reproduits en annexe), en ne conservant



par exemple que les champs de données pour lesquels 50% au moins des répondants ont indiqué disposer de l'information.

- Cibler quelques acteurs clés (des foncières avec des parcs de quelques dizaines de bâtiments) pour une collecte d'information plus précise.
- Proposer a minima un accompagnement à la saisie des données et idéalement une contrepartie qui intéresse directement l'acteur interrogé :
  - proposer de consolider pour l'acteur interrogé les données dans une base dont il pourrait ensuite disposer ;
  - proposer à l'acteur de renseigner les données sur la plateforme R4RE de l'OID, qui dispose de nombreux champs de données en commun (voir section 3.2 ci-après) et permettrait à l'acteur interrogé d'obtenir un diagnostic des risques physiques précis sur son parc ;
  - proposer un benchmark permettant aux acteurs acceptant de se prêter à l'exercice de comparer leur parc à ceux de leurs pairs sur la base d'éléments mesurables

## 3. Connaître les caractéristiques physiques des bâtiments tertiaires

L'axe 2 du projet DEMETER porte sur la caractérisation de la matérialité de l'enveloppe bâtie du parc tertiaire. Elle passe par l'identification des modes constructifs des bâtiments et leur historique. Cette caractérisation est essentielle pour définir les performances énergétiques de l'enveloppe. Ces données, mises au regard consommations énergétiques, permettent, à terme, d'anticiper et de mieux cibler le besoin et les gestes de rénovation appropriés.

### 3.1. Description typologique du parc national de bureaux

Au vu de la très grande hétérogénéité du parc tertiaire, de la mixité de fonctions que peuvent présenter certains bâtiments, et pour éviter une dispersion des conclusions, l'étude se restreint aux bâtiments intégralement dédiés aux activités de bureaux. L'approche s'attache à étudier l'ensemble de ces bâtiments, qu'ils soient classés « Code du Travail », c'est-à-dire avec une hauteur de dernier plancher inférieure à 28 mètres, ou qu'il s'agisse d'immeubles de grande hauteur (ou « IGH », au sens de la réglementation incendie française).

Cette étude, restreinte aux bureaux, permet d'établir une preuve de concept méthodologique tout en cartographiant une part importante du parc tertiaire. Le choix de cibler les bureaux est renforcé par l'importance de l'expertise d'Arcora dans ce développement méthodologique. A l'issue du projet, cette approche pourra être étendue à d'autres branches du tertiaire, à partir de sources d'information adaptées.

#### 3.1.1. Méthodologie : lecture historique et connaissances d'experts

En l'absence de données sur les caractéristiques physiques du bâti du parc tertiaire et une méconnaissance de ces données par leurs différents acteurs, Arcora a développé une approche de description typologique qui exploite la bibliographie et sa connaissance experte. L'étude propose une lecture historique des évolutions architecturales et constructives du patrimoine bâti des immeubles français de bureau. Elle fait émerger des typologies identifiées par leur façade et caractérise leurs propriétés constructives et performancielles. A terme, cette cartographie permettrait d'anticiper les différents scénarios de rénovation, leur faisabilité et leur pertinence lors de phases très amont de projets.

La décomposition par typologie est structurée par périodes temporelles et elle est construite par croisement des évolutions constructives, architecturales et sociétales, ainsi que des évolutions réglementaires et normatives, comme illustré sur la frise chronologique en Figure 5.

À chaque grande période bornée par plusieurs critères est associée une ou plusieurs typologies en fonction des modes constructifs et architecturaux typiques de ces programmes. Cette décomposition se nourrit de plusieurs travaux de recherche d'histoire de l'architecture, et principalement ceux du bâtiment tertiaire du XXe siècle.

Après la décomposition du patrimoine bâti en typologies, l'étude décrit leurs modes constructifs ainsi que leurs composants principaux de structure et d'enveloppe. Ces informations correspondent au questionnaire utilisé dans l'enquête mentionnée précédemment. Ces différents éléments définis de façon générique se basent sur une analyse empirique, issue de l'expérience d'Arcora sur l'étude et le chantier de nombreux projets de réhabilitation depuis 1976, et sur la littérature technique des différentes époques. Les typologies concernent ainsi à la fois la structure porteuse du bâtiment et la façade.

Ainsi, on retrouve dans cette décomposition des immeubles en pierre massive dont l'enveloppe assure la fonction structurelle et du clos couvert de l'édifice. On y cartographie également des bâtiments en structure poteaux poutres métalliques ou en béton avec une façade qui peut être légère ou lourde, avec des modules préfabriqués. De même, on retrouve les bâtiments avec des structures lourdes en voile percé qui intègrent des châssis.

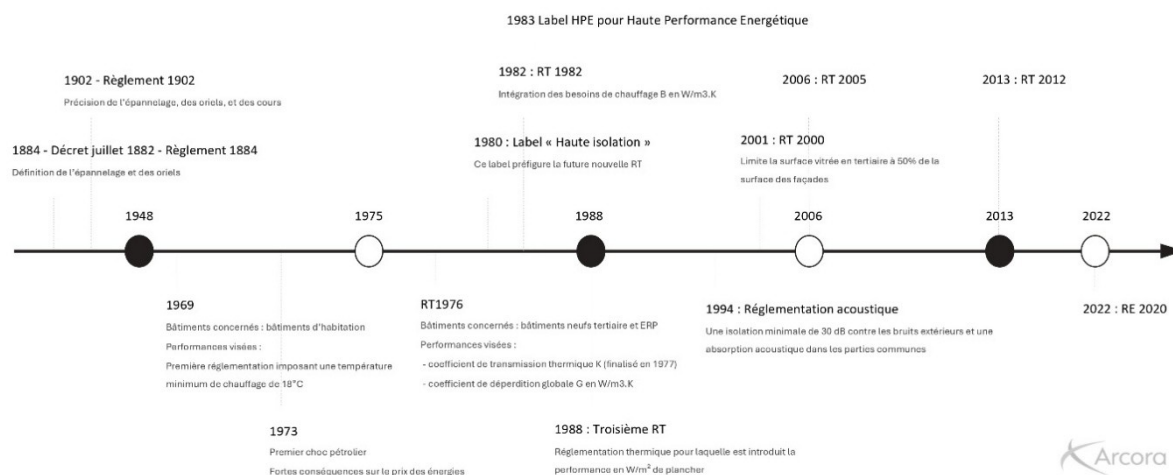


Figure 5. Frise chronologique des principales évolutions réglementaires du secteur de la construction en France.

Le niveau de performance thermique des parois d’enveloppe (façade opaque, partie vitrée, couverture) des différentes typologies est estimé en se basant à la fois sur :

- Le contexte normatif de chacune des périodes temporelles (réglementations thermiques successives) donnant les objectifs de résultats à atteindre par les concepteurs et constructeurs de l’époque.
- Les propriétés des composants de l’époque, disponibles dans la littérature technique et commerciale de l’époque.
- Les observations, mesures et évaluations thermiques réalisées par Arcora sur de nombreux diagnostics de bâtiment tertiaires existants.

Enfin, l’étude propose pour chaque typologie des gestes types de rénovation en lien avec la catégorie de bâtiment et son époque, inspirés des projets sur lesquels Arcora a travaillé, et travaille actuellement, ainsi que de la littérature existante sur le sujet.

Cette approche a permis d’identifier une quinzaine de typologies d’immeubles de bureaux sur le parc français (voir Tableau 1). Si ce travail caractérise d’abord l’état initial des bâtiments, il constitue une étape clef pour repérer des gisements de rénovation et cibler des campagnes d’audits. Cette cartographie inédite du parc de bureaux ouvre donc la voie à des scénarios de rénovation ciblés, valorisant le patrimoine tout en répondant aux enjeux énergie-carbone.

### 3.1.2. Segmentation du parc national de bureaux en typologies constructives

En recroisant les différentes périodes clefs, ainsi que les modes constructifs et leur évolution technologique, l’étude propose une segmentation du parc français de bureaux présentée en Figure 6. Chaque typologie y est identifiée par son type de structure et son mode constructif de façade.

On distingue deux grandes familles de mode constructif des façades. Les façades dites légères et les façades porteuses, souvent en voile béton porteur dans lesquels on intègre des châssis. Les façades porteuses remplissent alors la double fonction de la structure porteuse du bâtiment et de son enveloppe.

Les murs porteurs (voile béton, mur en maçonnerie par exemple) constituent partie structurelle des portions opaques de la façade. Cette partie est isolée par l’intérieur ou l’extérieur et reçoit un parement sous forme de vêtue ou de bardage. Les baies vitrées sont réalisées au droit de réservations au moyen de châssis posés en applique ou en tunnel. Ces réservations peuvent être le long de la façade et constituer ce que l’on appelle une bande filante.

La façade légère en mur rideau est réalisée au moyen d’une grille d’ossature montant-traverse autoportante suspendue ou appuyée sur les poutres de rive et contreventée à chaque niveau. Les remplissages opaques et vitrés sont maintenus sur l’ossature par un système de joints drainants assemblés

sur la grille, comme dans le cas d'un capot serreur. Les différents éléments du système sont amenés individuellement sur le chantier.

Enfin il existe une typologie de façade constituée d'un système préfabriqué constitué de blocs réalisés en atelier. Cette façade est soit légère en mur rideau cadre avec une ossature constituée de profilés montants-traverses en aluminium extrudé, soit lourde, alors en béton préfabriqué embarquant une réservation pour l'intégration d'une baie vitrée.

La décomposition proposée du parc de bureau est associée à une description de chaque typologie et de son niveau de performance énergétique des parois d'enveloppe (façade opaque, parties vitrées, couverture). Ce dernier se base à la fois sur :

- Le contexte normatif de chacune des périodes temporelles, notamment les réglementations thermiques successives, qui donnent les objectifs de résultats à atteindre par les concepteurs et constructeurs de l'époque.
- Les propriétés des composants de l'époque disponibles dans la littérature technique et commerciale de la période.
- Les observations, mesures et évaluations thermiques réalisées par Arcora sur de nombreux diagnostics de bâtiment tertiaires existants.

Le dossier complet de l'étude typologique est disponible en annexe. Chaque typologie y fait l'objet d'une fiche descriptive dédiée. Un exemple de ces fiches est décrit ci-après sur une typologie avec un système de façade lourde en béton préfabriqué, caractéristique de la période entre 1975 et 1989. Cette période est caractérisée par l'entrée en vigueur de la RT1976 qui concernent les bâtiments neufs du tertiaire et les établissements recevant du public et qui intègre des performances cibles pour les coefficients de transmission thermique et de déperdition.

Période	Typologies constructives identifiées
1 – Avant 1948	A – Haussmannien
	B - Pierre de taille et briques
2 - 1948 – 1974	A - Structure légère (métallique) + Façade légère (panneau préfabriqué)
	B - Structure lourde béton + châssis
3 - 1975 – 1987	A - Structure béton et façade béton préfabriqué
	B - Structure poteau-poutre + façade légère (mur rideau)
	C - Structure béton + façade voile percé et Châssis (aspect mur rideau)
4 - 1988 - 2005	A - Structure poteau-poutre + façade légère (mur-rideau)
	B - Structure béton + façade voile percé et Châssis
	C - Structure poteau voile + Bande filante horizontale
5 – 2006 - 2012	A - Structure poteau-poutre + façade légère (mur-rideau)
	B - Structure béton + façade voile percé et Châssis
6 - 2013 - 2021	A - Structure poteau-poutre + mur rideau
	B - Structure béton + façade voile percé et Châssis
	C - Structure bois + façade bois

Tableau 1. Segmentation du parc de bureaux en typologies constructives suivant 6 périodes temporelles clés correspondant à des évolutions réglementaires et techniques.

### 3.1.3.Exemple d'une typologie de bureaux



#### 3A - Typologie « Structure béton et façade béton préfabriqué »



Figure 6. Exemples de façades de la typologie 3A « Structure béton et façade en béton préfabriqué », caractéristique de la période 1975-1989.

La typologie 3A (voir sa description complète en annexe) correspond à des bâtiments de bureaux avec une structure en béton et une façade en béton préfabriqué, comme illustré en Figure 6. Ce mode constructif émerge à la suite de la reconstruction post seconde guerre mondiale marquée par l'essor de l'industrie de la préfabrication en béton armé. Dans ce contexte, les styles modernistes, puis brutaliste, s'approprient ce matériau pour composer des enveloppes à la géométrie riche, jouant avec la lumière naturelle via des plis, des refends et des encadrements, dissimulant ainsi les joints entre panneaux préfabriqués.

Les années 70 sont marquées par une installation nettement plus fréquente des doubles vitrages et on voit apparaître à la fin des années 80 le vitrage ITR (Isolation Thermique Renforcée) qui inclut une couche de contrôle solaire.

Les bâtiments tertiaires associés à cette typologie d'enveloppe sont géométriquement très tramés. Les géométries des plans de niveaux s'articulent en I, Z ou L suivant les parcelles, avec des largeurs courantes de l'ordre de 18 m. Les pas d'étage sont entre 3,20 m et 3,50 m. La structure porteuse est généralement composée d'un réseau de poteaux et poutres supportant un plancher en dalle béton plein. La façade est habillée par des panneaux en béton préfabriqué (coulé en atelier) scellés aux poteaux de structure. Les trames de porteurs sont espacées de 1,50 m à 3,00 m.

La typologie se caractérise par un élancement des baies (h/l) de 1,8 en moyenne, avec un ratio de surface vitrée avoisinant les 40 %. Les baies vitrées sont en menuiserie aluminium sans rupture de pont thermique avec généralement l'intégration d'un double vitrage 6 mm avec de l'air et sans dépôt de couche de contrôle solaire. La protection solaire est réalisée pour la majorité des cas grâce à des stores toile ou vénitiens, positionnés à l'extérieur ou à l'intérieur. Sur les parties dites opaques, on observe une épaisseur d'isolant de 6 cm en moyenne avec l'intégration d'un mur béton armé préfabriqué. Les performances de la façade sont résumées dans le Tableau 2 où sont indiquées des valeurs moyennées, issues de la bibliographie et de cas d'études de projets en diagnostic au sein d'Arcora.

Transmission thermique du vitrage	Transmission thermique du châssis	Transmission lumineuse	Facteur solaire	Transmission thermique de la paroi opaque	Transmission thermique de toiture
Ug (W/m <sup>2</sup> K)	Uw (W/m <sup>2</sup> K)	TLg (%)	Sg (%)	Up (W/m <sup>2</sup> K)	Up (W/m <sup>2</sup> K)
2,6	3,5	78	57	4	0,5

Tableau 2. Performances moyennes de la façade de la typologie 3A « Structure béton et façade en béton préfabriqué », caractéristique de la période 1975-1989.

Pour cette typologie, les gestes de rénovation les plus courants peuvent être réalisés par

- **Une intervention intérieure** : Isolation Thermique Intérieure (ITI) avec un remplacement des châssis vitrés et une Isolation Thermique Extérieure (ITE) améliorée en toiture.
- **Une intervention extérieure (en site occupé)** : ITE avec un remplacement des châssis vitrés et une ITE améliorée en toiture
- **Une intervention lourde** : Dépose de la façade lourde et mise en place d'une façade-rideau ou d'un mur ossature bois (MOB) avec une ITE améliorée en toiture

### 3.1.4. Une approche transférable mais limitée à l'état initial des bâtiments

L'étude apporte une meilleure connaissance des bâtiments de bureau, de leurs caractéristiques physiques et de leurs performances, telles qu'elles ont été conçues et construites. Cette cartographie a pour visée première d'anticiper les rénovations de bureaux mais permet également d'évaluer leur potentiel changement de destination.

Cette vue d'ensemble du parc national de bureaux permet d'anticiper les rénovations envisageables dans le cadre des démarches du décret tertiaire visant des réductions à 60% des consommations pour 2050, notamment pour les bâtiments d'administrations publiques. Au-delà de cet objectif, la connaissance de la matérialité des façades pourrait contribuer à améliorer le confort lumineux, notamment en incitant au remplacement des vitrages teintés ou miroitants. Ces derniers peuvent également porter atteinte à la faune.

L'étude identifie un gisement important à travers la compréhension des évolutions des activités des bâtiments. Actuellement, le recours à des grandes surfaces de bureaux est questionné et la question de la mutabilité des bâtiments est posée. On constate en effet une volonté croissante de reconvertir des bâtiments d'administration ou de bureaux vers une destination d'hôtellerie, de logements étudiants, sociaux ou en accession.

Le transfert de l'approche développée ici à d'autres activités permettrait de confronter les possibilités de bascule des bâtiments, tout en permettant d'identifier les rénovations nécessaires pour répondre aux exigences imposées par les réglementations des destinations ciblées. Le transfert de l'approche à d'autres activités prend tout son sens et devrait englober les écoles, lycées, hôpitaux, etc. Etendre cette approche typologique aux autres branches du tertiaire (enseignement, santé) permettrait de dresser une vision globale des gisements en termes de surfaces susceptibles d'être reconverties.

Généraliser la démarche demande un travail de recherche bibliographique et d'archives conséquent comme complément aux données, peu nombreuses et dispersées. En effet, il est souvent difficile de caractériser les typologies de certaines périodes de construction et d'y attribuer des performances thermiques ou des caractéristiques de confort lumineux. Cette étude a mis en évidence deux aspects que l'analyse n'a pas traités, qui sont importants dans la mise en œuvre de gestes de rénovation.

Le premier point concerne la caractérisation et la prise en compte du potentiel de valorisation des performances d'inertie thermique de certains matériaux pour les façades lourdes. Aujourd'hui, les études de performance de l'enveloppe ne prennent généralement pas en compte le potentiel hygrothermique des parois et leur capacité à réguler les températures, comme la pierre porteuse d'anciens bâtiments.

Avec la mise en œuvre accrue des matériaux bio et géo-sourcés pour limiter l'impact carbone, il est nécessaire d'appréhender les caractéristiques propres de ces matériaux.

Le second point concerne le manque de traçabilité qu'il existe sur les rénovations partielles ou lourdes, déjà réalisées pour les bâtiments. La méthodologie de l'étude dresse les caractéristiques des bâtiments telles qu'ils ont été conçus et construits. Néanmoins, elle ne reflète pas l'évolution des bâtiments dans le temps et les rénovations déjà réalisées, et s'éloigne en cela d'un panorama actualisé du parc. Il demeure ainsi nécessaire de recroiser les typologies à des données issues de bases qui rassemblent des informations sur les bâtiments dans leur état actuel. Le paragraphe suivant est consacré à l'exploitation d'une telle base. Il illustre notamment comment ce type de source peut être mobilisé conjointement aux approches historiques pour estimer des volumes de rénovations effectuées.

## 3.2. Exploitation de la base R4RE de l'OID

### Présentation de la base R4RE

[Resilience for real estate](#) (R4RE), créée en 2022, est une plateforme cartographique d'analyse de résilience développée par l'OID. Elle comprend plusieurs outils :

- Bat-ADAPT est un outil d'aide à la décision relatif aux risques climatiques à l'échelle de la France hexagonale, des Outre-mer Caraïbes et de l'Europe, selon les scénarios du GIEC et de la Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique ([TRACC](#)). A l'aide d'une adresse, l'exposition aux aléas climatiques est déterminée, et l'analyse est complétée d'un score de vulnérabilité évalué à partir des caractéristiques du bâtiment renseignées par l'utilisateur.
- Bat-ADAPT Territoires est un outil d'aide à la décision relatif aux risques climatiques pour les acteurs du territoire. Il permet de fournir un diagnostic des risques prépondérants sur le territoire ainsi que les services les plus touchés.
- ARG-VIP est un module de prévention et d'aide à la décision concernant le phénomène du Retrait-Gonflement des Argiles (RGA). Il permet d'évaluer le risque de RGA pour des biens immobiliers existants ou en projet et propose des solutions adaptées aux différentes contraintes évaluées.
- BIODI-Bat, un volet d'analyse des enjeux biodiversité. L'outil est composé de plusieurs indicateurs analysant la biodiversité à l'échelle du territoire, du bâtiment ou du projet.

La plateforme R4RE, s'adresse à tous les acteurs du secteur immobilier, en particulier ceux qui souhaitent réaliser ou renforcer des analyses de résilience et obtenir des conseils d'actions à mettre en œuvre. La consultation des risques est gratuite, tout comme l'analyse de résilience pour un bâtiment. Au-delà, une licence d'utilisation est proposée, à destination notamment des propriétaires ou gestionnaires de parcs (1300 utilisateurs en janvier 2025), leur permettant de :

- Prioriser les actifs sur lesquels mettre en place des actions pour l'adaptation et la biodiversité, et de profiter de recommandations.
- Choisir un site d'implantation pour un projet en prenant en compte les enjeux d'adaptation et de biodiversité.
- Répondre aux obligations de reporting.
- Orienter les décisions d'investissements.

Les utilisateurs renseignent donc des données sur la matérialité de leurs bâtiments (adresse, catégorie d'activité, énergie de chauffage, ratio de surface vitrée, type de matériau de la façade, etc.) afin d'obtenir un diagnostic de résilience. Les différents champs de données et les modalités pour chacun d'entre eux sont définis dans [le tutoriel de remplissage des données R4RE](#). Les données sont stockées dans une base de données privée. C'est cette dernière qui a été exploitée dans le cadre de DEMETER.

