
Rapport de stage individuel

5^{ème} année

Chargée de projet Energie-Climat et Biodiversité dans l'immobilier

Observatoire de l'Immobilier Durable

16 rue Saint Fiacre, 75002 Paris



Tutrice entreprise :
Sabine Brunel
Directrice adjointe et responsable du programme
Bâtiment Décarboné

Philomène Pagès

IUT

2021-2022

Tuteur académique :
Sébastien Larribe

Sommaire_Toc112010055

Table des figures.....	2
Remerciements	3
1. Présentation de la structure.....	4
1.1. La raison d'être de l'association	4
1.2. L'organisation et la structure interne de l'OID	4
1.3. Les missions de l'OID	6
2. Présentation de la mission du stage.....	6
2.1. Application sur deux thématiques différentes.....	6
2.1.1. Organisation du stage.....	6
2.1.2. Une approche pluridisciplinaire	7
2.2. Les types de tâches.....	8
3. Ma mission au sein du pôle bâtiment décarboné	9
3.1. Présentation des livrables	9
3.2. Méthodologie	10
3.3. Ma mission	12
3.3.1. Un travail statistique quantitatif... ..	12
3.3.2. ...complété par une analyse qualitative.....	14
3.3.3. ... et finalisés par un travail rédactionnel et de communication.....	16
4. Ma mission au sein du pôle Territoire résilient.....	16
4.1. Présentation du programme BIG	16
4.2. Première étape du programme BIG : l'indicateur de criticité	18
4.2.1. Organisation pour la création de l'indicateur de criticité	18
4.2.2. Structure de l'indicateur de criticité.....	19
4.2.3. Interprétation et utilisation de l'indicateur de criticité.....	19
4.2.4. Identification des facteurs pris en compte dans l'indicateur de criticité.....	21
4.2.5. Un travail sur les bases de données	23
4.2.6. Méthodologie de construction de l'indicateur de criticité.....	23
4.2.7. La suite pour l'indicateur de criticité... ..	32
5. Conclusion et retour réflexif.....	32
5.1. Un stage pluridisciplinaire avec une présence à chaque étape des projets	32
5.2. Et après ?	33
Bibliographie.....	35
Annexes	36

Annexe 1 – Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments de Paris la Défense	36
Annexe 2 – Article publié pour le Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments de Paris la Défense	43
Annexe 3 – Etude des Contrats de Performance Energétique	46
Annexe 4 – Article publié pour l'étude sur les Contrats de Performance Energétique	59
Annexe 5 – Protocole BIG de l'indicateur de criticité Espace protégés et réglementés	62
Annexe 6 – Protocole de l'indicateur de criticité Connectivité	69
Annexe 7 – Décryptage ZAN	71

Table des figures

Figure 1 : Principales thématiques traitées dans les pôles de l'OID.....	5
Figure 2 : Ensemble des thématiques traitées par l'OID	5
Figure 3 : Les missions de l'OID	6
Figure 4 : Calendrier projet Baromètre Paris la Défense	11
Figure 5 : Calendrier projet CPE	12
Figure 6 : Consommation d'énergie finale sur le périmètre Paris la Défense et hors Paris la Défense	13
Figure 7 : Consommations moyennes en énergie finale des bâtiments hors Paris la Défense selon le niveau de services des bâtiments	13
Figure 8 : Comptabilisation de l'énergie frigorifique par production internalisée et externalisée.....	14
Figure 9 : Les outils développés par le pôle territoire résilient.....	16
Figure 10 : Organisation de l'outil BIODI-Bat	18
Figure 11 : Création de l'outil criticité	19
Figure 12 : Interprétation de l'indicateur de criticité.....	20
Figure 13 : Ensemble des notes possibles de l'indicateur espaces protégés et réglementés.....	27
Figure 14 : Processus de formation de l'indicateur d'aires protégées et réglementées.....	28
Figure 15 : Allure de la formule de normalisation.....	29
Figure 16 : Situation d'occupation des sols	31
Figure 17 : Exemple de notation de l'occupation des sols	32
Tableau 1 : Familles d'indicateur.....	21
Tableau 2 : Facteurs exploitables pour chaque famille.....	22
Tableau 3 : Système de notation de l'indicateur espace protégés et réglementés	26

Remerciements

Je tiens à remercier en premier lieu l'ensemble des salariés travaillant à l'OID et Wild Trees pour leur bonne humeur, leurs convictions et valeurs, ainsi que tous ces bons moments passés ensembles. Cela a fortement participé à mon épanouissement durant mon stage.