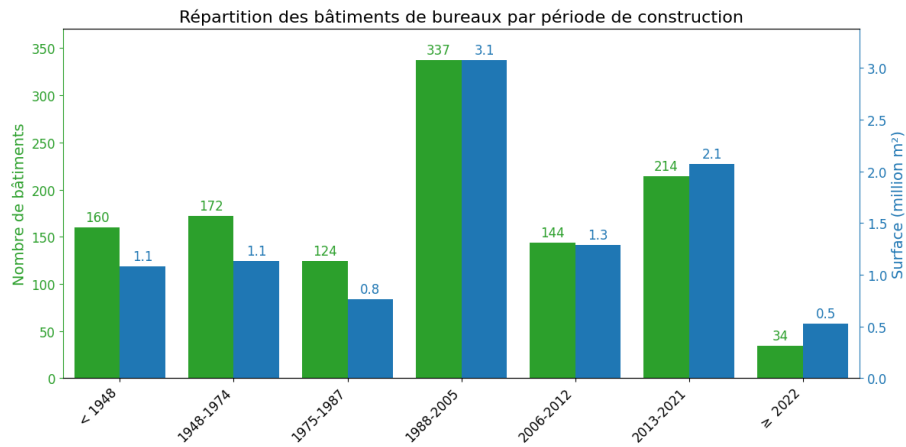


Figure 7. Répartition de la surface et du nombre de bâtiments de bureaux de la base R4RE par période de construction.

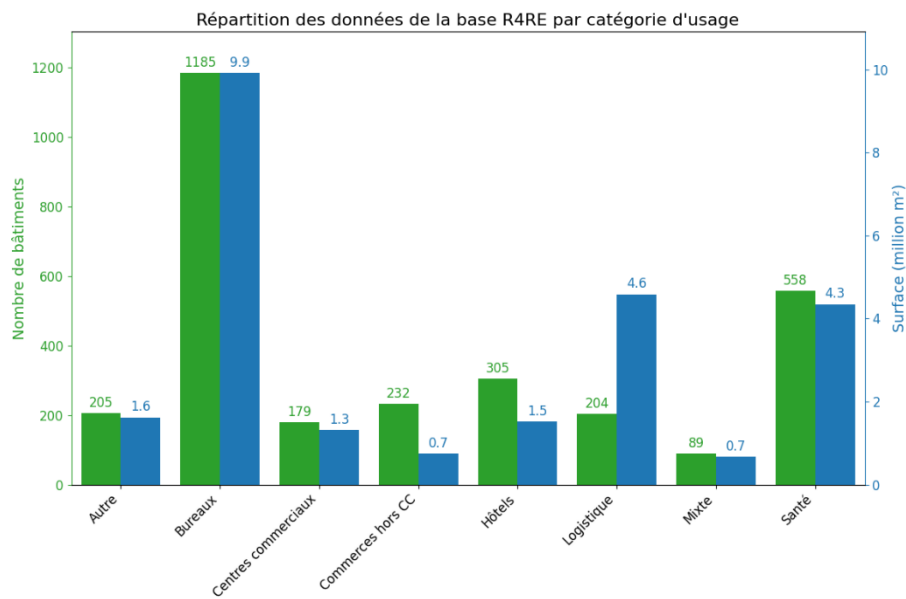


Figure 8. Composition de la base R4RE en surface et nombre de bâtiments par catégorie d'usage.



## Exploitation des données issues de R4RE

Un travail préliminaire de retraitement des données a été effectué afin de ne conserver que les données les plus fiables et dont le remplissage des différents champs de données était suffisant pour produire des statistiques sur chacun des segments. L'extrait de la base R4RE ainsi obtenu contient 2 957 bâtiments représentant une surface de 24,7 millions de m<sup>2</sup>. S'agissant de données propriétaires confidentielles, les données ont été agrégées en segments afin d'être anonymisées.

La segmentation retenue a été réalisée selon trois caractéristiques du bâtiment, permettant de définir 3 niveaux de segmentation :

- 1er niveau : segmentation par catégorie d'activité (ex : tous les bureaux).
- 2ème niveau : segmentation par période de construction ou par hauteur (estimée ici par le nombre de niveaux hors sous-sol) au sein d'une catégorie d'activité (ex : centres commerciaux construits entre 2006 et 2013, bureaux avec maximum 2 niveaux hors sous-sol, etc.).
- 3ème niveau : segmentation prenant en compte les 3 caractéristiques (i.e. bureaux construits entre 1975 et 1988 avec maximum 2 niveaux hors sous-sol).

Puis, pour chacun des 226 segments ainsi définis, des statistiques ont été produites sur différents champs de données (i.e. différentes caractéristiques des bâtiment) : surface de plancher, année de construction, ratio de surface vitrée, type de toiture, type d'isolation des murs, énergie de chauffage, type de matériaux de revêtement de façade, etc. La base de données segmentée est mise à disposition librement (voir les livrables DEMETER). Les différents champs de données et les modalités pour chacun d'entre eux sont définis dans le [tutoriel de remplissage des données R4RE](#).

La répartition des données de la base R4RE par catégorie d'usage (en nombre de bâtiments comme en surface) est représentée en Figure 8. Cette répartition représente le parc des utilisateurs de R4RE. Elle n'a donc pas vocation à être représentative du parc tertiaire dans son ensemble, à la différence de celles obtenues par le [Ceren](#).

Cela étant, cette base de données permet de fournir des statistiques détaillées sur la matérialité des bâtiments au sein de chaque catégorie d'usage, notamment pour les bureaux, catégorie la plus représentée.

Elle permet par exemple de donner la répartition des bâtiments de bureaux par période de construction, illustrée en Figure 7, et, pour chaque période de construction, des données précises sur le type de matériaux composant la façade, le nombre de niveaux (permettant d'approcher la hauteur du bâtiment) et le ratio de surface vitré moyen, représenté en Figure 9.

Les statistiques issues de la base R4RE ont pu être confrontées à des résultats similaires portant sur un périmètre plus restreint. Une base de données confidentielle concernant les surfaces et caractéristiques physiques du parc tertiaire a été constituée en 2012 à partir d'enquêtes et de dires d'expert pour le compte d'un ensemble d'acteurs dont le CSTB. Mobilisées à plusieurs reprises pour l'étude de différents aspects du secteur tertiaire, ces informations se sont avérées cohérentes lors des croisements avec des sources complémentaires. Les comparaisons possibles entre R4RE et cette base à la fiabilité éprouvée ont chacune confirmé la qualité des données de l'OID et l'étendue remarquable de leur périmètre, en surface et en nombre de bâtiments.

L'étude typologique des façades des bureaux telle que proposée dans le dossier technique constitué par Arcora permet une meilleure connaissance de la matérialité de ces bâtiments dans leur état initial, c'est-à-dire au moment de leur construction. La base de données R4RE, elle, récolte les informations des bâtiments de bureaux dans leur état actuel. Le croisement de cette étude avec la base de données R4RE permet de confronter certains résultats, de comprendre l'évolution du parc dans le temps et d'en déduire des gisements de rénovation.

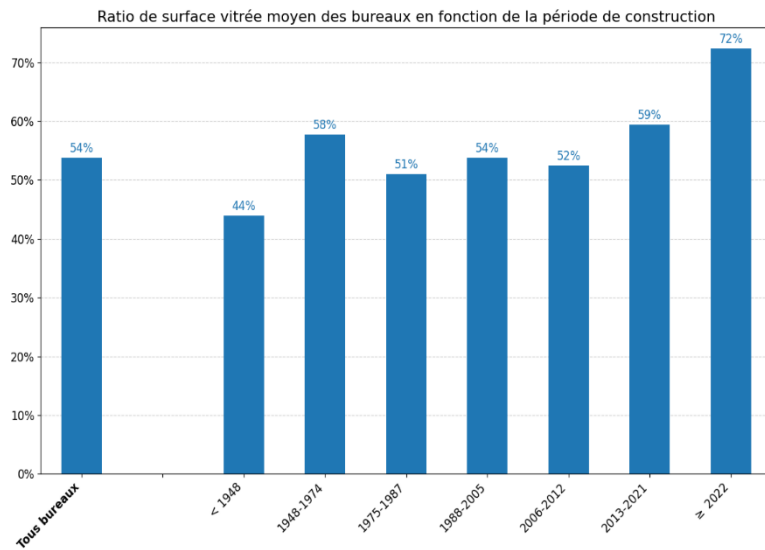
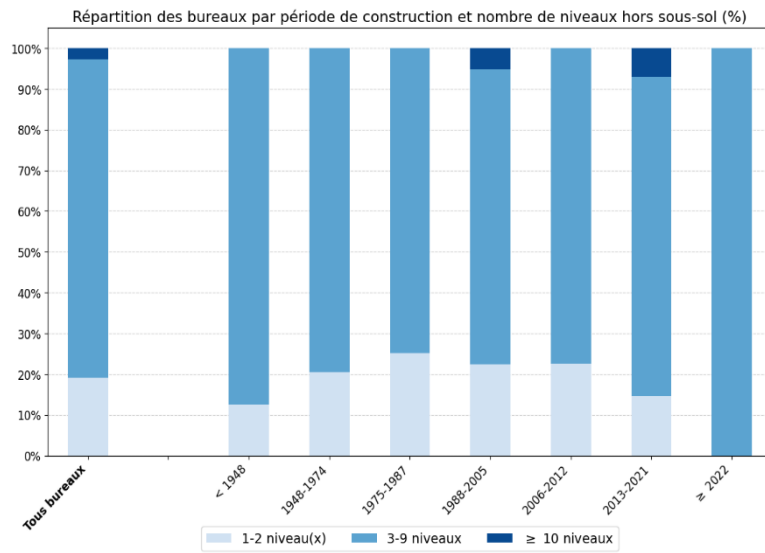
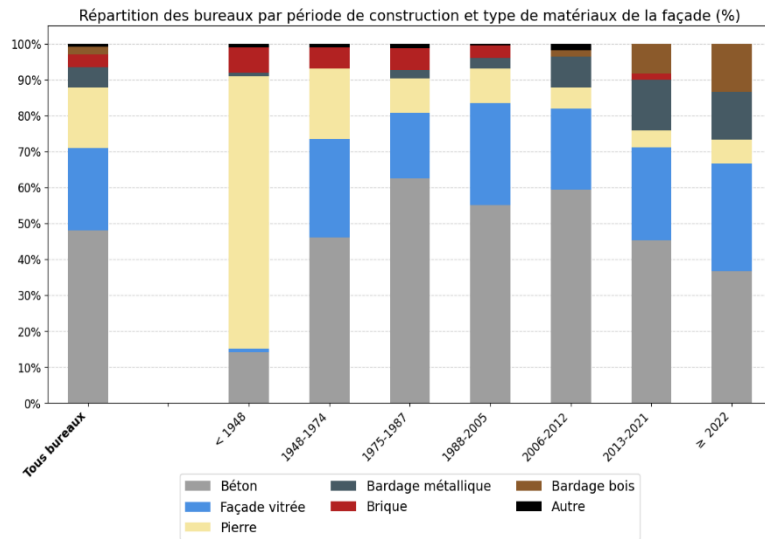


Figure 9. Répartition de différentes caractéristiques matérielles des bâtiments de bureaux de la base R4RE selon les périodes de construction.

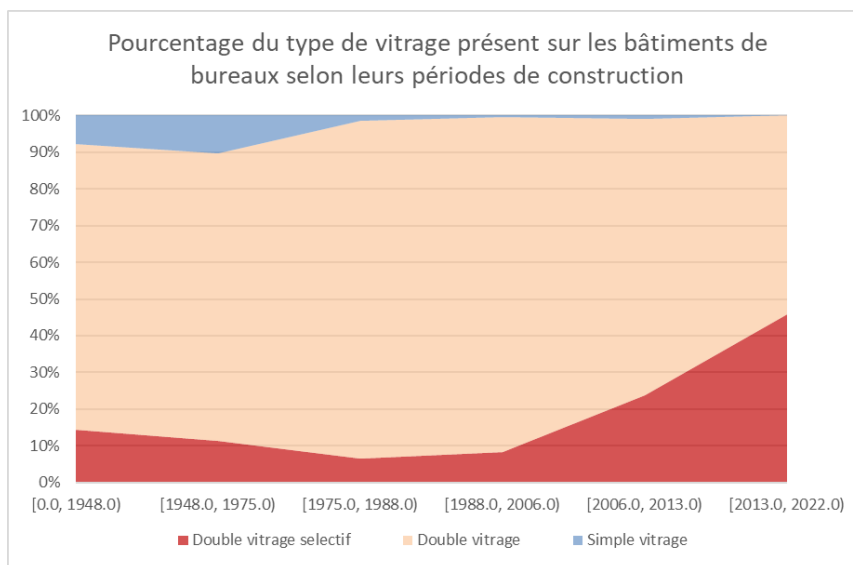


Figure 10. Répartition de différents types de vitrage de la base R4RE selon les périodes de construction.

La Figure 10 illustre par exemple le ratio actuel de surface vitrée des bâtiments par période de construction. Les bureaux des années 1948 - 1974 présentent ainsi un ratio de vitrage de près de 58%, qui n'est pas caractéristique de la période durant laquelle les façades en mur rideau sont minoritaires. Cela indique donc que des rénovations ont été réalisées sur une partie de ces bâtiments.

Les données de la base R4RE concernant le type de vitrage des bâtiments de bureaux construits à la même période, visible en Figure 10, corrobore cette observation. R4RE recense en effet des double-vitrages sélectifs sur des bâtiments construits bien avant 1975, alors que cette technologie n'a vu le jour qu'à la fin des années 1960. Ce graphique permet également d'indiquer certains gisements de rénovations possibles comme le remplacement de simples vitrages encore en place sur certains bâtiments.

### 3.3. Sources documentaires pour caractériser le bâti tertiaire

Comme présenté plus haut, la caractérisation des typologies est permise grâce aux travaux de diagnostic d'Arcora sur de multiples bâtiments, dont les dates de construction sont étalées dans le temps. Les informations recueillies ont été couplées à des données bibliographiques accessibles. Il existe cependant d'autres gisements de connaissances qui mériteraient d'être exploités et certains dont l'accès est plus restreint.

#### Les fonds documentaires privés

C'est le cas des fonds documentaires privés, comme les archives des industriels de la construction. Ces documents, difficilement accessibles, ont néanmoins un intérêt important pour ce type d'étude. L'accès aux fiches techniques des produits utilisés sur des bâtiments du XXème siècle ou même du début du XXIème siècle permettrait une qualification plus précise du bâti existant. Quelques fabricants donnent accès à certaines de leurs archives, comme des catalogues de vitrages du siècle précédent, ce qui permet une meilleure appréhension des performances des matériaux. Aujourd'hui, pour les calculs de performance thermique des bâtiments étudiés en diagnostic, les caractéristiques des matériaux sont, le plus souvent, estimées, les résultats perdant en précision.

Les archives des agences d'architecture sont un autre gisement d'informations pour qualifier au mieux l'existant. Les DOE des bâtiments sont des outils précieux pour comprendre le bâtiment et la manière dont il a été construit. Les propriétaires des ouvrages sont normalement en leur possession mais on constate que ces documents sont souvent perdus au cours des rachats des bâtiments.

### **Les fonds documentaires publics ou accessibles**

Un autre gisement de connaissances réside dans les permis de construire. Moins précises que sur les DOE, les informations qu'on y trouve ont tout de même un fort intérêt dans la définition des modes constructifs pensés pour les bâtiments. Ces données sont accessibles mais nécessiteraient un travail de documentation très important pour avoir une analyse fine des typologies de façade définies plus haut.

Les archives de l'Etat et des collectivités constituent une source historique d'importance pour les bâtiments tertiaires publics. Certains dépôts peuvent être ciblés en priorité en fonction des activités étudiées : archives municipales pour l'étude des écoles primaires, archives départementales pour les collèges, etc.

Enfin, les archives du CSTB, et notamment les anciens DTU, avis techniques et autres normes permettent d'avoir un aperçu du contexte normatif de l'époque. Si on peut obtenir les normes et réglementations en vigueur, l'accès aux documents qui ne sont plus valables est moins aisé. Pourtant, ces documents permettent de connaître les normes de sécurité, de qualité et techniques de chaque époque.

Un accès aux données réelles des produits de la construction, aux modes constructifs et aux normes de l'époque ciblée permettrait une évaluation précise du bâti existant et donc de proposer des scénarios de réhabilitation le plus adapté possible.

## **3.4. Améliorer la connaissance physique des bâtiments tertiaires : sources existantes et leviers de production de données**

La caractérisation matérielle des bâtiments tertiaires constitue un enjeu majeur pour disposer d'une vision d'ensemble du secteur susceptible d'orienter son évolution dans le cadre de la transition environnementale. Contrairement au cas de la catégorisation d'activité décrit précédemment, une part importante des informations recherchées est vraisemblablement inexistante à ce jour. Si les bâtiments existent et que les activités hébergées sont connues des occupants, le détail des matériaux et des techniques employés pour chaque construction a, dans la majorité des cas, été dispersé ou perdu au fil du temps. Dès lors, si une première étape consiste à mobiliser et structurer une connaissance aujourd'hui fragmentée, il apparaît également nécessaire de produire de nouvelles données.

En dehors de quelques bases de données qui font figure d'exception, issues d'initiatives diverses, comme la plateforme R4RE de l'OID, les sources les plus structurantes à mobiliser principalement proviennent d'obligations réglementaires. Par construction ces dernières couvrent une part importante du parc tertiaire et présentent un niveau de précision parfois très élevé concernant les caractéristiques physiques des bâtiments, pouvant aller jusqu'à l'échelle du composant. Les bases issues des diagnostics de performance énergétique (DPE), des réglementations des constructions neuves (RT2012 et RE2020) ainsi que du Décret Eco Energie Tertiaire (plateforme OPERAT) constituent le socle principal des informations disponibles à grande échelle. Leur exploitation apparaît essentielle, sous réserve d'une analyse approfondie de la fiabilité et de la complétude des données qu'elles contiennent. Le caractère confidentiel de certaines de ces sources constitue néanmoins un obstacle majeur à leur valorisation au sein d'une base de données accessibles aux acteurs impliqués dans l'étude de la transition environnementale du secteur tertiaire.

Un autre levier, difficilement activable, consisterait à encourager la remontée des informations contenues dans les dossiers techniques de rénovation par les acteurs de la construction intervenant sur les bâtiments tertiaires. Une telle approche impliquerait un effort trop important de la part de ces entreprises pour être envisagée à moyen terme en l'absence d'un cadre réglementaire spécifique.

La bibliographie technique ainsi que les archives accessibles librement, notamment celles de l'Etat et des collectivités territoriales, constituent une autre source d'information valorisable. Si ce type d'approche requiert des compétences issues de disciplines extérieures à l'ingénierie, notamment l'histoire des techniques et de l'architecture, il permet néanmoins de produire des résultats précieux difficilement accessibles par d'autres moyens, à l'image des typologies de bureaux présentées précédemment.

Par ailleurs, les techniques d'intelligence artificielle pourraient également contribuer à améliorer la connaissance matérielle du bâti tertiaire. Au-delà de l'identification d'éléments visibles en façade par analyse d'image, les méthodes probabilistes de complétion de données, telles qu'appliquées avec succès au secteur résidentiel dans le cadre de la BDNB, offrent la possibilité de produire de l'information à partir de données partielles.

L'intérêt principal d'une connaissance fine et à large échelle des caractéristiques physiques des bâtiments tertiaires réside dans l'élaboration de stratégies de rénovation adaptées. Les sources mentionnées précédemment permettent de renseigner sur l'état du bâti à des phases distinctes de son cycle de vie. En particulier, les approches bibliographiques, aptes à caractériser l'état initial des constructions, ne permettent pas de documenter leurs évolutions successives ni, par conséquent, leurs besoins actuels en matière de rénovation. À l'inverse, les bases issues de l'application des réglementations RT2012 et RE2020 concernent principalement des bâtiments récents ou neufs, qui ne constituent pas les cibles prioritaires de l'effort de rénovation requis pour répondre aux enjeux climatiques.

Enfin, un angle mort des stratégies de rénovation réside dans l'influence des pathologies du bâtiment dans l'évaluation de son potentiel d'évolution. La mise en œuvre de solutions de réhabilitation optimales n'est pertinente que si les travaux réalisés ne sont pas rapidement dégradés par des désordres préexistants. Les audits de terrain, qui constituent une source d'information complémentaire précieuses, doivent ainsi évoluer vers des diagnostics transverses intégrant cet enjeu. À cet égard, le CSTB développe actuellement une méthode multicritère visant à guider les diagnostiqueurs dans l'identification et la prise en compte de l'ensemble des thématiques nécessaires à la pertinence d'une rénovation, indépendamment de leur corps de métier.

## 4. Etude paramétrique des modélisations énergétiques des bâtiments tertiaires

Les objectifs DEET et SNBC (voir section 1) imposent une réduction des consommations du parc tertiaire. Diagnostiquer le parc et évaluer les potentiels d'économie d'énergie avec fiabilité est un enjeu central pour orienter les décisions. Dans ce contexte, la Simulation Energétique Dynamique (SED) s'impose comme un outil adapté. La SED permet des calculs précis et réalistes à l'échelle d'un bâtiment. Appliquée à des bâtiments représentatifs de différentes typologies et confrontée à des données de consommation réelle, elle peut néanmoins contribuer à une meilleure caractérisation du parc. Comme évoqué dans le chapitre précédent, l'un des enjeux liés à la connaissance matérielle des bâtiments est précisément de pouvoir modéliser leur comportement énergétique. Dans le cadre de DEMETER, la SED s'appuie sur l'approche typologique développée par Arcora, qui fournit un premier niveau de connaissance générique par type de construction, notamment concernant l'enveloppe. En confrontant les modèles aux consommations mesurées, la SED permet d'affiner ces valeurs de référence. Cette démarche répond également à un enjeu plus large : structurer la capitalisation des connaissances dans un domaine où les études restent difficilement réutilisables.

Face aux besoins constatés en partie 4.1, une méthodologie (4.2) reposant sur une étude de sensibilité et une calibration bayésienne, a été développée permettant, à partir de connaissances a priori (typologiques par exemple) et du profil (mensuel) de consommations d'un bâtiment donné, d'en apprendre davantage sur les sites étudiés : fiabiliser les modèles, identifier les paramètres influents, cibler les potentiels de décarbonation, détecter des problèmes d'usage. Cette méthode est illustrée au travers d'une preuve de concept en 4.3.

### 4.1. Limites des approches actuelles pour le tertiaire

La Simulation Energétique Dynamique (SED) est un outil de modélisation numérique du comportement énergétique des bâtiments. Elle repose sur la construction d'un modèle intégrant la géométrie du bâtiment, les caractéristiques physiques de l'enveloppe (isolation, inertie, menuiseries), les équipements CVC (chauffage, ventilation, climatisation), les scénarios d'usage et d'occupation, ainsi que les données météorologiques. A partir de ces données d'entrées, un calcul dynamique au pas de temps horaire est réalisé afin d'estimer les besoins et consommations énergétiques heure par heure sur une année complète.

Cet outil est principalement utilisé par les bureaux d'études thermiques pour évaluer la performance énergétique d'un projet en phase conception ou rénovation, étudier des variantes techniques selon différents critères (économiques, énergétiques, environnemental, confort thermique, etc.), dimensionner des équipements CVC ou encore accompagner des garanties de performance énergétique. C'est un processus chronophage qui implique une collecte de données importantes, l'élaboration d'hypothèses en l'absence de celles-ci, la construction et le paramétrage du module, et éventuellement, dans le cadre d'étude sur l'existant, de calibrage du modèle sur des consommations mesurées.

Dans le contexte de la décarbonation du parc tertiaire, la SED a un rôle central à **jouer pour caractériser les bâtiments et orienter des stratégies de rénovation**, néanmoins plusieurs limites freinent son exploitation aujourd'hui dans le tertiaire : la fiabilité des modèles, une lacune en données de référence et une faible transférabilité des études dans le domaine.

#### 4.1.1. Un cumul d'incertitudes en SED

La fiabilité d'un modèle SED est affectée par plusieurs sources d'incertitudes :

- **Incertitude paramétrique** : les valeurs réelles des paramètres physiques sont souvent mal connues (coefficients de transmission thermique, taux d'infiltration, rendements des systèmes). De plus un écart existe entre l'état initial documenté et l'état réel du bâtiment du

fait de vieillissements ou de rénovations non documentées. Même si ces paramètres restent en théorie recensables via des audits ou des plans, une part d'incertitude persiste ;

- **Incertitude sur les usages** : Le comportement des occupants constitue une source d'incertitude majeure et déterminante sur les consommations tant il présente de variabilité : consignes de température, ouverture des fenêtres, gestion des équipements, etc. Il existe des profils conventionnels utilisés dans les calculs réglementaires mais souvent inadaptés pour une modélisation réaliste du site ;
- **Incertitude de modèle** : Tout modèle numérique est une simplification de la réalité. Les outils courants de SED en France (TRNSYS, Pleiades, Energyplus, etc.) comportent leurs propres approximations physiques. À cela s'ajoutent les habitudes propres à chaque bureau d'études.

Ce cumul d'incertitudes constitue une limite importante de la SED dans son application et son utilisation dans le tertiaire. Il y a donc un véritable enjeu à développer des approches permettant d'identifier les paramètres influents sur lesquels concentrer les efforts de recensement afin de maîtriser ces incertitudes.

### 4.1.2. Des données de référence insuffisantes pour le tertiaire

Face à ces incertitudes, les modélisateurs s'appuient souvent sur des données par défaut ou des valeurs types. Or sans données de référence fiabilisées par typologie de bâtiment, il est difficile de cadrer les hypothèses et de garantir la pertinence des études. Le secteur résidentiel est par exemple bien documenté, avec des typologies relativement fixes et une base de valeurs de référence à disposition des modélisateurs. Le tertiaire présente en revanche une grande diversité d'usages, de configurations, y compris au sein d'une même typologie constructive. Dans le domaine de la SED, il manque dans le tertiaire :

- Une base de référence fiabilisée par typologie pour les modélisateurs ;
- Une connaissance des sensibilités des consommations aux différents paramètres ;
- Une caractérisation fiable du parc tertiaire permettant de cibler et prioriser les stratégies de rénovation.

Cette absence de référentiel, de base de connaissance commune, freine la montée en compétence collective sur le parc tertiaire et sa décarbonation.

### 4.1.3. Des modèles calibrés manuellement et peu transférables

Les pratiques actuelles de SED souffrent d'une faible transférabilité : les études sont souvent menées au cas par cas, avec des collectes de données laborieuses, les méthodes utilisées sur un bâtiment étant difficilement réutilisables pour un autre bâtiment. La capitalisation des connaissances est donc faible.

Pour modéliser un bâtiment tertiaire de manière fiable, l'une des seules approches disponibles est la calibration : il s'agit d'ajuster les paramètres du modèle de sorte que les consommations simulées correspondent aux consommations réelles mesurées. Les méthodes de calibration employées aujourd'hui reposent essentiellement sur un ajustement manuel des paramètres, et parfois sur des algorithmes d'optimisation. Ces approches sont subjectives, peu reproductibles et ne permettent pas de quantifier l'incertitude sur les résultats ni de garantir que la solution retenue est probable.

Il manque aujourd'hui une méthode robuste permettant d'identifier les paramètres influents, de fiabiliser les modèles et de construire une base commune de connaissances pour le parc tertiaire.

Face à ces constats, une méthode combinant analyse de sensibilité et calibration a été développée dans le cadre de DEMETER.

## 4.2. Méthode développée : analyse de sensibilité et approche bayésienne

Face aux limites identifiées en section 4.1, une méthodologie a été développée dans le cadre de DEMETER pour fiabiliser les modèles de SED dans le tertiaire à partir de données de consommation réelles ainsi que

pour capitaliser les connaissances sur les paramètres influents les consommations énergétiques du parc. Ce travail a été mené en lien avec des projets de R&D impliquant des collectivités territoriales (Noisy-Le-Grand et la Communauté Urbaine de Dunkerque), permettant d'accéder à des données sur plusieurs bâtiments tertiaires.

Les techniques algorithmiques d'analyse de sensibilité et de calibration bayésienne retenues dans cette méthode sont de plus en plus mobilisées dans la recherche en modélisation énergétique du bâtiment. Elles restent cependant peu accessibles et difficilement répliquables en dehors de ces contextes académiques. L'un des objectifs poursuivis est donc de rendre ces approches opérationnelles et applicables dans un cadre pratique de caractérisation de parc.

**Moteur de calcul :** La méthodologie développée repose sur le moteur de calcul Dimosim, outil développé par le CSTB et Efficacity. Cet outil est un UBEM (Urban Building Energy Modeler), permettant une modélisation énergétique à l'échelle bâtiment comme à l'échelle quartier. Il repose sur une approche RC (résistance, capacité) par analogie à un circuit électrique, où les flux thermiques sont modélisés comme des courants à travers des résistances (conduction thermique) et stockés dans des capacités (inertie thermique). Cette modélisation, simplifiée par rapport à des modèles détaillés (ex : EnergyPlus), présente un réel avantage en termes de temps de calcul. Dans le cadre de DEMETER et de la modélisation tertiaire, une trentaine de paramètres a été retenue pour permettre la caractérisation énergétique du bâtiment.

**Données d'entrées :** La construction du modèle s'appuie sur les données collectées : audits, plans, documentation technique des systèmes, informations sur les rénovations ayant eu lieu. A ces données s'ajoutent les consommations énergétiques mensuelles par vecteur, utilisées comme référence pour la calibration. Ces données collectées sont traduites en données d'entrée du modèle Dimosim. Ces paramètres couvrent six catégories : confort thermique, renouvellement d'air, électricité spécifique, occupation, enveloppe et systèmes. Le Tableau 3 ci-après en présente la liste complète.

**Etapes méthodologiques :** La méthodologie utilisée suite à la construction du modèle initial s'appuie sur les travaux de recherche en calibration bayésienne développées par Kennedy & O'Hagan (2001)<sup>1</sup> et adaptées au domaine du bâtiment par Chong & Menberg (2018)<sup>2</sup> et dont l'implémentation s'inspire de l'outil CalibLab (Fulep et al.) (2024)<sup>3</sup>. Elle s'articule en quatre étapes principales :

1. Collecte de données et construction d'un modèle initial
2. Analyse de sensibilité globale pour identifier les paramètres influents
3. Calibration bayésienne pour ajuster les paramètres au regard des consommations mesurées
4. Validation du modèle calibré

Cette méthodologie a été testée sur différentes typologies de bâtiments tertiaires dans le cadre des partenariats d'Efficacity. Les sections suivantes présentent les principes des deux briques principales de la méthode, l'analyse de sensibilité (4.2.1), et la calibration bayésienne (4.2.2). Les détails méthodologiques feront l'objet d'une publication scientifique, actuellement en préparation.

Une preuve de concept illustrant l'ensemble de la démarche est présentée section 4.3.

Catégorie	Paramètre	Description	Unité
Confort thermique	comfort_heating_T	Température de consigne chauffage	°C
	reduced_heating_T	Température réduite (inoccupation)	°C
	heating_season_start	Début saison de chauffe	n° semaine
	heating_season_stop	Fin saison de chauffe	n° semaine
Renouvellement d'air/ infiltrations	ventilation_flow_rate_vol_per_h	Taux de renouvellement d'air nominal	vol/h
	ventilation_reduced_ratio	Ratio ventilation réduite / nominale	ratio (0-1)

<sup>1</sup> Kennedy & O'Hagan (2001). Bayesian calibration of computer models. *J. R. Statist. Soc. B.* 63. Part 3, pp. 425-464.

<sup>2</sup> Chong & Menberg (2018). Guidelines for Bayesian calibration of BEM. *Energy and Buildings.* 174, pp 527-547.

<sup>3</sup> Fulep et al. (2024). CalibLab. <https://github.com/TUB-DVG/CalibLab>



Catégorie	Paramètre	Description	Unité
	infiltration_rate	Taux d'infiltration	vol/h
	window_opening_max_ach	Renouvellement d'air max par ouverture des fenêtres (comportement occupants)	vol/h
Électricité spécifique	max_elec_load_value_w_per_m2	Charge électrique spécifique nominale	W/m <sup>2</sup>
	elec_load_week_end_reduction_ratio	Ratio de réduction week-end / valeur nominale	ratio (0-1)
Occupation/Usage	occupant_nb	Nombre d'occupants	pers
	metabolic_rate_ratio	Ratio métabolique / référence ThBCE (90W)	ratio
	electric_internal_gain_ratio	Part de la puissance électrique dissipée en chaleur	ratio (0-1)
	occupant_hour_start	Heure début occupation	h (0-24)
	occupant_hour_stop	Heure fin occupation	h (0-24)
	weekend_occupant_hour_start	Heure début occupation week-end	h (0-24)
	weekend_occupant_hour_stop	Heure fin occupation week-end	h (0-24)
	water_needs_L_per_day_per_occ	Besoins ECS journaliers par occupant	L/j/pers
	off_weeks	Semaines de vacances (fermeture)	n° semaines
	Enveloppe	ExteriorWall_U_value	Coefficient de transmission thermique murs extérieurs
ExteriorWall_window_U_value		Coefficient de transmission thermique fenêtres	W/m <sup>2</sup> .K
ExteriorRoof_U_value		Coefficient de transmission thermique toiture	W/m <sup>2</sup> .K
ExteriorFloor_U_value		Coefficient de transmission thermique plancher bas	W/m <sup>2</sup> .K
ExteriorWall_inertia		Classe d'inertie thermique murs (1 valeur par type de paroi)	catégoriel (low/mid/high)
ExteriorRoof_inertia		Classe d'inertie thermique toiture	catégoriel (low/mid/high)
ExteriorFloor_inertia		Classe d'inertie thermique plancher	catégoriel (low/mid/high)
ExteriorWall_opaque_solar_absorption		Coefficient d'absorption solaire des parois opaques	ratio (0-1)
ExteriorWall_window_solar_absorption		Coefficient d'absorption solaire des fenêtres	ratio (0-1)

Catégorie	Paramètre	Description	Unité
	ExteriorWall_window_transmission_factor	Facteur de transmission solaire des fenêtres	ratio (0-1)
Systemes	efficiency_matrix	Matrice de rendement système selon puissance appelée	ratio
	auxiliary_power_ratio	Ratio consommation auxiliaires / puissance système	ratio

Tableau 3. Liste et description des paramètres d'entrée du logiciel Dimosim.

### 4.2.1. Analyse de sensibilité : identification des paramètres influents

Une fois le modèle énergétique construit, l'objectif est d'identifier parmi l'ensemble de paramètres lesquels influencent réellement les consommations simulées. C'est le rôle de l'analyse de sensibilité, qui permet d'identifier ces influents, donc de prioriser les efforts de calibration, et dans une optique de rénovation, d'identifier les leviers sur lesquels agir pour réduire les consommations.

#### Méthode retenue

Dans ce travail, l'approche retenue repose sur une analyse de sensibilité globale, où l'ensemble des paramètres varie simultanément. Le principe consiste à décomposer la variance totale (c'est-à-dire la dispersion) des sorties du modèle en contributions attribuables à chaque paramètre d'entrée. Cette décomposition produit des indices de sensibilité, appelés indices de Sobol. La méthode EASI RBD-FAST, retenue dans cette étude, permet d'estimer ces indices avec un coût de calcul maîtrisé, bien inférieur aux méthodes de Sobol classiques. De plus en plus utilisée en modélisation énergétique du bâtiment, cette méthode constitue un compromis adéquat entre précision et temps de calcul (Goffart & Woloszyn, 2021<sup>1</sup>).

#### Echantillonnage des paramètres d'entrée

Afin d'évaluer la sensibilité des sorties du modèle aux différents paramètres, il est nécessaire de les faire varier et d'observer l'effet sur les résultats simulés. La définition des plages de variation constitue donc une étape déterminante : elle conditionne directement les conclusions de l'étude. Des plages trop restreintes risquent de sous-estimer l'influence de certains paramètres, tandis que des plages irréalistes peuvent fausser la hiérarchie obtenue.

**Dans le cadre de cette méthodologie, les intervalles sont définis de manière à couvrir la plage physique plausible** de ces paramètres, avec une distribution uniforme lorsqu'il existe peu d'information, ou des distributions normales lorsqu'il existe des informations plus précises. Cette approche permet de tirer des conclusions généralisables pour une typologie de bâtiment donnée. Les conclusions obtenues peuvent ainsi être réutilisées pour d'autres bâtiments du même type, dont les caractéristiques se situent nécessairement dans ces plages.

#### Résultat et interprétation

L'analyse produit des indices de Sobol pour chaque paramètre d'entrée du modèle. L'indice S1 représente la part de variance expliquée par un paramètre seul. La Figure 11 ci-dessous présente les résultats de l'analyse obtenus sur une salle de spectacle pour les consommations de gaz. Le débit de ventilation nominal (ventilation\_flow\_rate\_vol\_per\_h, soit le débit de renouvellement d'air en volume par heure) est le paramètre le plus influent sur les consommations avec un indice S1 de 0.22. Cela signifie que 22% de la variabilité des consommations de gaz simulées est attribuable au débit de renouvellement d'air. Cette analyse permet ainsi de hiérarchiser les paramètres les plus influents, et de réduire la dimensionnalité du problème.

<sup>1</sup> Goffart & Woloszyn, 2021. EASI RBD-FAST: An efficient method of global sensitivity analysis for present and future challenges in building performance simulation. *J. Building. Eng.* 43.

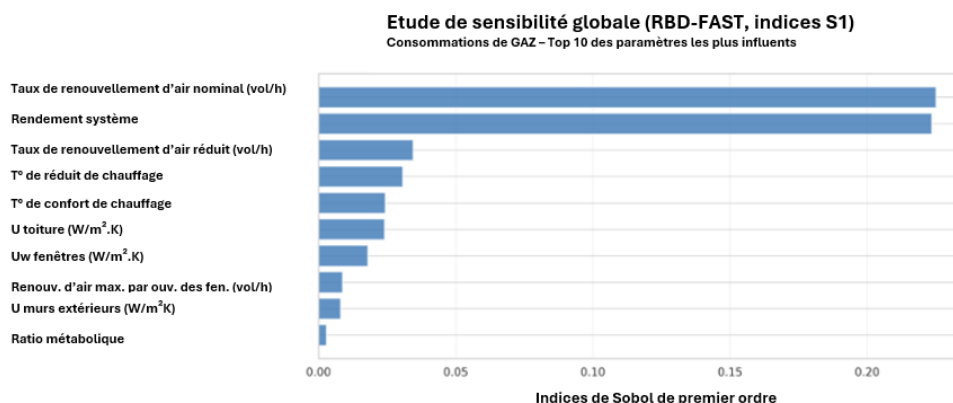


Figure 11. Analyse de sensibilité suivant la méthode RBD-FAST, dans le cas des consommations de gaz d'une salle de spectacle.

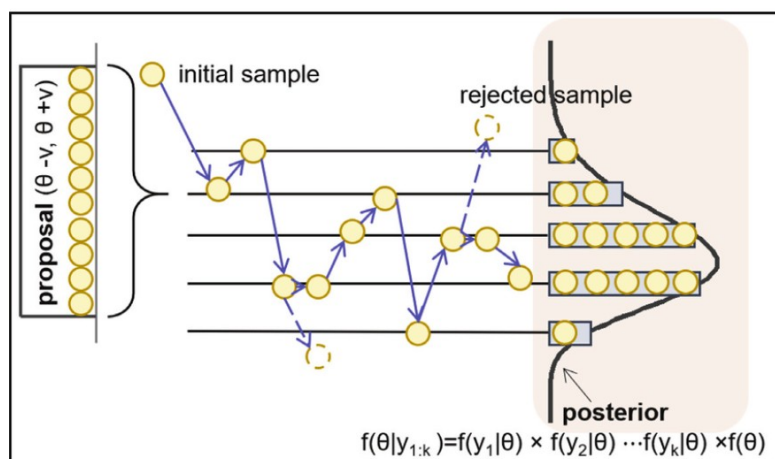
Cette technique présente plusieurs intérêts pour la filière : elle permet de prioriser les données à collecter lors d'un audit en ciblant les paramètres les plus influents, et ainsi de réduire le temps de modélisation pour les bureaux d'études. Les résultats obtenus sont par ailleurs capitalisables : la hiérarchie, et les indices de sensibilité, établis pour une typologie peuvent être réutilisés pour d'autres bâtiments de ce type. A terme, ces analyses ouvrent la possibilité de construire un référentiel de sensibilités par typologie, exploitable à l'échelle du parc.

Finalement cette méthode permet une étape de caractérisation supplémentaire d'un bâtiment : une fois les paramètres influents identifiés, il est logique de s'interroger sur leurs valeurs les plus probables pour un bâtiment donné. C'est l'objet de la calibration bayésienne présentée au paragraphe suivant.

## 4.2.2. Calibration bayésienne : vers une paramétrisation probabiliste des modèles

La calibration consiste à ajuster les paramètres d'un modèle pour que les consommations simulées correspondent aux consommations mesurées, comme évoqué en section 4.1.3. Les approches classiques (calage manuel ou automatique via des algorithmes d'optimisation) cherchent une combinaison unique de paramètres minimisant cet écart. Ces méthodes présentent plusieurs limites : elles peuvent converger vers des solutions peu robustes, et ne permettent pas de quantifier l'incertitude des modèles que l'on utilise.

L'approche bayésienne répond à ces limites en produisant une distribution de valeurs probables pour chaque paramètre.



Markov chain Monte Carlo sampling using random walk.

Figure 12. Schéma explicatif de la méthode de Monte Carlo par chaîne de Markov

Le principe repose sur le théorème de Bayes : on part d'une connaissance initiale sur les paramètres (distribution a priori), on la confronte aux données mesurées, et on obtient une connaissance actualisée (distribution a posteriori).

L'exploration de l'espace des paramètres est réalisée par des méthodes de Monte Carlo par chaînes de Markov (MCMC), qui convergent progressivement vers les combinaisons de paramètres les plus compatibles avec les observations, comme représenté en Figure 12.

La définition des distributions a priori est une étape clé. Elles traduisent la connaissance initiale dont on dispose sur les paramètres avant confrontation aux mesures, et donc contraignent l'exploration réalisée lors de l'inférence. La section 4.3 illustre différentes stratégies de distributions basées sur des connaissances « a priori », nommées priors par la suite, et leur impact sur une preuve de concept.

La Figure 13 illustre le processus complet. A partir des paramètres d'entrée, de leur connaissance a priori, et des consommations réelles mensuelles, l'inférence produit des distributions a posteriori pour chaque paramètre. Ces distributions représentent les valeurs les plus probables des paramètres compte tenu des mesures. On observe typiquement un resserrement et report des distributions, par exemple pour la performance thermique des murs extérieurs : on présumait une distribution normale centrée autour de 1 W/m<sup>2</sup>K (distribution bleue), l'inférence tend vers une valeur plus élevée, autour de 2 W/m<sup>2</sup>K (distribution rouge), suggérant une enveloppe moins performante que supposée initialement. La calibration est validée à travers les indicateurs ASHRAE (CV-RMSE mensuel < 15%, NMBE mensuel <15%). Ces indicateurs mesurent d'une part la dispersion des écarts entre simulations et mesures, et d'autre part le biais moyen du modèle, qui surestime ou sous-estime les consommations). Au-delà de la calibration, l'approche bayésienne permet de propager les incertitudes sur les prédictions du modèle (visible en Figure 13), et donc d'obtenir un intervalle de confiance sur les estimations du modèle, une information qui peut être précieuse par exemple pour évaluer la fiabilité de scénarios de rénovation.

Les premiers cas d'application de cet algorithme ont permis de vérifier la cohérence des résultats avec la réalité terrain. La méthode identifie des valeurs de paramètres conformes aux observations, comme des températures de consigne de chauffage cohérente avec les relevés terrain. Elle permet également une meilleure identification des éléments techniques du bâtiment. Sur plusieurs cas d'usages il a été possible de caractériser le type de chaudière (standard ou à condensation) à travers l'estimation du rendement.

Cette technique présente plusieurs plus-values pour la filière. Elle permet de construire des modèles fiables à partir de données plus facilement accessibles (consommations énergétiques et estimations a priori des caractéristiques du bâtiment) et de qualifier l'incertitude de ces paramètres. A plus grande échelle une base de distributions a priori par typologie de bâtiment peut être construite et contribuer ainsi à une connaissance collective du parc tertiaire.

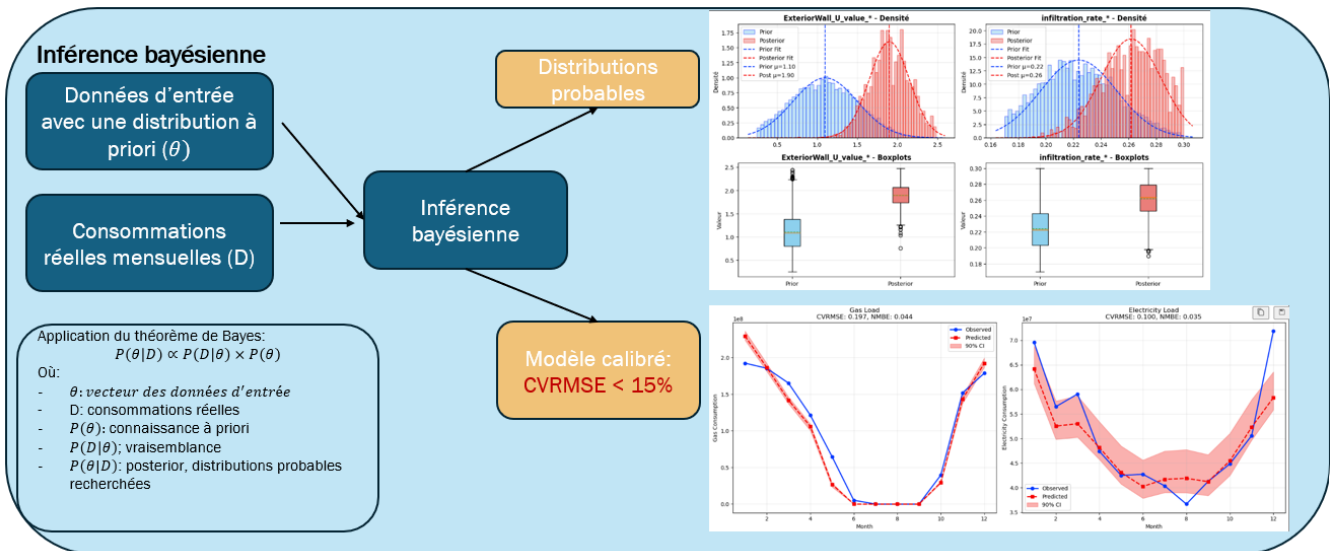


Figure 13 : Description de la méthode d'inférence bayésienne.

### 4.3. Preuve de concept : application de la méthode à l'une des typologies de bureau

La méthodologie présentée en section 4.2 a été mise en application sur un cas d'étude concret. L'objectif est de démontrer les intérêts de la méthode et la valeur ajoutée des données typologiques établies par Arcora dans la construction des distributions a priori, par rapport à une approche sans information préalable et par rapport à une approche basée sur un audit détaillé.

#### 4.3.1. Cas d'étude : un bâtiment pour trois niveaux d'information initiale

La méthodologie a été appliquée sur un établissement administratif d'environ 1 240 m<sup>2</sup>SU, correspondant à la typologie 1A (voir Tableau 1). Les données disponibles comprennent les consommations mensuelles de gaz et d'électricité, les plans et des documents techniques CVC. Le modèle a été construit sur Dimosim (voir en section 4.2) avec 31 paramètres (enveloppe, systèmes, usages). Les calculs ont été réalisés sur serveur AMD EPYC 7543 (32 cœurs, 64 Go RAM) et ont nécessité environ 3 heures pour la sensibilité et moins de 1 heure pour la calibration.

Comme illustré en Figure 14, trois niveaux d'information a priori ont été testés :

- **Uniforme** : aucune information préalable ;
- **Typologique** : distributions informées par la typologie ; distributions normales centrées sur les valeurs déterminées par Arcora pour l'enveloppe, avec un écart-type suffisamment large pour refléter l'incertitude et la variabilité au sein d'une typologie. Pour les paramètres non couverts par Arcora (usages, systèmes) : distributions normales centrées sur des références réglementaires, avec un écart-type large ;
- **Site** : distributions resserrées autour des données collectées.

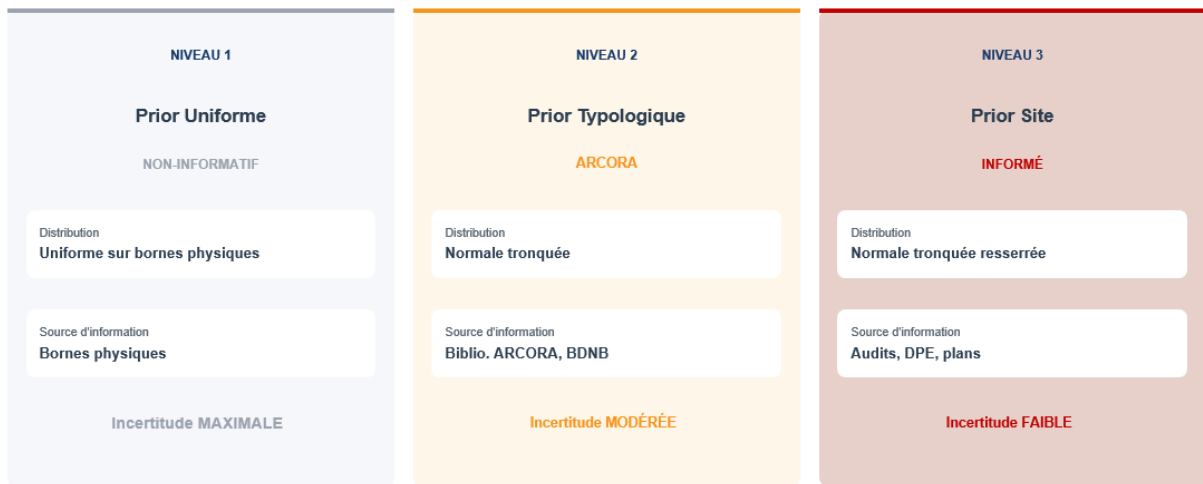


Figure 14. Description des niveaux d'information utilisés pour la démonstration de la méthode d'inférence bayésienne.

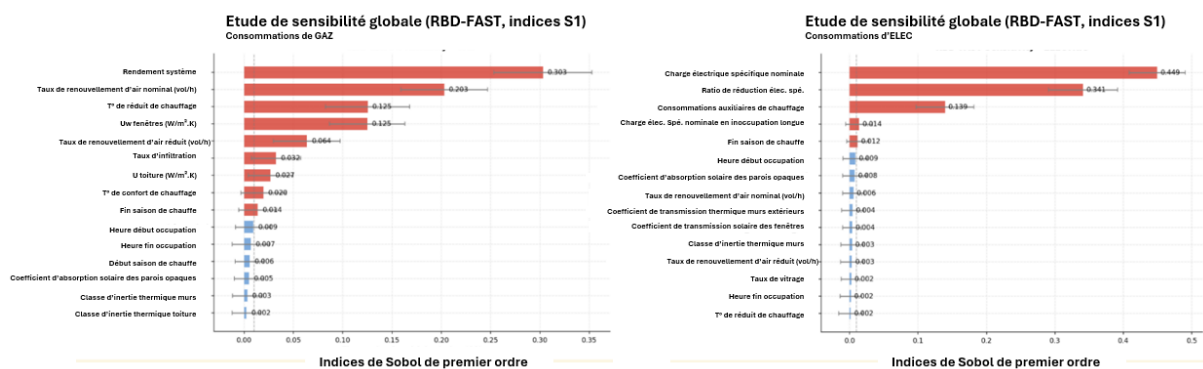


Figure 15. Résultats des analyses de sensibilité des paramètres suivant la méthode RBD-FAST sur les vecteurs gaz et électricité d'un établissement administratif.

### 4.3.2. Apports de l'analyse de sensibilité

L'analyse de sensibilité a été réalisée afin d'identifier parmi les 31 paramètres ceux qui influencent réellement les consommations simulées. Les résultats pour chacun des vecteurs énergétiques sont présentés en Figure 15.

**Consommations de gaz :** Les paramètres les plus influents sont le rendement de la chaudière (30% de la variance), le débit de ventilation (20%), la température de consigne réduite et la performance thermique des menuiseries extérieures (13% chacun). Viennent ensuite l'infiltration, l'isolation toiture et la saison de chauffe.

**Consommations d'électricité :** La puissance des appareils électriques et éclairage expliquent 45% de la variance, suivie du taux de réduction en inoccupation (34%), et de la consommation des auxiliaires de chauffage.

Sur les 31 paramètres initiaux, seule une douzaine influence significativement les consommations. Ce résultat permet de cibler les paramètres à investiguer en priorité lors d'un audit, d'identifier les leviers d'actions pour réduire les consommations, mais aussi de concentrer les efforts de calibration sur les paramètres déterminants.

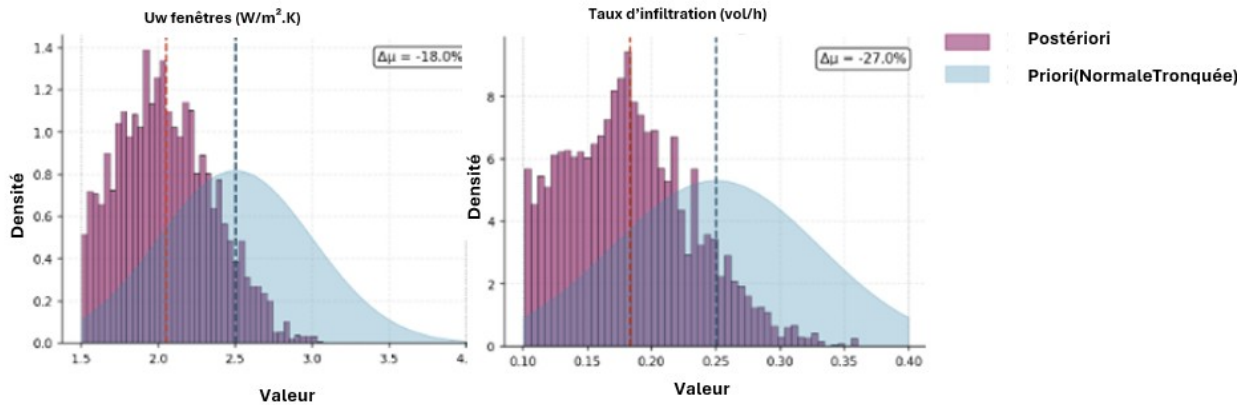


Figure 17. Résultats de la démonstration de l'inférence bayésienne sur deux paramètres avec une connaissance a priori en distribution de loi normale.

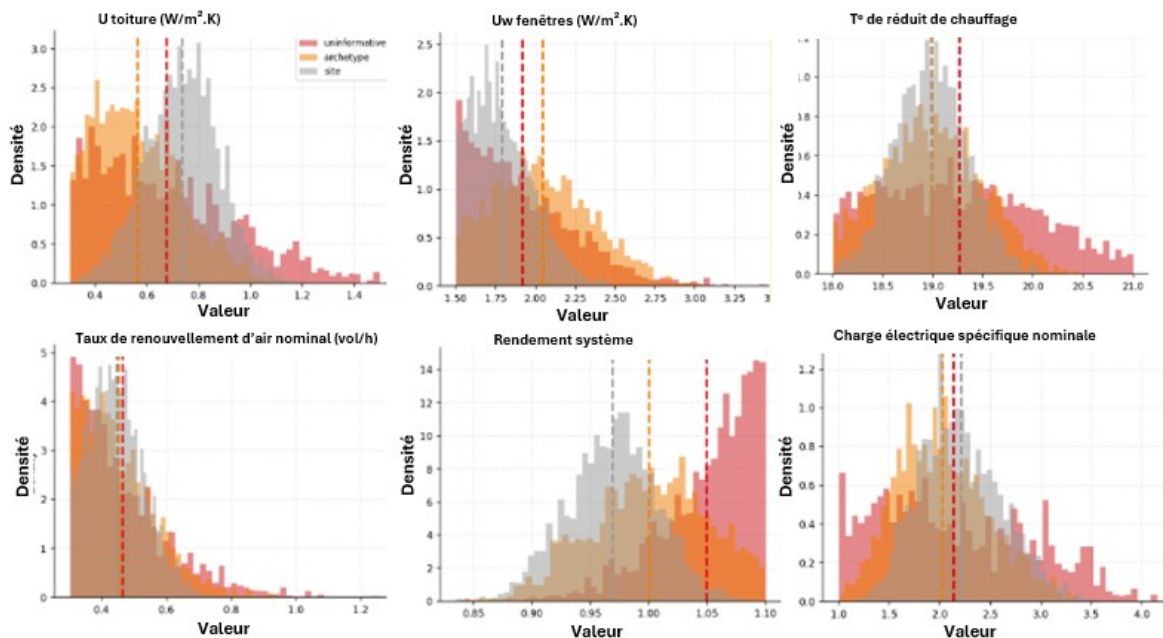


Figure 16. Résultats de la démonstration de la méthode d'inférence bayésienne suivant différents niveaux de connaissances a priori : non informée (en rouge), typologique (en jaune) et dans le cas d'un audit terrain (en gris).

### 4.3.3. Calibration bayésienne et comparaison des niveaux d'information

La calibration bayésienne a été réalisée pour les trois niveaux de connaissance a priori définis en section 4.3.1. Elle permet de réduire l'incertitude sur les paramètres par rapport aux distributions initiales.

La **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ci-dessus illustre les résultats en prenant l'exemple de deux paramètres bien identifiés par la méthode : la performance thermique des murs extérieurs (graphique de gauche) et le taux d'infiltration (graphique de droite). On observe un décalage des distributions postérieures vers de plus faibles valeurs (en rouge) par rapport aux distributions a priori (en bleu) : la valeur la plus probable pour la performance thermique des murs est de 2 W/m<sup>2</sup>K, et le taux d'infiltration d'air à 0,17 vol/h, traduisant ainsi une meilleure performance que supposée initialement.

La Figure 16 présente la comparaison des trois niveaux de connaissance a priori sur plusieurs paramètres influents. Pour la plupart des paramètres, les approches informées (typologie et site) convergent vers des valeurs similaires, confirmant la robustesse de la méthode. En revanche, l'approche uniforme (sans information préalable) peut pousser vers des valeurs extrêmes ou ne pas permettre une identification fiable, comme on l'observe pour la température de consigne de chauffage ou bien le rendement de la chaudière. Ces différences se traduisent dans l'étalement et la forme des distributions, par exemple la connaissance a priori non informative donne une distribution large et non concentrée, ne permettant pas d'identifier une valeur plus probable pour la température de consigne.

Ainsi les priors informés permettent sur cette preuve de concept l'obtention de résultats cohérents avec les données relevées sur terrain ainsi qu'une réduction du temps de calcul de l'inférence. L'approche typologique présente un intérêt particulier : elle guide la calibration sans la sur-contraindre. En l'absence de données terrain détaillées, les informations typologiques permettent une calibration fiable et évitent des dérives d'un calibrage peu réaliste de modèles.

### 4.3.4. Une validation encourageante de l'approche

La qualité de la calibration est évaluée selon les critères ASHRAE (mentionnés en section 4.2) sur les indicateurs CV-RMSE et NMBE. La Figure 18 ci-dessous présente la comparaison des consommations de gaz mesurées et simulées avant et après calibration pour les trois niveaux de connaissance initiale.

Avant calibration, le modèle initial présentait un écart important avec les mesures (CVRMSE de 30%, NMBE de 13%). Après calibration, en simulant sur les paramètres les plus probables obtenus grâce à l'inférence, les trois approches atteignent les seuils de conformité ASHRAE avec des performances presque identiques : CVRMSE autour de 16%, NMBE autour de 0%. Les intervalles de confiance à 95%, issus de la propagation des distributions postérieures montrent également des incertitudes comparables quel que soit le niveau de connaissance.

Ce résultat peut sembler surprenant : on attend à première vue que le prior le mieux informé produise un modèle mieux calibré que ceux issus des prior typologique et uniforme. Ce constat semble s'expliquer par le poids des données de consommation mensuelles, qui contiennent suffisamment d'information pour contraindre les paramètres influents et faire converger l'inférence, quel que soit le point de départ. En revanche, comme observé en 4.3., l'absence de prior informé peut conduire à des combinaisons de paramètres peu réalistes physiquement, même si les métriques globales de calibration restent satisfaisantes. C'est là tout l'intérêt de l'approche typologique : contrairement aux méthodes usuelles,

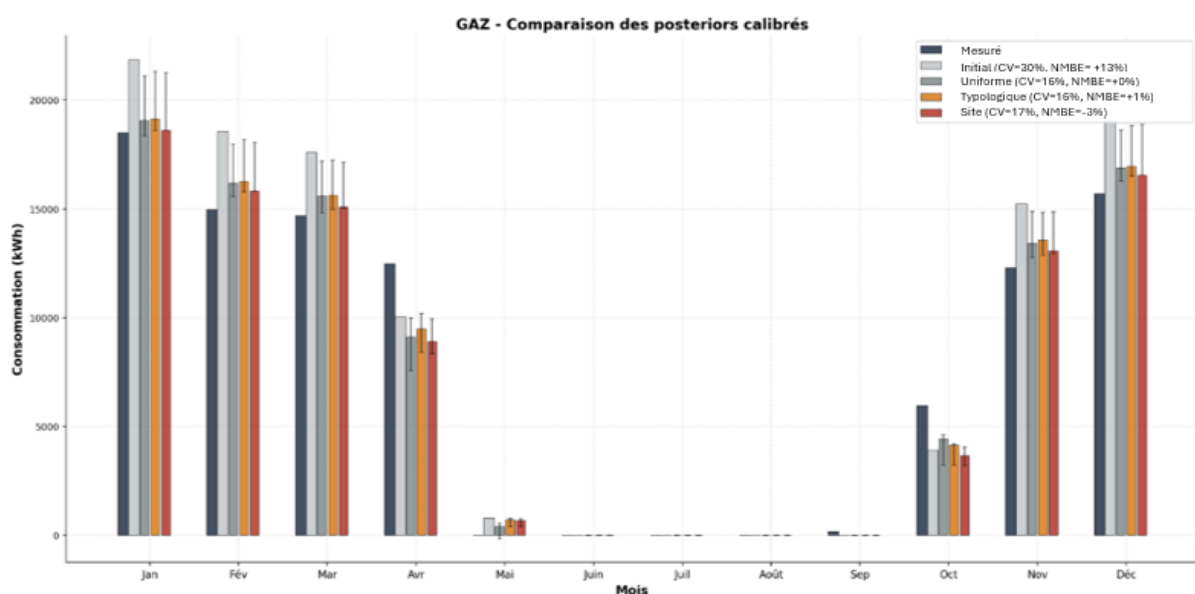


Figure 18. Comparaison entre les consommations de gaz mesurées et les consommations de gaz estimées après utilisation de la méthode d'inférence bayésienne suivant les différents niveaux de connaissance a priori.



elle garantit des valeurs de paramètres cohérentes tout en atteignant une performance de calibration équivalente.

Ce qu'apporte cette preuve de concept :

- La méthodologie est applicable sur un cas réel avec des données accessibles ;
- Les données typologiques permettent une calibration conforme aux critères ASHRAE ;
- Les connaissances a priori informées évitent les dérives vers des valeurs de paramètres peu réalistes ;
- L'approche produit des distributions de paramètres plutôt que des valeurs uniques, offrant un intervalle probable pour chaque paramètre. Cela ouvre la possibilité d'enrichir les informations d'Arcora en les confrontant à des données de consommations réelles de bâtiments appartenant à une typologie.

Les limites identifiées :

- Certains paramètres restent faiblement identifiables avec des données de consommation, en particulier ceux qui influencent peu les consommations simulées, comme l'inertie des parois ou le coefficient de transmission thermique des planchers bas.
- La généralisation nécessite une confrontation à d'autres typologies

## 4.4. Caractériser un bâtiment à partir de consommations énergétiques

Ce chapitre a exploré la possibilité de caractériser l'état matériel et l'usage d'un bâtiment sous forme de distributions de probabilités, à partir de données de consommation énergétique et de connaissances a priori. La méthodologie retenue permet d'identifier les paramètres influents, de fiabiliser les modèles de SED, notamment en quantifiant leur incertitude, et d'ouvrir la voie à une capitalisation des connaissances par typologie.

Les résultats obtenus sont encourageants mais doivent être nuancés. La méthode nécessite une validation sur des bâtiments très bien audités pour vérifier la cohérence physique des distributions obtenues à partir des typologies développées au cours du projet DEMETER. Un déploiement à grande échelle de cette méthode permettrait d'alimenter une base de connaissance typologique du parc tertiaire. Néanmoins il suppose de couvrir un échantillon représentatif des typologies, ce qui implique un effort conséquent de collecte de données. Le temps de calcul nécessaire à la méthode, de l'ordre de quelques heures par bâtiment sur un ordinateur usuel, reste un frein à lever pour l'application sur un échantillon représentatif du parc.

D'autres méthodes permettent ce type de caractérisation. Parmi les approches numériques, l'optimisation génétique est une alternative à la calibration bayésienne. Néanmoins, bien qu'elle soit plus rapide à mettre en œuvre, elle converge vers une solution unique et ne permet pas de quantifier l'incertitude sur la calibration. L'audit énergétique terrain demeure la référence pour caractériser un bâtiment. En caractérisant directement les parois, les systèmes et l'usage il permet l'identification la plus fiable de l'état réel du bâtiment. Idéalement, une massification de tels audits permettrait la caractérisation fine du parc. Néanmoins, cette approche demeure difficilement mobilisable à grande échelle et se heurte aux limites listées en section 4.1 concernant la précision des mesures terrain. De tels audits menés sur un échantillon représentatif du parc tertiaire permettraient de construire un référentiel de données valorisables directement avec la méthode de calibration bayésienne développée dans DEMETER.

## 5. Etude de l'occupation des bâtiments tertiaires à partir de la téléphonie mobile

Le comportement des occupants est un facteur déterminant de la consommation énergétique des bâtiments. Il intervient à travers plusieurs paramètres de simulation tels que la présence ou l'occupation des locaux, les besoins en eau chaude sanitaire (ECS) ou encore les températures de consigne de chauffage et de climatisation.

Les calculs réglementaires thermiques et environnementales, dont ceux associés à la RE2020, reposent sur des scénarios d'occupation normatifs. Ces scénarios définissent, pour chaque type de local couvert par la réglementation, des profils horaires sur une année complète. Ils spécifient notamment des taux d'occupation, la mobilité des occupants, leur besoin d'ECS, des apports internes de chaleur et d'humidité, ainsi que des hypothèses d'usage des systèmes d'éclairage, de chauffage, de refroidissement et de ventilation.

L'élaboration de scénarios réalistes demeure cependant une tâche complexe. Les comportements humains sont par nature variables et non déterministes. C'est pourquoi les approches reposant sur la donnée, issues notamment d'enquêtes comme l'enquête Emploi du temps de l'INSEE, sont fréquemment mobilisées dans ce contexte.

Dans une optique opérationnelle, les scénarios réglementaires privilégient la simplicité et la reproductibilité. Ils ne visent pas à représenter l'ensemble de la variabilité observée des comportements, abordés dans des techniques de simulation plus précises et dans des contextes de recherche.

Les développements récents des méthodes d'analyse des données issues des réseaux de téléphonie mobile ouvrent de nouvelles perspectives. Cette nouvelle source de données fournit des profils temporels de fréquentation humaine pour différentes échelles géographiques. Elles ne fournissent toutefois pas d'information directe sur les comportements individuels. Par ailleurs, la précision spatiale des données ne permet pas de caractériser directement la fréquentation à l'intérieur de bâtiments, à l'exception de quelques cas expérimentaux.

Dans ce contexte, le projet DEMETER a conduit une étude exploratoire du produit Flux Vision développé par Orange, sur 180 zones géographiques, afin d'évaluer dans quelle mesure ce type de données permettait d'obtenir des profils d'occupation de bâtiments tertiaires pour différentes activités. L'un des objectifs est d'estimer la pertinence des scénarios réglementaires couvrant le tertiaire.

### 5.1. Le produit Flux Vision : séries temporelles de fréquentation à partir de données de téléphonie mobile

Orange, acteur clé de la mobilité, propose l'offre Flux Vision, qui analyse les déplacements via le réseau mobile pour produire des indicateurs de mobilité et de fréquentation. Ces services innovants ciblent les acteurs publics et privés dans les secteurs du transport, du tourisme et du géomarketing, afin d'améliorer leur connaissance des déplacements et de la fréquentation.

Les indicateurs d'Orange sont issus d'une analyse statistique en temps réel des données de géolocalisation des téléphones portables connectés au réseau Orange, pour étudier la fréquentation et les flux de mobilité.

Orange garantit que ces indicateurs respectent les exigences de protection des données personnelles, en utilisant des méthodes d'anonymisation innovantes et irréversibles. Ces techniques permettent d'enrichir les données mobiles avec des informations socio-démographiques tout en assurant la protection de la vie privée des utilisateurs des réseaux mobiles.

La plateforme Flux Vision traite en continu tous les événements réseaux (appels, SMS, connexions data). Chaque jour, cette plateforme exporte des fichiers contenant les indicateurs et les informations

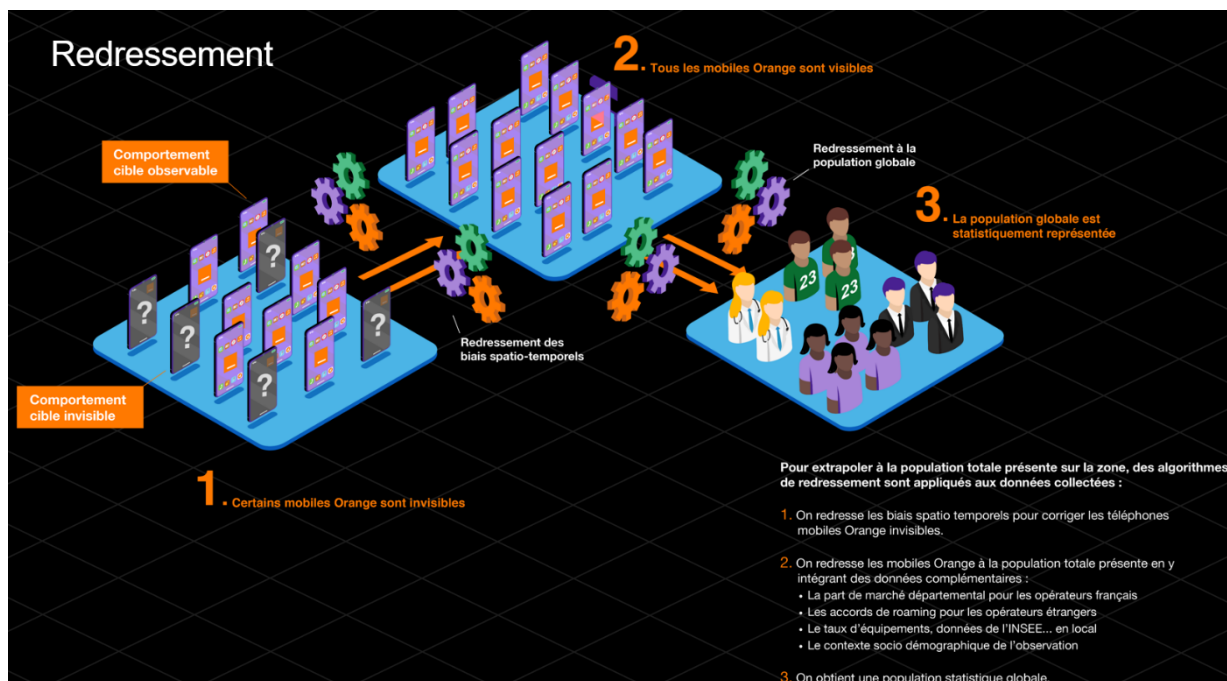


Figure 19. Illustration du processus de redressement statistique des données de téléphonie mobile.

nécessaires pour redresser la population mesurée par le dispositif, c'est-à-dire passer d'un volume de mobiles à un nombre de personnes indépendant de leur usage mobile du réseau Orange.

Plus précisément, le redressement des données comporte 4 étapes distinctes, illustrées en Figure 19 :

- Redressement des biais spatio-temporels spécifiques au réseau mobile
  - Permet de rendre la perception de la localisation des mobiles indépendante du temps et du lieu.
  - Prise en compte des caractéristiques du réseau comme l'extinction de certaines antennes la nuit pour des raisons de gestion d'énergie.
- Redressement à la population « standard » présente :
  - Prise en compte des parts de marchés et des taux d'équipement mobiles moyens
  - Segmentation avec utilisation des données clients.
- Redressement à la population spécifique du contexte observé :
  - Prise en compte des taux d'équipement mobiles variable en fonction du contexte, comme les mobiles professionnels.
  - Certains facteurs pourront être estimés par calibration avec des données externes.
- Des facteurs supplémentaires sont pris en compte pour les redressements liés aux visiteurs étrangers :
  - Prise en compte des accords de roaming entre opérateurs ;
  - Compatibilités des réseaux radio mobiles au niveau international ;
  - Estimation spécifique des parts de marchés.

La localisation des utilisateurs du réseau mobile qui entre dans la chaîne de traitement de Orange Flux Vision ne nécessite pas l'installation de logiciel sur les téléphones. Tous les mobiles du réseau Orange, indépendamment de leur technologie, âge ou utilisation, sont pris en compte.

Après une sélection représentée sous forme de « carte de couverture » (voir l'exemple en Figure 20), les antennes retenues pour l'observation sont listées automatiquement.



Figure 20. Couverture antennaire (en vert) d'un IRIS (en traits pointillés) du XVème arrondissement de Paris.

La méthodologie Flux Vision présente une dépendance à la densité antennaire et aux orientations des antennes. Les terminaux mobiles émettant des événements sur les antennes sélectionnées sont considérés comme présents sur la zone représentée par la carte de couverture.

Le maillage IRIS a été utilisé pour répondre aux besoins du projet DEMETER. Ce maillage permettait d'obtenir la plus grande précision possible tout en bénéficiant d'un historique des données dans le passé (3 ans au maximum). Dans le cadre de ce projet, des données ont été mises à disposition de mai 2023 à avril 2025.

Un ensemble d'indicateurs a été livré sur les 180 IRIS sélectionnés :

- Flux de visiteurs uniques par jour sur la zone d'étude, avec la possibilité de cumuler ces visites sur toute période calendaire.
- Flux de visiteurs uniques par tranche de 30 minutes sur la zone d'étude, tout au long de chaque journée d'étude.

L'ensemble des indicateurs journaliers sont distribués et segmentés selon la durée de présence en journée, comme suit :

- Durée de présence furtive / transit sur la zone d'étude : inférieure à 30 minutes
- Durée de présence significative sur la zone d'étude : entre 30 minutes et 3 heures
- Activité importante sur la zone d'étude : durée supérieure à 3 heures

Une segmentation par provenance géographique et profil est également appliquée :

- Par origine géographique (par jour), à l'échelle départementale pour les visiteurs français et pour chaque pays pour les visiteurs internationaux
- Par jour et par tranche de 30 minutes, selon le lieu de nuitée la veille de l'observation ou de présence majoritaire en journée (présence assimilée à la localisation professionnelle)
- Répartition par genre
- Répartition par tranches d'âge : prise en considération dans le redressement de la différence des parts de marché par catégorie d'âge
- Profil CSP (avec la segmentation Géolife d'Orange) : valorisation en 11 catégories, fonction du lieu de résidence des personnes observées sur la zone d'étude

Depuis le 1er janvier 2025, une capacité de segmentation de la donnée infra-journalière par créneau de 30 minutes a été développée, avec le mode majoritaire de mobilité à court terme. Cinq classes ont ainsi été définies :

- Immobile : probabilité de mobilité inférieure à 30%
- Déplacement lent piéton : probabilité de mobilité supérieure à 30% et vitesse maximum inférieure ou égale à 10 km/h
- Déplacement lent autre (modes doux mais aussi embouteillages) : vitesse maximum de 15 km/h
- Déplacement motorisé (tous véhicules) : vitesse maximum entre 20 et 90 km/h
- Déplacement motorisé rapide (TGV / autoroute) : vitesse maximum  $\geq 95$  km/h

L'ensemble de ces données ont été livrées sur le portail Flux Vision aux formats CSV.

Flux Vision est une solution en évolution permanente. Depuis 2026, la solution intègre une nouvelle granularité géographique, permettant d'obtenir des données précises à l'échelle carroyée de 100x150 mètres. Ces nouvelles données ouvrent de nouvelles perspectives d'études.

## 5.2. Sélection de 180 zones IRIS d'étude

Flux Vision propose des indicateurs de fréquentation à l'échelle des zones géographiques IRIS définies par l'INSEE. La première étape de l'étude consacrée à l'occupation des bâtiments a donc consisté à identifier des zones pertinentes. Au total, 180 IRIS ont été sélectionnés, conformément au volume de données fourni par Orange dans DEMETER. La production des indicateurs Flux Vision implique en effet un travail significatif et donc un coût pour les équipes d'Orange, ce qui limite le périmètre de l'étude à une fraction du territoire nationale, néanmoins amplement suffisante pour établir des preuves de concepts.

L'objectif étant d'analyser des profils d'occupation par activité, la stratégie adoptée visait à identifier des IRIS dans lesquels un type donné d'activité est largement majoritaire. Cela permet de limiter autant que possible les effets de la présence d'autres activités sur les volumes mesurés de fréquentation.

En outre, cette stratégie implique de cibler en priorité des catégories d'activités susceptibles de se concentrer spatialement à l'échelle d'un IRIS ou quartier. C'est pourquoi les campus universitaires et les centres hospitaliers ont été retenus en priorité. Une étude exploratoire consacrée aux bureaux et commerces a également été réalisée, ces activités étant incontournables dans la description du tertiaire et pouvant bénéficier d'espaces géographiques dédiés tels que les quartiers d'affaires et les zones commerciales. Enfin, bien que majoritairement résidentiels, les 16 IRIS de Noisy-Le-Grand pour lesquels des données de consommation énergétiques pouvaient être disponibles ont également été intégrés afin de maximiser la densité d'informations mobilisable dans DEMETER. Il était en effet initialement envisageable de pouvoir exploiter des données provenant de bâtiments publics de cette commune. Les 4 IRIS contenant les sites du CSTB ont été inclus pour des raisons similaires. Ils ont toutefois été écartés dans un second temps, l'interprétation des données de fréquentation étant limitée par la présence excessive d'autres activités à proximité.

L'identification de ces zones s'est heurtée directement au problème de catégorisation d'activité des bâtiments décrit au paragraphe 2.2.2. En l'absence d'un inventaire centralisé et exhaustif associant les bâtiments présents dans l'hexagone aux activités hébergées, plusieurs approches complémentaires ont été mises en œuvre. Chacune d'entre elles a nécessité des itérations successives de vérification et de validation manuelle. La liste complète des 180 IRIS pré-identifiés et des IRIS finalement retenus pour l'analyse des fréquentations est fournie en annexe.

Une première méthode a été appliquée aux centres hospitaliers universitaires (CHU) et aux quartiers d'affaires. Elle a consisté à constituer manuellement, notamment à partir de Wikipedia, une liste des principaux campus relevant des CHU et des quartiers d'affaires de l'hexagone. Ces sites ont ensuite été géocodés et associés aux IRIS correspondants. 56 centres hospitaliers et 32 quartiers d'affaires ont été identifiés par cette méthode.

Une deuxième approche s'est appuyée sur l'exploitation d'OSM pour identifier des zones à forte densité d'activité d'enseignement supérieur et de recherche. Les 34 IRIS retenus sont ceux dont au moins 25% de la surface est couverte par des polygones OSM associés aux clefs « amenity=university » ou « amenity=college ». Ces polygones ne se limitent pas aux bâtiments eux-mêmes mais permettent d'identifier des aires géographiques associées à cette activité.

Enfin, les activités renseignées dans la BDNB ont été mobilisés pour identifier algorithmiquement les 500 IRIS de l'hexagone présentant la plus importante emprise au sol de bâtiments associés au secteur tertiaire. Ces résultats ont été comparés à des informations issues d'OSM sur les mêmes zones. A cette fin, 137 paires clef-valeur ont été regroupées en 23 catégories d'activité. La comparaison cartographique des associations obtenues à partir d'OSM et de la BDNB a permis d'identifier des incohérences précisées au moyen de vérifications manuelles, notamment à l'aide de Google Maps. Cette étape a conduit à retenir 38 IRIS principalement associés à des activités de bureaux, de commerces ou d'administrations publiques.

Ces vérifications ont également permis d'illustrer le problème de catégorisation d'activité par des cas spécifiques. De nombreuses erreurs d'association ont été constatées, souvent liées à la disponibilité inégale des informations selon les activités. Par exemple, dans des travaux préliminaires de rapprochement de la BDNB à des bases ministérielles, plusieurs gares ferroviaires sont catégorisées en santé ou commerce vraisemblablement en raison de la présence de pharmacies ou de magasins dans leur enceinte. Ces activités sont respectivement identifiables dans la base FINISS liée à la santé et par les points d'intérêt dans OSM. Elles peuvent ainsi être surreprésentées dans des algorithmes de classification et prendre le pas sur d'autres sources et activités. DEMETER a ainsi été l'occasion d'améliorer ponctuellement les catégorisations d'activité exposées dans la BDNB.

Pour chacune des activités, la sélection finale d'IRIS a été affinée une nouvelle fois à l'issue des premières analyses exploratoires. Les zones ont fait l'objet de nouvelles vérifications manuelles focalisées sur la présence d'éléments susceptibles de biaiser l'interprétation des données de fréquentation, telles que la proximité d'axes majeurs de transport, ou une part significative de bâtiments accueillant d'autres activités.

## **5.3. Analyse des données Flux Vision sur 180 IRIS**

### **5.3.1. De 180 à 54 IRIS : une sélection affinée par une analyse exploratoire**

La première phase d'analyse a consisté en une exploration des différents indicateurs de fréquentation proposés par Flux Vision. L'objectif était d'identifier les indicateurs ou leur combinaison la plus susceptible d'approcher des profils de présence dans les bâtiments, et de définir une méthode d'analyse applicable par la suite.

Lors de cette phase exploratoire, la majorité des 180 IRIS sélectionnés ont été analysés. Cette étape a permis d'évaluer plus précisément la pertinence des zones retenues et d'en exclure un nombre significatif. L'examen des profils de fréquentation a notamment mis en évidence des anomalies révélant des erreurs de catégorisation ou de ciblage qui n'avaient pas été détectées lors des premières vérifications manuelles.

À titre d'exemple, un IRIS identifié par des sources documentaires comme quartier d'affaires présentait une fréquentation particulièrement élevée entre 4h et 7h du matin. Cette anomalie s'est révélée liée à la présence du terminal de l'aéroport de Nice dans le périmètre de l'IRIS, initialement pressenti pour l'étude des bureaux. Un autre cas illustre l'ambiguïté liée à la notion d'activité selon l'objectif poursuivi. Parmi les 34 IRIS universitaires, celui présentant les volumes de fréquentation les plus élevés correspondait à la Cité universitaire de Paris. Bien qu'associé à une activité universitaire dans OSM, ce périmètre est majoritairement composé de résidences étudiantes et ne comprend vraisemblablement pas de locaux d'enseignement.

A l'issue de cette phase exploratoire, l'analyse détaillée de la fréquentation a été conduite sur 54 IRIS, répartis en sept cas d'étude considérés indépendamment. Les cas les plus pertinents sont présentés dans les paragraphes suivants, tandis que les résultats obtenus pour les autres cas sont reproduits en annexe. Les IRIS étudiés ont été répartis de la manière suivante :

- Un IRIS résidentiel isolé à Noisy-Le-Grand
- Un IRIS de bureaux isolé à Paris
- Un IRIS administratif contenant seulement la Préfecture du Nord
- 7 IRIS résidentiels de Noisy-Le-Grand analysés conjointement
- 22 IRIS de CHU analysés conjointement
- 14 IRIS de campus universitaires analysés conjointement
- 8 IRIS de zones commerciales analysés conjointement

Pour l'ensemble des analyses présentées ci-dessous, il convient de garder à l'esprit le principe de construction des indicateurs Flux Vision. La donnée brute mesurée repose sur l'association d'un évènement réalisé par un téléphone portable, connecté au réseau mobile Orange, à l'une des antennes du réseau. La localisation du téléphone est inférée à partir de caractéristiques qui sont propres à l'antenne : une localisation géographique, une orientation et des paramètres radio. La localisation d'un téléphone étant donc réalisée sur la zone de couverture d'une antenne, par construction les zones de localisation ne peuvent pas coïncider avec les périmètres spatiaux d'analyse retenus, notamment les mailles IRIS. Les indicateurs Flux Vision sont projetés a posteriori sur la maille IRIS à l'issue d'un traitement statistique visant à répartir les évènements observés dans l'espace. L'incertitude associée à cette projection dépend fortement du contexte local de chaque zone étudiée. Elle est notamment fonction de la densité et de la proximité des infrastructures du réseau Orange, de l'orientation des cellules radio, ainsi que de la présence d'obstacles naturels ou artificiels (relief, bâti, infrastructures de transport) susceptibles d'influencer la propagation des ondes radio-mobiles.

### 5.3.2. Choix méthodologiques pour l'analyse des profils de fréquentation

Deux indicateurs ont été retenus pour l'analyse : la présence totale estimée sur la zone et la proportion de personnes considérées comme immobiles. Le volume de personnes immobiles finalement utilisé est obtenu en appliquant ce ratio à la présence totale. Il est apparu comme la meilleure approximation de la fréquentation des bâtiments qu'il était possible d'extraire des données téléphoniques et cartographiques disponibles. Comme détaillé plus bas, le nombre de personnes immobiles a été recalculé par soucis de cohérence entre les indicateurs de mobilité et la présence totale estimée.

Les indicateurs de mobilité et de présence étant calculés indépendamment dans Flux Vision, leurs sommes ne sont pas automatiquement cohérentes. Cette propriété est illustrée en Figure 21 où la présence totale estimée (trait noir) est significativement inférieure à la somme des indicateurs de mobilités représentés de manière cumulative (aires colorées). C'est pourquoi l'analyse s'est appuyée sur le ratio de personnes immobiles par rapport à celles en déplacement, plutôt qu'au nombre absolu fourni initialement.

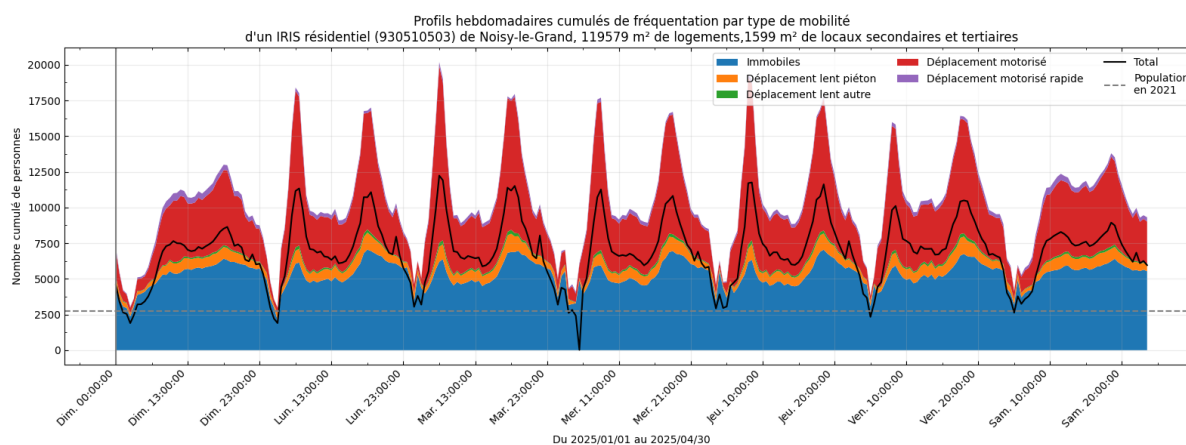


Figure 21. Comparaison de la présence totale avec le cumul des indicateurs de mobilité dans un IRIS résidentiel entre le 01/01/2025 et le 30/04/2025.

Lorsque la fréquentation est analysée simultanément sur plusieurs IRIS, une normalisation des profils est proposée en fonction du type de zone étudié afin de les rendre comparables. Les grandeurs de normalisation incluent la population recensée par l'INSEE en 2021, la surface de logements ou de locaux tertiaires issue des Fichiers Fonciers et la surface de plancher. Cette dernière est évaluée pour chaque bâtiment en divisant par trois le volume du bâtiment afin de rendre compte du nombre d'étage. L'emprise au sol et la hauteur des bâtiments utilisées pour définir le volume sont obtenus à partir des informations de la BDNB qui préviennent essentiellement de la BDTOPO sur ce point. Si les Fichiers Fonciers constituent une source relativement fiable pour les surfaces de logements et de locaux commerciaux, ils excluent par construction les bâtiments publics, d'où le recours à une surface de plancher estimée.

Lorsque les profils de fréquentation sont normalisés, la population et la surface de logements sont utilisées pour les IRIS résidentiels, la surface de plancher estimée pour les IRIS universitaires ou hospitaliers et la surface de locaux tertiaires pour les zones commerciales.

Les mêmes types de représentation ont été utilisés pour les différents cas d'étude. Les profils temporels des deux indicateurs de fréquentation considérés, disponibles à une granularité de trente minutes, ont été systématiquement moyennés afin de représenter une semaine type. Ce traitement permet de faire ressortir les tendances structurelles journalières et hebdomadaires de la fréquentation. La variabilité des données brutes implique effectivement une densité trop importante des tracés lorsque plus de quelques semaines sont représentées, ce qui impacte la lisibilité et l'interprétabilité des graphiques.

### 5.3.3. Un IRIS résidentiel comme cas test

Lors des analyses préliminaires il est rapidement apparu qu'il serait difficile d'isoler un unique type d'activité tertiaire dans les profils de fréquentation des IRIS sélectionnés. Bien que DEMETER s'intéresse exclusivement au tertiaire, c'est un IRIS résidentiel qui a été étudié le plus en détails. Il constituait en effet le cas le plus favorable pour évaluer la capacité de Flux Vision à caractériser l'occupation des bâtiments. Parmi les 16 IRIS sélectionnés à Noisy-Le-Grand, l'un d'entre eux présente un caractère quasi exclusivement résidentiel. D'après les Fichiers Fonciers, il ne comprend qu'environ 1% de locaux tertiaires, et ne comporte pratiquement aucune surface ou bâtiment public d'après les observations cartographiques. Dans ce contexte, les fréquentations estimées peuvent être interprétées comme correspondant essentiellement à des déplacements et présence en extérieur et à une unique catégorie d'activité des bâtiments, le logement.

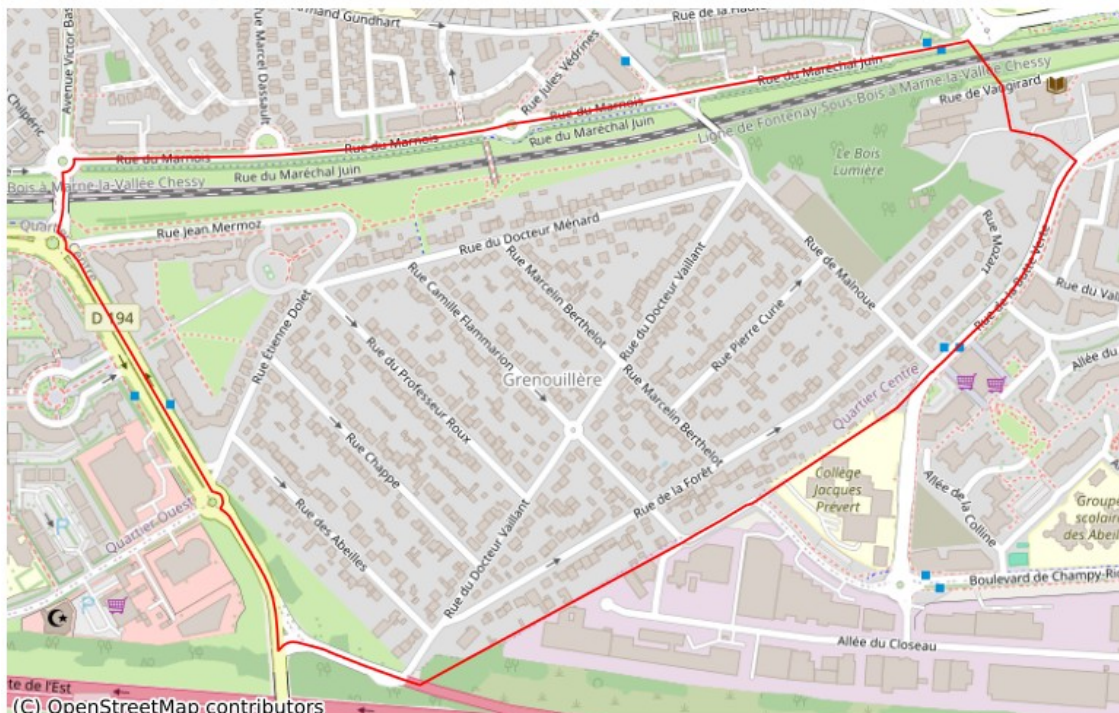


Figure 22. Contours de l'IRIS résidentiel 930510503 à Noisy-le-Grand.





Figure 23. Couverture antennaire de l'IRIS résidentiel 930510503 à Noisy-le-Grand.

L'IRIS 930510503 correspond au quartier Grenouillère de Noisy-Le-Grand. Il comporte environ 120 000 m<sup>2</sup> de logements et 1600 m<sup>2</sup> de locaux tertiaires d'après les Fichiers Fonciers. Il est situé entre un quartier résidentiel à l'Est, une zone d'activité tertiaire à l'Ouest, la ligne du RER A au Nord et l'Autoroute de l'Est au Sud. Ces axes majeurs de transport sont visibles en partie sur la carte de la zone en Figure 22. Le même périmètre est représenté en Figure 23 avec la couverture des antennes du réseau mobile Orange mobilisées pour le calcul des indicateurs Flux Vision sur l'IRIS. L'autoroute de l'Est et le RER A étant également couvertes, les volumes de personnes identifiées dans l'IRIS incluent donc une partie des individus en déplacement sur ces axes.

Les profils moyens de fréquentation sur une semaine type sont présentés en Figure 25. La présence totale estimée, en orange, apparaît nettement supérieure à la population de l'IRIS, indiquée par une ligne horizontale en pointillés gris. 2719 habitants ont été recensés en 2021, soit une valeur correspondant à environ la moitié, et ponctuellement moins, de la fréquentation estimée en journée. Cet écart s'explique en grande partie par la présence des deux axes de transport majeurs en bordure de l'IRIS. Des pics de fréquentation marqués sont ainsi observés aux heures de pointe principalement en semaine, en début de matinée et en fin d'après-midi.

Cette contribution liée aux déplacements est en grande partie absente de l'indicateur de personnes immobiles, représenté en bleu. Celui-ci ne présente pas de pics aux heures de pointe et se rapproche davantage de la population de l'IRIS. Il demeure néanmoins sensiblement supérieur à celle-ci, alors que, compte tenu du caractère quasi exclusivement résidentiel de la zone, aucune fréquentation significative par des personnes n'habitant pas la zone n'est attendue. Il est même probable que l'IRIS soit sous-fréquenté en journée en semaine, lorsque ses habitants se rendent vers d'autres quartiers pour travailler.

Cette observation, valable pour d'autres des cas étudiés, met en évidence l'une des principales limites de l'exploitation de Flux Vision pour l'étude de l'occupation des bâtiments. En l'état actuel des données et sous réserve d'améliorations méthodologiques du produit d'Orange, il n'est pas possible de réaliser des

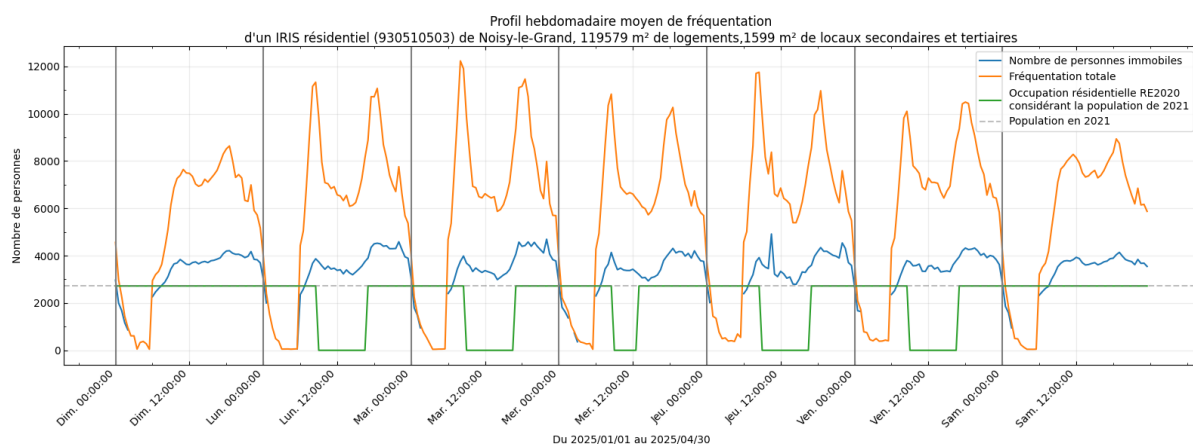


Figure 25. Profils moyens de fréquentation d'un IRIS résidentiel entre le 01/01/2025 et le 04/30/2025.

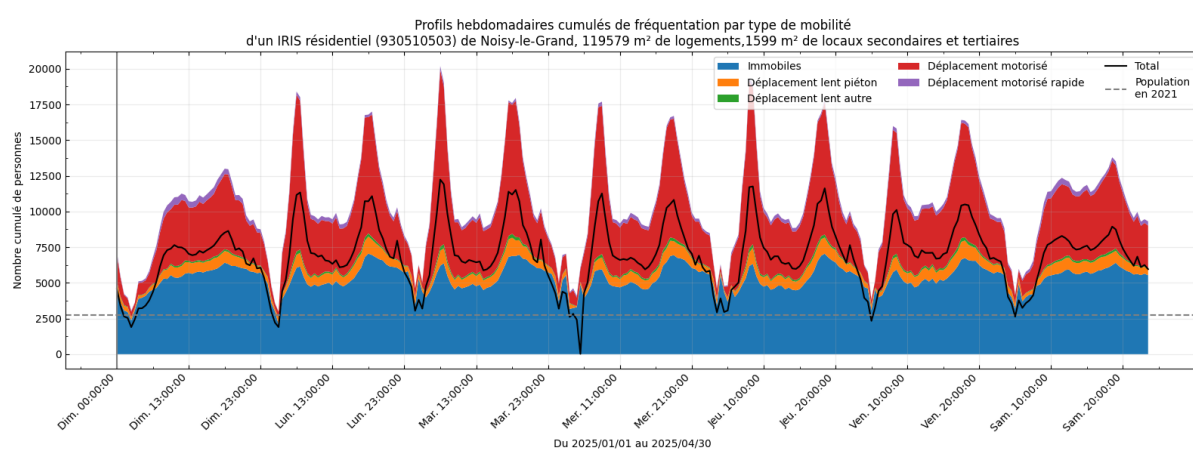


Figure 24. Profils hebdomadaires cumulés de fréquentation par type de mobilité sur un IRIS résidentiel entre le 01/01/2025 et le 04/30/2025.

analyses quantitatives. Il n'est donc pas possible, à ce stade, d'établir directement des scénarios d'occupation des bâtiments à partir de Flux Vision.

Les analyses qualitatives restent en revanche riches d'enseignement, notamment pour comparer ou confronter des scénarios produits par d'autres moyens. La Figure 25 met ainsi en regard les estimations de Flux Vision avec le scénario réglementaire de la RE2020 pour les maisons individuelles, représenté en vert. Celui-ci, normalisé de 0 à 1 dans la réglementation, a été pondéré par la population de l'IRIS.

Bien que le profil réglementaire puisse paraître schématique de prime abord, il reproduit correctement les dynamiques principales de l'indicateur de personnes immobiles. En particulier, en dehors du mercredi, les horaires de transition entre les régimes d'occupation correspondent bien aux variations importantes observées dans les données Flux Vision, suggérant un départ des habitants pour le travail vers 8h et un retour autour de 18h. Le weekend, le nombre de personnes immobiles apparaît majoritairement constant, en cohérence avec le profil réglementaire. La diminution marquée des indicateurs Flux Vision durant la période nocturne, entre minuit et 6h du matin, n'est pas interprétable comme une absence réelle de présence. Elle correspond à un artefact lié à la réduction d'activité des antennes de télécommunication discutée précédemment et à la déconnexion des téléphones mobiles. Les profils issus de Flux Vision illustrent néanmoins des variabilités significatives de l'occupation en journée qui contrastent avec le caractère strictement constant des scénarios réglementaires. Il conviendrait d'étudier d'une part l'effet de ces variations sur les consommations énergétiques et d'autre part de caractériser ces observations sur d'autres zones IRIS similaires.

La Figure 24 compare le cumul des indicateurs de mobilité (aires colorées) à la présence totale estimée sur l'IRIS (ligne noire). Cette comparaison met en évidence une incohérence marquée entre ces grandeurs, particulièrement visible sur cet IRIS. C'est pourquoi le nombre de personnes immobiles a été recalculé

pour les études de cas comme le produit de la présence totale par la proportion de personnes immobiles parmi les différences catégories de mobilité.

D'un point de vue relatif, ce dernier graphique reste néanmoins cohérent avec la situation de l'IRIS. Il met en évidence que les personnes décomptées dans la zone sont pour la majorité soit immobiles, vraisemblablement présentes dans des logements, soit en déplacement motorisé, principalement sur les deux axes majeurs de transport en bordure du périmètre étudié.

### 5.3.4. Tendances hebdomadaires dans les IRIS d'activité tertiaire

Plusieurs tendances des profils de fréquentation, absentes des IRIS résidentiels sont présentes pour la plupart des IRIS étudiés et caractérisés par une forte activité tertiaire, comme les campus universitaires ou les CHU.

Tout d'abord, le nombre de personnes immobiles atteint généralement son maximum en milieu de journée durant la semaine, comme illustré en Figure 26. Ce comportement contraste avec celui observé dans les IRIS résidentiels, pour lesquels cet indicateur atteint son minimum à la mi-journée. Cette différence est cohérente avec la densité d'activités professionnelles et de services dans ces différents types de quartier.

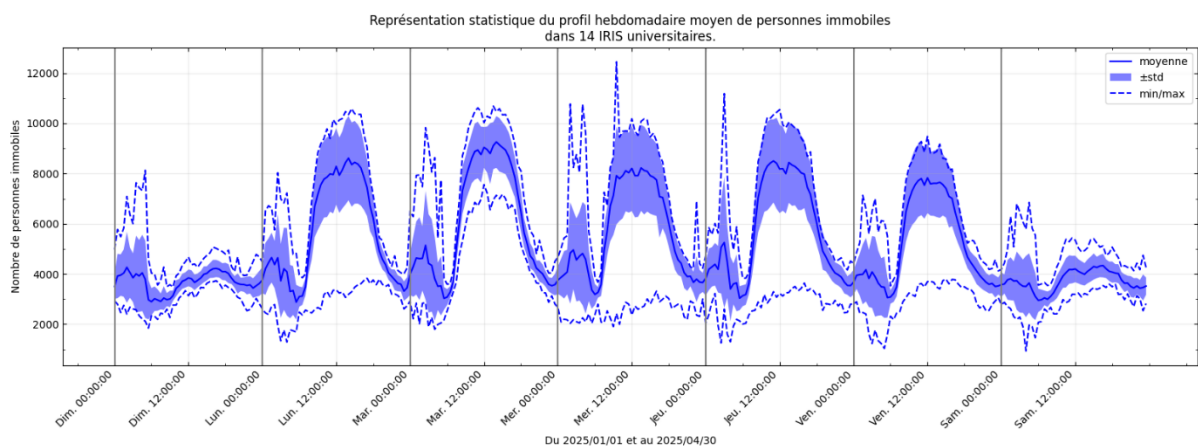


Figure 26. Moyenne et dispersion du profil de fréquentation de personnes immobiles de 14 IRIS universitaires. L'écart type est représenté en aire colorée autour de la moyenne, tracée en trait continu.

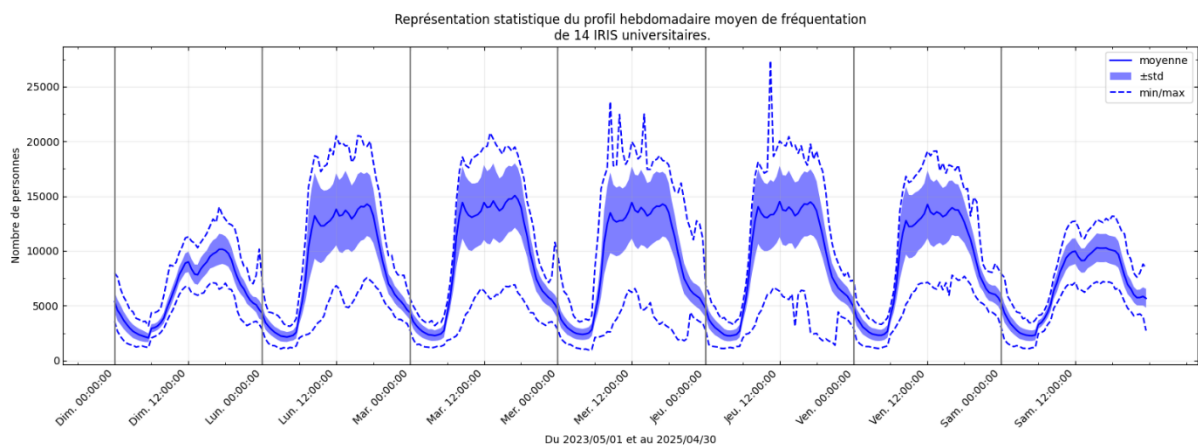


Figure 27. Moyenne et dispersion du profil de présence totale de 14 IRIS universitaires. L'écart type est représenté en aire colorée autour de la moyenne, tracée en trait continu.

La diminution de fréquentation le vendredi, pouvant être attendue en raison des départs en weekend ou d'un éventuel recours plus important au télétravail, n'est pas observée de manière systématique sur les IRIS étudiés. Si une légère baisse des moyennes est visible pour certains des profils étudiés, elle demeure peu significative au regard de la variabilité statistique. De plus, la nature des activités étudiées doit être prise en compte : les secteurs de l'enseignement, des soins ou du commerce sont vraisemblablement moins concernés par ces pratiques que ne le sont les quartiers majoritairement composés bureaux.

Le profil de la présence totale dans 14 IRIS universitaires, représenté en Figure 28, met en évidence d'autres caractéristiques intéressantes durant la journée, observées également, à des degrés variables, dans d'autres zones d'activité tertiaire. Quatre augmentations ponctuelles de fréquentation apparaissent de manière récurrente et coïncident avec les heures de pointe et les horaires usuels de la pause déjeuner, comme l'indique le tracé en trait bleu continu en Figure 27. Ces variations sont compatibles avec la densité d'offre de transport et de restauration à proximité des campus. Elles traduisent vraisemblablement une concentration temporaire de personnes sur ces zones lors des déplacements domicile-travail et au moment des pauses déjeuner.

Enfin, pour l'ensemble des IRIS d'activité tertiaire étudiées, la fréquentation est globalement et significativement plus faible le weekend qu'en semaine, à l'exception des zones commerciales. Ces dernières présentent des profils stables du lundi au samedi, le dimanche se distinguant par une fréquentation nettement plus faible, conformément aux usages attendus. Ces changements de régime de fréquentation, bien que n'étant pas surprenants, illustrent la capacité de Flux Vision à objectiver de telles tendances à l'échelle d'un quartier.

### 5.3.5. Variations saisonnières de la fréquentation

Au-delà des variations hebdomadaires et infra-journalières discutées précédemment, Flux Vision permet également de mettre en évidence des tendances saisonnières. Ces analyses offrent la possibilité de comparer et confronter des scénarios d'occupation avec des variations de fréquentation identifiées comme significatives.

Parmi les cas d'étude de DEMETER, les IRIS universitaires présentent les variations saisonnières les plus marquées. La Figure 28 représente la présence totale, normalisée par la surface de plancher estimée et moyennée sur 14 IRIS universitaires, pour chaque mois calendaire. Les mois correspondant aux congés estivaux apparaissent comme les moins fréquentés, avec une baisse particulièrement marquée en août. A l'inverse, le maximum de présence est observé à l'automne, période qui coïncide avec la rentrée universitaire et avec peu d'activités extérieures au campus, tels que les stages en entreprises. La variation observée est significative, avec une fréquentation estimée par Flux Vision qui double pratiquement entre août et septembre.

A titre de comparaison, le scénario proposé par la RE2020 pour les salles de classe universitaires applique un coefficient d'occupation réduit (0.5) aux mois de juillet et août et un coefficient de 1 pour la majeure

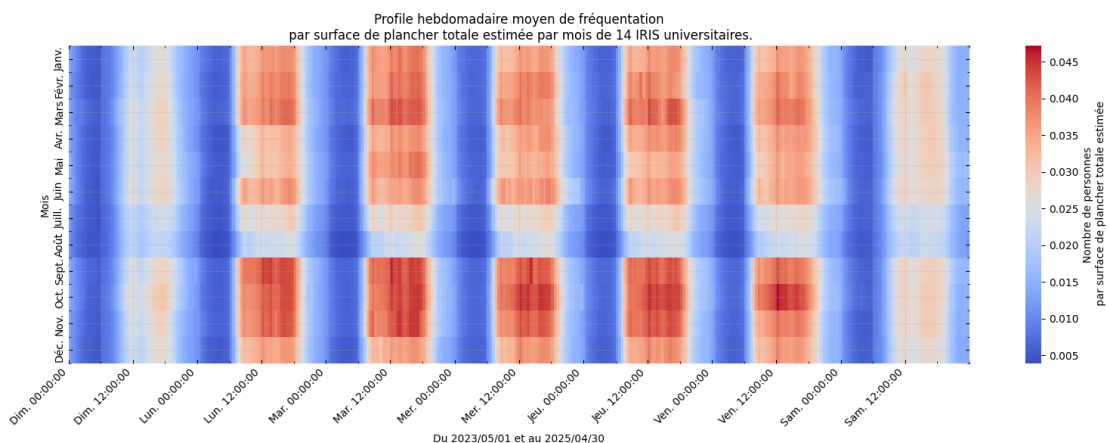


Figure 28. Profil hebdomadaire de présence totale par mois calendaire dans 14 IRIS universitaires. Les valeurs sont normalisées par surface de plancher estimée dans chaque IRIS.

partie du reste de l'année. Cette hypothèse apparaît cohérente avec la variation observée entre l'été et l'automne par l'analyse des données Flux Vision.

Les tendances mensuelles sont en revanche nettement moins marquées pour les autres cas d'études, y compris pour les zones résidentielles. Seule une baisse de fréquentation au mois d'août apparaît de manière claire pour l'ensemble des IRIS considérés. Elle peut être le reflet d'une dispersion de la population en dehors des zones urbaines denses, à l'instar de celles étudiées, durant les congés d'été.

Flux Vision permet également de révéler des variations saisonnières plus ponctuelles, susceptibles d'avoir un impact significatif sur l'occupation de certains bâtiments tertiaires. A titre d'illustration, Figure 29 met en évidence une fréquentation accrue des zones commerciales durant la période des fêtes de fin d'année, de novembre à janvier, principalement le samedi. Les dimanches apparaissent également plus fréquentés en décembre que le reste de l'année. Ces observations sont compatibles avec une intensification des activités commerciales liées aux achats de fin d'année, qui se manifeste aussi par l'ouverture exceptionnelle de certains commerces le dimanche.

Avant de mobiliser ce type d'observation pour les confronter à des scénarios d'occupation de bâtiments, un recroisement avec d'autres sources est toutefois indispensable. Les données étant disponibles à l'échelle de l'IRIS, elles sont susceptibles d'intégrer des événements ponctuels sans lien direct avec l'activité hébergée par les bâtiments. A titre d'exemple, la Figure 30 met en évidence une surfréquentation marquée de l'IRIS contenant la préfecture du Nord pendant les samedis de septembre. Bien que cet IRIS ne comporte pratiquement aucun autre bâtiment, cette anomalie est très probablement causée par la manifestation du 7 septembre 2024, qui aurait rassemblé entre 3500 et 5000 personnes devant la préfecture selon la presse locale.

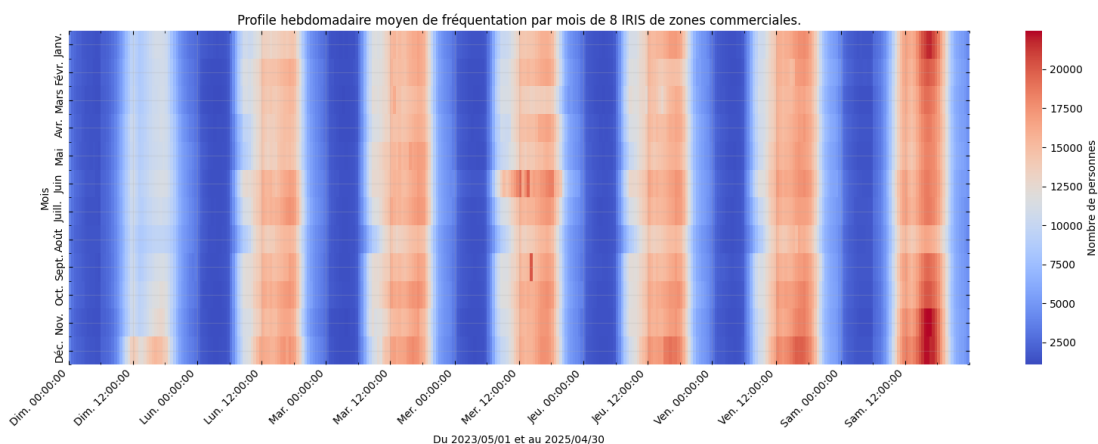


Figure 29. Profil hebdomadaire de présence totale par mois calendaire dans 8 IRIS de zones commerciales.

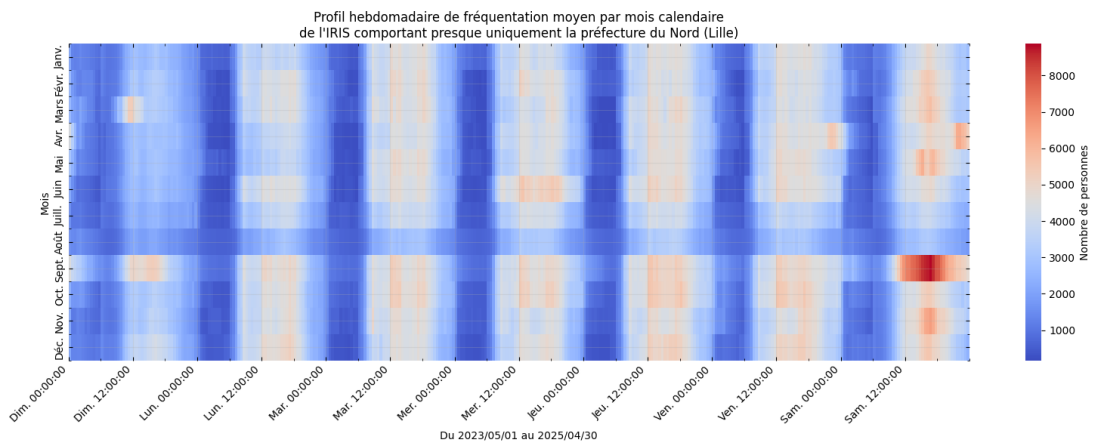


Figure 30. Profil hebdomadaire de présence totale par mois calendaire de l'IRIS comportant presque uniquement la préfecture du Nord, à Lille.

Flux Vision apparaît ainsi comme une source de données pertinente pour révéler de possibles variations significatives d'occupation. En revanche, elles ne permettent pas, à elles seules, d'en caractériser précisément les causes. Elles constituent en ce sens un outil d'aide à l'analyse, permettant de signaler des variations fines, parfois négligées ou considérées comme secondaires lors de l'établissement de scénarios d'occupation.

## 5.4. Pertinence des observations qualitatives et limites de l'exploitation quantitative

Comme illustré précédemment, les données Flux Vision permettent, à ce stade, des analyses essentiellement qualitatives. Elles peuvent être mobilisées pour apprécier la cohérence globale de scénarios d'occupation de bâtiments établis par d'autres moyens. En tant qu'outil de détection de signaux, elles offrent également la possibilité d'identifier des tendances temporelles ou saisonnières susceptibles d'être non-déTECTABLES ou négligées par d'autres approches.

Plusieurs pistes d'exploitation restent ouvertes, notamment le recours à des segmentations plus fines des données de fréquentation. Flux Vision permet en effet d'identifier des variables pouvant influencer significativement l'occupation des bâtiments. En fonction des activités présentes dans les IRIS étudiés il serait par exemple pertinent d'étudier les variations associées aux conditions météorologiques (journée pluvieuse, froide ou caniculaire), aux calendriers scolaires et universitaires, ou encore aux perturbations des transports liées à des mouvements sociaux.

Ce type de segmentation pourrait également contribuer à améliorer l'interprétation quantitative des indicateurs. Les données météorologiques permettraient notamment de mieux distinguer les contributions liées aux espaces extérieurs. A titre d'illustration, un campus comporte généralement de larges espaces verts susceptibles d'être occupés par des personnes identifiées comme immobile par Flux Vision lorsque les conditions météorologiques sont favorables. Cibler les journées pluvieuses ou froides permettrait alors d'éliminer ces contributions.

Le découpage spatial à l'échelle des IRIS constitue par ailleurs un levier d'analyse intéressant. Cette maille, conçue pour les analyses statistiques de l'INSEE, permet un croisement direct avec de nombreux indicateurs socio-économiques. L'exploitation conjointe de ces données pourrait contribuer à révéler d'autres tendances ou variables clefs de l'occupation des bâtiments.

A ce stade, une exploitation quantitative des données Flux Vision à l'échelle du bâtiment demeure hors de portée et nécessite de lever plusieurs barrières techniques. La première d'entre elles concerne l'amélioration de la catégorisation d'activité des bâtiments, indispensable à toute tentative de désagrégation spatiale des indicateurs depuis l'échelle des IRIS. Cette problématique est d'autant plus centrale que les nouveaux indicateurs développés à l'échelle 150 mètres reposent sur des projections liées à la classification des activités des bâtiments.

Une catégorisation exhaustive et fiable des bâtiments présents dans un IRIS, en particulier lorsque ses contours sont proches des couvertures antennaires, ouvrirait la possibilité de comparer les données de fréquentation à différents scénarios d'occupation pondérés par les surfaces associées à chaque activité. A plus long terme, et sur un nombre important d'IRIS, une telle amélioration pourrait permettre d'explorer des approches plus avancées, fondées sur l'analyse simultanée de séries temporelles multiples afin d'isoler des contributions associées à des activités spécifiques. Ces pistes relèvent toutefois de la recherche et il n'est pas garanti qu'elles puissent aboutir à des résultats exploitables.

Les développements en cours et à venir de Flux Vision visent notamment à améliorer la précision géographique des indicateurs. L'utilisation de découpages spatiaux alternatifs à la maille IRIS, par exemple en considérant les antennes individuellement, pourrait significativement fiabiliser les valeurs absolues des données calculées. A terme, il est possible que des analyses quantitatives puissent être réalisées sur les périmètres compatibles avec ces nouvelles méthodes.

Pour l'étude de l'occupation des bâtiments, les données Flux Vision n'apportent pas, en l'état, d'avantage significatif par rapport aux approches par enquête. Ces dernières caractérisent en effet de nombreux paramètres au-delà de la seule présence dans les espaces intérieurs : besoins en eau chaude sanitaire, périodes d'activité, températures de consigne, etc. En revanche Flux Vision se révèle particulièrement

utile pour l'analyse qualitative de la variabilité de la fréquentation et pour l'identification de facteurs influents.

En ce sens, les perspectives offertes par Flux Vision relèvent aujourd'hui davantage d'un cadre de recherche que d'un outil de production opérationnelle de scénarios d'occupation. Son utilisation apparaît pertinente en appui d'études reposant sur d'autres approches. Enfin, les évolutions rapides de la technologie Flux Vision peuvent conduire à de nouvelles opportunités pour l'étude de l'occupation des bâtiments dans les années à venir.

## 6. Résumé : un enjeu fort et des leviers à activer

### 6.1. Une vue d'ensemble du parc tertiaire à affiner à l'échelle du bâtiment

Le secteur tertiaire se caractérise par une très grande hétérogénéité, tant du point de vue des activités qu'il recouvre que des bâtiments qui les accueillent. Le terme « tertiaire » est fréquemment utilisé pour désigner de manière implicite les catégories considérées comme majoritaires ou les plus communément associées à ce secteur : les bureaux et les commerces. Selon les contextes d'étude, cet ensemble est parfois élargi pour inclure d'autres domaines ciblés plus spécifiquement, comme l'enseignement, la santé, le sport ou la culture. Toutefois, au sens strict, le tertiaire regroupe l'ensemble des activités qui ne relèvent ni de l'industrie, ni du résidentiel, ni de l'agriculture. Il inclut ainsi des activités variées, parfois éloignées de la représentation habituelle du secteur, comme les zoos, les opéras, les tribunaux, les aéroports, les centres de données ou les établissements pénitentiaires. Les très nombreuses catégories (65) et sous-catégories (491) d'activité retenues par le dispositif éco-énergie tertiaire en constituent l'illustration la plus parlante.

Cette diversité structurelle s'accompagne d'un flou persistant dans la définition et le regroupement des activités tertiaires, qui constitue un enjeu méthodologique majeur pour toute étude portant sur l'ensemble ou sur une large partie du secteur. De telles analyses reposent nécessairement sur des regroupements d'activités en domaines principaux, afin de pouvoir présenter des résultats synthétiques. Or, aucun découpage ne semble pertinent pour l'ensemble des objectifs poursuivis : un regroupement adapté à une analyse économique ou réglementaire peut s'avérer inadapté pour une étude technique portant sur les caractéristiques du bâti ou les leviers de rénovation. A titre d'illustration, une enquête ciblée sur la rénovation énergétique des bâtiments de bureaux pourrait concerner des activités relevant d'une dizaine des vingt sections de la Nomenclature d'Activités Françaises (NAF) proposée par l'INSEE.

Cette difficulté de classification contribue à la fragmentation de la connaissance du secteur tertiaire, qui demeure inégale et largement insuffisante. Les données disponibles sur les activités et bâtiments tertiaires sont en effet dispersées entre de nombreuses sources, hétérogènes dans leurs définitions et leurs périmètres, et rarement conçues pour être consolidées à des fins d'analyse transversale. La pluralité des activités tertiaires complique ainsi les efforts de collecte, de structuration et d'harmonisation des informations nécessaires à une compréhension globale du secteur.

Cette lacune est particulièrement marquée pour la connaissance du parc français de bâtiments tertiaires, qui demeure aujourd'hui largement incomplète et hétérogène. Or, une connaissance fine des caractéristiques des constructions qui composent ce parc est indispensable pour piloter la transition environnementale du secteur. Les consommations énergétiques et les émissions de gaz à effet de serre (GES) associées au tertiaire proviennent en grande partie du bâti et de ses modes d'occupation, les activités tertiaires reposant peu sur des procédés industriels spécifiques par rapport aux autres secteurs économiques. En l'absence d'un socle de connaissance suffisamment robuste, la mesure et le pilotage de la décarbonation du secteur sont limités par des incertitudes conséquentes. Ces données sont notamment indispensables pour quantifier des gisements de réduction des émissions et la priorisation des efforts à l'échelle nationale.

L'insuffisance de connaissance du parc tertiaire se manifeste en premier lieu par l'absence d'un inventaire national fiable et exhaustif apte à classer les types d'activité par surface de locaux, par émissions de GES ou par consommations énergétiques. La seule vision d'ensemble actuellement disponible relève davantage de l'estimation que d'un inventaire issu de sources exhaustives. Il s'agit de l'estimation des surfaces chauffées du secteur tertiaire sur la période 1990-2023 produite par le centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie (Ceren) à partir de données de consommations énergétiques, de redressements statistiques et d'enquêtes de terrain.

Cette difficulté d'inventorier le parc tertiaire se décline à différentes échelles spatiales. Aucun outil ne permet aujourd'hui d'associer de manière suffisamment fiable et exhaustive les bâtiments du territoire national aux activités qu'ils hébergent. L'établissement d'un inventaire par type d'activité à l'échelle d'une région, d'une commune ou d'un quartier nécessite ainsi le recours à des enquêtes spécifiques ou à des sources complémentaires, souvent difficiles à mobiliser.



Enfin, le déficit de connaissance concerne également l'échelle du bâtiment lui-même. Les caractéristiques techniques des constructions du tertiaire sont fréquemment méconnues, qu'il s'agisse des principes constructifs, des systèmes énergétiques ou des besoins de rénovation. Cette situation s'explique en grande partie par le fait que les acteurs du tertiaire disposent rarement d'un intérêt direct à conserver ou structurer ces informations en dehors des besoins de maintenance ou d'obligations réglementaires. La connaissance du bâti se trouve ainsi dispersée entre concepteurs, bailleurs, gestionnaires et occupants et tend à se dégrader au fil du temps, notamment lors des changements de propriétaires.

## 6.2. Etudier le parc tertiaire, un enjeu de définitions et de ciblage

Afin de limiter les difficultés inhérentes à la diversité du secteur tertiaire et à la fragmentation des connaissances associées, il est recommandé de préciser un ensemble d'éléments structurants dès la conception d'une étude ou d'une enquête portant sur ce périmètre.

En premier lieu, le ciblage des domaines d'activités doit être explicitement défini. L'usage du terme « tertiaire » sans précision préalable expose en effet à des interprétations implicites variables, susceptibles d'introduire des ambiguïtés pouvant impacter l'organisation, la méthodologie et l'exploitation des résultats d'une étude. Une définition claire des domaines concernés permet de lever ce flou et de sécuriser le périmètre d'analyse.

Une fois les domaines identifiés, il est nécessaire de préciser les activités effectivement couvertes. A titre d'exemple, une étude portant sur l'enseignement ne concerne pas le même périmètre selon qu'elle vise l'accompagnement des communes, responsables des écoles maternelles et primaires, ou celui des régions, en charge des lycées. Le recours à la nomenclature d'activités françaises (NAF) de l'INSEE semble la plus pertinente à ce titre. Les codes NAF constituent un référentiel largement utilisé par de nombreuses sources, statistiques et administratives, et permet d'explicitier les activités ciblées. Les segmentations du secteur proposées par le Cerema, et vraisemblablement mobilisées par le Ceren dans son estimation de surfaces chauffées du tertiaire, reposent notamment sur cette nomenclature, ainsi que le dispositif éco-énergie tertiaire.

Dans le contexte spécifique des enjeux liés aux bâtiments, un second choix structurant concerne l'échelle d'analyse retenue. Selon les objectifs poursuivis, l'étude peut se placer à l'échelle d'un site (regroupant plusieurs bâtiments), d'un bâtiment individuel ou d'un local au sein d'un bâtiment. Le cas des bureaux illustre bien cet enjeu : une analyse portant sur les techniques constructives privilégiera l'échelle du bâtiment, tandis qu'une étude des consommations énergétiques pourra nécessiter de prendre en compte des locaux relevant de la mixité de fonctions. Ce choix conditionne directement la sélection des sources mobilisables, la nature des données accessibles et les méthodologies applicables.

Une fois ces éléments définis, il est fortement recommandé d'identifier en amont de l'étude les données disponibles, les sources d'information mobilisables et les interlocuteurs pertinents, en cohérence avec les activités et l'échelle retenues. Ce travail préparatoire permet d'évaluer la faisabilité de l'étude, l'ampleur des efforts nécessaires et les éventuels risques associés. Il constitue également une opportunité pour identifier des partenaires à associer dès la phase de conception. A titre d'illustration, une étude portant sur les bâtiments des lycées pourrait s'appuyer sur des archives régionales permettant de documenter les principes constructifs dominants ; dans ce cas, un rapprochement précoce avec des interlocuteurs de l'administration de la région faciliterait vraisemblablement l'accès aux données et la conduite d'enquêtes de terrain.

Compte tenu du caractère lacunaire et hétérogène de la connaissance du parc tertiaire, cette étape d'évaluation préalable de la disponibilité des données est indispensable. Elle permet d'éviter des écueils liés à des hypothèses implicites sur l'accessibilité de l'information, parfois construites par analogie avec des secteurs mieux documentés, comme le résidentiel.

En synthèse, la conception d'une étude portant sur le parc de bâtiments tertiaires requiert une explicitation rigoureuse du périmètre analysé, tant en termes d'activités que d'échelle spatiale, ainsi qu'une évaluation réaliste des ressources informationnelles et partenariales mobilisables.

### 6.3. Apports de DEMETER : données inédites ET preuves de concept méthodologiques

Le projet DEMETER a permis d'établir progressivement un inventaire des bases de données accessibles librement et contenant des informations à l'échelle bâtiment, voire infra-bâtiment, sur le périmètre national. Cette vue d'ensemble met en évidence le caractère inégal, fragmenté et fortement dépendant des domaines d'activité de la connaissance disponible sur le bâti tertiaire. Parmi les sources identifiées, celles issues des administrations publiques – en particulier lorsqu'elles reposent sur des obligations déclaratives – ainsi que les bases participatives telles qu'OpenStreetMap (OSM) apparaissent comme les plus prometteuses, et doivent être mobilisées en priorité.

En complément, une campagne de collecte de données a été menée auprès d'acteurs du tertiaire afin d'obtenir des informations sur les bâtiments qu'ils occupent ou qu'ils gèrent. L'absence de résultats exploitables a toutefois mis en évidence une difficulté centrale : même au sein du réseau de l'OID, particulièrement pertinent sur ces questions et interrogé spécifiquement, la connaissance des bâtiments par leurs acteurs est très variable et le plus souvent insuffisante au regard des besoins de la transition environnementale. A ce stade, les efforts de structuration de l'information induits par le dispositif éco-énergie tertiaire (DEET) apparaissent encore limités, tant en termes de couverture que de fiabilité des données mobilisables à des fins d'analyse.

Face à ces constats, une troisième voie d'accès à l'information a été explorée à travers un travail documentaire approfondi. Les approches reposant sur des bases de données existantes et sur une collecte directe s'étant révélées insuffisantes, DEMETER a mobilisé des sources bibliographiques et d'archives. Par une analyse croisée des évolutions des mouvements architecturaux, des techniques constructives et des réglementations nationales, Arcora a pu segmenter le parc de bureaux en une vingtaine de typologies constructives principales. Des sources complémentaires ont permis de préciser les caractéristiques physiques associées à ces typologies, ainsi que certaines contraintes techniques susceptibles de limiter les possibilités de rénovation. Enfin, la base R4RE de l'OID a permis de fournir des informations quant à la répartition de certaines caractéristiques physiques du parc, principalement de bureaux (ratio de surface vitrée, type de façade, etc.).

Cette approche a permis de dresser une première vue d'ensemble des caractéristiques physiques du parc de bureaux dans leur état initial. Elle constitue étape préalable nécessaire à l'identification et à la quantification des gisements de décarbonation. Néanmoins, une connaissance de l'évolution effective du bâti – rénovations, transformations, extensions – demeure indispensable pour évaluer les besoins actuels du parc. La méthodologie développée est toutefois transférable à d'autres activités tertiaires, en particulier au bâti public, pour lequel les archives non confidentielles constituent une source d'information pertinente. A ce titre, les domaines de l'enseignement primaire et secondaire sont de bons candidats pour poursuivre cette approche de segmentation typologique.

Par ailleurs, DEMETER a permis, grâce au travail d'Efficacity, de développer des méthodologies visant à fiabiliser la simulation énergétique dynamique (SED) des bâtiments, dans la perspective de produire, à terme, des modèles énergétiques types de différentes activités tertiaires afin de simuler un large parc à moindre coût. Ces développements méthodologiques feront l'objet d'une publication scientifique dédiée.

Une méthode d'analyse de sensibilité a tout d'abord été élaborée afin de réduire les ressources computationnelles nécessaires et de caractériser l'influence des paramètres d'entrée. Elle permet d'identifier les éléments du bâtiment à documenter en priorité selon le contexte étudié. En complément, une approche bayésienne a été développée pour estimer les distributions de probabilité des paramètres d'entrée à partir de données réelles de consommation. En s'appuyant sur les compteurs communicants d'énergie et sur les informations disponibles dans la Base de Données Nationale du Bâtiment (BDNB), cette méthode ouvre la voie à une caractérisation partielle de l'état actuel du parc tertiaire sans recourir à de vastes campagnes d'enquête.

Enfin, DEMETER a exploré de nouvelles pistes pour caractériser les profils d'occupation des bâtiments tertiaires à partir de données de fréquentation issues de la téléphonie mobile. Le produit Flux Vision développé par Orange permet d'estimer, à l'échelle des IRIS, les volumes de personnes présentes, segmentés selon différents critères, à partir des événements mesurés par le réseau de télécommunications. Plusieurs dizaines d'IRIS représentant des quartiers résidentiels, des campus

universitaires, des centres hospitaliers ou des zones commerciales ont ainsi été sélectionnées et étudiées par le CSTB à partir des données fournies et détaillées par Orange.

Les résultats montrent qu'il n'est pas possible, à ce stade, de produire directement des scénarios d'occupation des bâtiments par désagrégation spatiale des séries temporelles de fréquentation jusqu'à l'échelle du bâtiment. Cette conclusion pourra toutefois être réévaluée au regard des évolutions attendues de la technologie Flux Vision, notamment la mise à disposition d'indicateurs à une maille spatiale plus fine, de l'ordre de 150 mètres, prévue à moyen terme.

Cela étant, les données issues de la téléphonie mobile présentent un intérêt marqué pour l'identification de variables influentes de l'occupation des bâtiments et pour la mise en évidence de tendances susceptibles de ne pas être incluses dans des scénarios établis par d'autres moyens. Elles constituent ainsi un outil pertinent pour confronter et enrichir des profils d'occupation existants, ainsi que pour analyser la variabilité de la fréquentation en fonction de critères tels que les conditions météorologiques, les calendriers scolaires et universitaires ou encore certains indicateurs socio-économiques disponibles à la maille IRIS.

Le volume limité de données effectivement exploitables dans DEMETER n'a pas permis de conduire des travaux de production à l'échelle du parc sur les différents axes du projet. Les efforts se sont donc concentrés sur le développement de méthodologies et de preuves de concept, conçues pour être étendues et appliquées lorsque des jeux de données plus complets seront disponibles. En parallèle, le projet a permis d'identifier plusieurs axes prioritaires d'amélioration de la connaissance du parc tertiaire, qui constituent autant de perspectives pour de futurs travaux.

## **6.4. Les leviers d'amélioration de la connaissance du parc tertiaire : voies réglementaires, approches collaboratives, bibliographiques et techniques**

L'exploration de la connaissance du parc tertiaire menée dans le cadre du projet DEMETER met en évidence plusieurs lacunes structurantes et permet d'identifier des axes prioritaires d'amélioration pour renforcer les capacités d'analyse et de pilotage de la transition environnementale du secteur.

En premier lieu, la production d'un inventaire national exhaustif et fiable du parc tertiaire apparaît comme un enjeu central. Les analyses actuelles reposent majoritairement sur des estimations globales des surfaces chauffées associées à des activités regroupées en domaines larges, sans possibilité d'adapter finement les classifications aux objectifs spécifiques des études menées. Le développement d'un inventaire reposant sur une granularité de classification modulable permettrait à la fois d'améliorer significativement la qualité des analyses, de faciliter leur comparaison et de standardiser les résultats produits. Un tel travail pourrait s'appuyer sur les productions statistiques de l'INSEE, sur les données issues de déclarations obligatoires des acteurs économiques ainsi que sur les Données Locales de l'Énergie. Néanmoins, une démarche par enquête resterait indispensable pour évaluer la fiabilité, la complétude et les biais éventuels d'un tel inventaire.

En second lieu, l'amélioration de la catégorisation d'activité des bâtiments, c'est-à-dire l'identification des fonctions effectivement hébergées par chaque construction, constitue un levier essentiel. Cette information est déterminante pour les études territoriales et pour l'identification de gisements de décarbonation spécifiques à des secteurs économiques. À court terme, l'exploitation et le croisement des bases ministérielles existantes et des données issues de projets participatifs, en particulier OpenStreetMap, apparaissent comme les pistes les plus prometteuses. À plus long terme, dépasser les limites de ces sources nécessitera vraisemblablement le recours à des approches plus avancées, notamment fondées sur des méthodes d'intelligence artificielle capables de produire de nouvelles informations à partir de données indirectes ou hétérogènes.

Par ailleurs, la connaissance des caractéristiques techniques des bâtiments tertiaires constitue un enjeu à part entière. Ces informations sont indispensables à la modélisation fine de trajectoires d'évolutions du parc et donc au pilotage des stratégies de transition environnementale. Il apparaît nécessaire de mieux caractériser le niveau de connaissance détenu par les acteurs du tertiaire, ainsi que leur capacité à structurer, conserver et mobiliser ces informations dans le temps. À ce titre, la constitution et la consolidation de fonds documentaires retraçant les évolutions des bâtiments — tels que les dossiers

techniques ou historiques de rénovation — représenteraient un apport majeur, bien que leur mobilisation soit rendue complexe par le caractère souvent confidentiel de ces données. Dans ce contexte, une approche pourrait constituer en la mise en place d'un dispositif similaire au carnet d'information du logement<sup>1</sup> ou s'inspirant d'initiatives européennes comme le passeport ALDREN de rénovation des bâtiments<sup>2</sup> et le Digital Building Logbook<sup>3</sup>.

Enfin, un levier plus directement activable concerne l'extension, la fiabilisation et la mise à disposition des bases administratives issues de déclarations obligatoires. Des dispositifs tels que la plateforme OPERAT ou l'Observatoire de la Performance Énergétique et Environnementale (OPEE) constituent des sources de premier plan pour améliorer la connaissance du parc tertiaire. Leur potentiel dépend toutefois de la qualité des données collectées, de la clarification de leurs usages possibles et de leur articulation avec d'autres sources existantes. Plutôt que faire l'objet d'une publication libre, juridiquement complexe, ces données pourraient être mise à disposition d'acteurs pertinents de la transition environnementale.

La Base de Données Nationale des Bâtiments (BDNB) constitue une infrastructure idéale pour l'application de ces différentes recommandations. En sa qualité d'agrégateur de bases de données, elle permet l'interopérabilité de bases nationales et de gérer leur diffusion de manière centralisée, en prenant en compte les droits d'accès spécifiques à chaque utilisateur. De plus, la BDNB s'enrichit progressivement de fonctionnalités avancées, pertinentes pour l'étude de trajectoires d'évolutions du parc national : classifications typologiques, couplage à des moteurs de calcul pour des simulations sur des périmètres larges, enrichissement de données par apprentissage statistiques et intelligence artificielle.

## 6.5. Un projet exploratoire qui propose des bases méthodologiques

Initialement conçu comme un projet visant à combler certaines des lacunes de connaissance du parc de bâtiments tertiaires, DEMETER s'est confronté directement aux enjeux structurants de ce champ d'étude, qui en limitent précisément l'analyse et la compréhension globale.

Les difficultés rencontrées au cours du projet ont conduit à plusieurs réorientations de ses objectifs, faisant évoluer DEMETER d'une démarche principalement orientée vers la production de données vers une approche plus exploratoire. Plusieurs axes méthodologiques d'accès, de qualification et de consolidation de l'information ont ainsi été développés, dans l'objectif d'amorcer les efforts structurants nécessaires au pilotage de la transition environnementale du bâti tertiaire.

Au-delà des résultats produits, ce projet constitue avant tout un retour d'expérience structurant sur les conditions nécessaires à une amélioration durable de la connaissance du parc tertiaire. À ce titre, DEMETER pose les bases méthodologiques et les repères nécessaires pour orienter de futurs travaux, en soulignant les conditions de faisabilité, les limites actuelles et les leviers prioritaires à activer pour progresser vers une connaissance opérationnelle du parc tertiaire. Le constat principal porte ainsi sur la complexité intrinsèque du secteur, parfois occultée par la multiplication de sources et d'études partielles qui, bien qu'inscrites dans ce périmètre, ne permettent pas d'en appréhender une vision globale et cohérente.

---

<sup>1</sup> Dispositif présenté sur [service-public.gouv.fr](https://www.service-public.gouv.fr), consulté le 26 février 2026.

<https://www.service-public.gouv.fr/particuliers/vosdroits/F36759>

<sup>2</sup> Mentionné par le site de la plateforme nZEB Ready, consulté le 26 février 2026.

<https://platform.nzebready.eu/initiative-output/brp-aldren-building-renovation-passport/>

<sup>3</sup> Présenté sur le site du portail européen Build Up, consulté le 2 mars 2026.

<https://build-up.ec.europa.eu/en/resources-and-tools/publications/unlocking-potential-digital-building-logbooks-climate-neutral>

# Index des tableaux et figures

## TABLEAUX

Tableau 1. Segmentation du parc de bureaux en typologies constructives suivant 6 périodes temporelles clés correspondant à des évolutions réglementaires et techniques.....	28
Tableau 2. Performances moyennes de la façade de la typologie 3A « Structure béton et façade en béton préfabriqué », caractéristique de la période 1975-1989.....	30
Tableau 3. Liste et description des paramètres d'entrée du logiciel Dimosim.....	42

## FIGURES

Figure 1. Processus de contractualisation SGE Tiers (ENEDIS).....	17
Figure 2. Page de déclaration de la plateforme de recrutement DEMETER.....	19
Figure 3. Répartition du niveau de connaissance pour chacun des répondants de l'enquête. Il était demandé d'indiquer un niveau de connaissance, de 0 à 2, pour 51 caractéristiques relatives au bâtiment. Pour 86% de ces champs, la Foncière 1 est par exemple capable de mobiliser sa connaissance.....	22
Figure 4. Niveau moyen de connaissance du parc tertiaire par catégorie d'information.....	23
Figure 5. Frise chronologique des principales évolutions réglementaires du secteur de la construction en France.....	27
Figure 6. Exemples de façades de la typologie 3A « Structure béton et façade en béton préfabriqué », caractéristique de la période 1975-1989.....	29
Figure 7. Répartition de la surface et du nombre de bâtiments de bureaux de la base R4RE par période de construction.....	32
Figure 8. Composition de la base R4RE en surface et nombre de bâtiments par catégorie d'usage.....	32
Figure 9. Répartition de différentes caractéristiques matérielles des bâtiments de bureaux de la base R4RE selon les périodes de construction.....	34
Figure 10. Répartition de différents types de vitrage de la base R4RE selon les périodes de construction.....	35
Figure 11. Analyse de sensibilité suivant la méthode RBD-FAST, dans le cas des consommations de gaz d'une salle de spectacle.....	43
Figure 12. Schéma explicatif de la méthode de Monte Carlo par chaîne de Markov.....	44
Figure 13 : Description de la méthode d'inférence bayésienne.....	45
Figure 14. Description des niveaux d'information utilisés pour la démonstration de la méthode d'inférence bayésienne.....	46
Figure 15. Résultats des analyses de sensibilité des paramètres suivant la méthode RBD-FAST sur les vecteurs gaz et électricité d'un établissement administratif.....	46
Figure 16. Résultats de la démonstration de la méthode d'inférence bayésienne suivant différents niveaux de connaissances a priori : non informée (en rouge), typologique (en jaune) et dans le cas d'un audit terrain (en gris).....	47
Figure 17. Résultats de la démonstration de l'inférence bayésienne sur deux paramètres avec une connaissance a priori en distribution de loi normale.....	47
Figure 18. Comparaison entre les consommations de gaz mesurées et les consommations de gaz estimées après utilisation de la méthode d'inférence bayésienne suivant les différents niveaux de connaissance a priori.....	48
Figure 19. Illustration du processus de redressement statistique des données de téléphonie mobile.....	51
Figure 20. Couverture antennaire (en vert) d'un IRIS (en traits pointillés) du XVème arrondissement de Paris.....	52
Figure 21. Comparaison de la présence totale avec le cumul des indicateurs de mobilité dans un IRIS résidentiel entre le 01/01/2025 et le 30/04/2025.....	55
Figure 22. Contours de l'IRIS résidentiel 930510503 à Noisy-le-Grand.....	56
Figure 23. Couverture antennaire de l'IRIS résidentiel 930510503 à Noisy-le-Grand.....	57
Figure 24. Profils hebdomadaires cumulés de fréquentation par type de mobilité sur un IRIS résidentiel entre le 01/01/2025 et le 04/30/2025.....	58
Figure 25. Profils moyens de fréquentation d'un IRIS résidentiel entre le 01/01/2025 et le 04/30/2025....	58

Figure 26. Moyenne et dispersion du profil de fréquentation de personnes immobiles de 14 IRIS universitaires. L'écart type est représenté en aire colorée autour de la moyenne, tracée en trait continu. ....	59
Figure 27. Moyenne et dispersion du profil de présence totale de 14 IRIS universitaires. L'écart type est représenté en aire colorée autour de la moyenne, tracée en trait continu. ....	59
Figure 28. Profil hebdomadaire de présence totale par mois calendaire dans 14 IRIS universitaires. Les valeurs sont normalisées par surface de plancher estimée dans chaque IRIS.....	60
Figure 29. Profil hebdomadaire de présence totale par mois calendaire dans 8 IRIS de zones commerciales. ....	61
Figure 30. Profil hebdomadaire de présence totale par mois calendaire de l'IRIS comportant presque uniquement la préfecture du Nord, à Lille.....	61

# Sigles et acronymes

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie  
BDNB : Base de Données Nationale des Bâtiments  
Ceren : Centre d'études et de recherches économiques sur l'énergie  
CEE : Certificat d'Economie d'Energie  
CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment  
CVC : Chauffage, Ventilation et Climatisation  
DEET : Dispositif Eco Energie Tertiaire  
DPE : Diagnostic de Performance Energétique  
ECS : Eau Chaude Sanitaire  
GRD : Gestionnaire de Réseau de Distribution  
INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques  
IRIS : Îlots Regroupés pour l'Information Statistique  
ITE : Isolation Thermique par l'Extérieur  
ITI : Isolation Thermique par l'Intérieur  
ITR : Isolation Thermique Répartie  
MCMC : Monte Carle par Chaîne de Markov  
MOB : Mur Ossature Bois  
NAF : Nomenclature d'Activités Françaises  
OID : Observatoire de l'Immobilier Durable  
OSM : OpenStreetMap  
PSS : anciennement ParisSkyScrapers  
RNB : Référentiel National des Bâtiments  
SED : Simulation Energétique Dynamique  
SNBC : Stratégie Nationale Bas Carbone

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - , nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... - nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de l'économie, des finances et de la souveraineté industrielle et numérique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.





## EXPERTISES

### Projet DEMETER

Avec 1 120 millions de m<sup>2</sup> en 2019 et 15 % de la consommation nationale d'énergie finale en 2024, le parc de bâtiments tertiaires constitue un levier majeur de la transition environnementale.

Si la connaissance du parc tertiaire permet aujourd'hui de piloter des stratégies à l'échelle nationale, elle demeure trop fragmentée et hétérogène pour en optimiser le pilotage en intégrant pleinement les spécificités des territoires, des quartiers ou des bâtiments.

Le projet DEMETER explore plusieurs aspects de la connaissance du parc tertiaire : identification de bases de données nationales de référence, enquête sur le niveau d'information des acteurs du secteur, description typologique des bâtiments, développements méthodologiques de simulation énergétique, caractérisation de l'occupation des locaux tertiaires à partir de la téléphonie mobile.

DEMETER identifie plusieurs leviers et opportunités pour améliorer la connaissance du parc tertiaire : renforcer l'inventaire national, améliorer l'identification des usages des bâtiments, valoriser les données issues des dispositifs réglementaires et des démarches collaboratives, structurer la mémoire technique du parc.

*Bâtiments du secteur tertiaire, un enjeu majeur de la transition environnementale : leviers et opportunités pour améliorer une connaissance hétérogène et fragmentée du parc national.*