Un très grand merci à Sabine Brunel pour sa confiance et son soutien à tous les instants.

Je souhaite également remercier Delphine Mourot pour son accompagnement sur les sujets de biodiversité ainsi que sa motivation qui m'ont porté sur chacun de nos projets. Ce fut un réel plaisir de travailler ensemble.

Je souhaiterais remercier Morgane Mouillé et Armelle Lajeunesse avec qui j'ai eu la chance de travailler fréquemment en binôme. Ces moments ont été pour moi très enrichissants sur le plan professionnel comme personnel. Je suis convaincue que la bonne entente dans le cadre du travail est un élément important pour une équipe. Tous ces moments de réflexions ensemble m'ont fait apprécier d'autant plus mon travail à l'OID.

Un grand merci à Sakina Pen Point, pour sa bonne humeur, son engagement et les nombreuses discussions très enrichissantes sur le climat et nos parcours.

Enfin, je souhaite remercier Solène Lima et Léonard Gadoin sans qui cette expérience à Paris n'aurait pas été aussi vivante.

1. Présentation de la structure

1.1. La raison d'être de l'association

Créé en 2012, l'Observatoire de l'Immobilier Durable (OID) est une association loi 1901 reconnue d'intérêt général qui œuvre pour la transition environnementale dans le secteur de l'immobilier. Près de 90 membres issus de la filière de l'immobilier adhèrent annuellement à l'OID ce qui lui confère une certaine légitimité auprès des professionnels. L'association œuvre à penser l'immobilier responsable. Pour cela elle s'appuie sur les thématiques des critères Environnementaux, Sociaux et de Gouvernance (ESG) du développement durable. L'observatoire a pour mission de faciliter la compréhension et l'application des critères ESG dans la stratégie des entreprises de l'ensemble de la chaîne de valeur de la filière immobilière : maître d'ouvrage, maître d'œuvre, promoteurs, collectivités, gestionnaires, investisseurs, usagers, bureaux d'étude, etc.

1.2. L'organisation et la structure interne de l'OID

Afin de participer à l'enrichissement des stratégies des entreprises en termes d'enjeux ESG, l'OID est structuré en trois pôles :

- Bâtiment décarboné ;
- Territoire résilient ;
- Gouvernance et société.

Le pôle « Bâtiment décarboné » est la genèse de l'OID. Ses premiers travaux ont pour objectif de collecter et mettre en commun des données réelles mesurées et relevées (non théoriques) de performances énergétique et environnementale auprès des gestionnaires et investisseurs immobiliers. La collecte de données à l'échelle nationale permet de fournir des indicateurs sur les consommations énergétiques, les émissions de GES, ainsi que les typologies et caractéristiques physiques et techniques des bâtiments. Ce baromètre permet d'alimenter d'autres études internes ou externes à l'OID. La création de référentiels sert d'outils de comparaison pour les professionnels de l'immobilier et permet de comprendre le comportement du parc immobilier afin d'identifier des leviers d'action efficaces. Ce travail est d'autant plus important qu'aujourd'hui la Stratégie Nationale Bas-Carbone fixe pour le secteur du bâtiment l'ambition nationale d'atteindre une réduction de 49% des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2030 par rapport à 2015. Dans ce cadre, le statut associatif de l'OID fait la pertinence de ses travaux car une très grande majorité des publications sont publiques ce qui permet de diffuser la connaissance et de réellement servir de support à l'ensemble de la filière. Aujourd'hui l'OID s'est diversifié et en parallèle de ce travail de référentiel, le pôle Bâtiment décarboné œuvre à d'autres travaux ambitieux incluant la réalisation d'études sur des sujets précis comme les contrats de performance énergétique (CPE), ainsi que d'outils de formation avec la création du MOOC « Bâtiment et changement climatique : quelles stratégies d'atténuation ? ».

Avec le temps, l'observatoire s'est diversifié avec la création de deux autres pôles qui permettent à l'OID de compléter sa démarche ESG et d'avoir une vision plus large que l'enjeu énergie/décarbonation. Elargir son domaine d'activité permet d'être plus pertinent et plus opérationnel en faisant des liens entre les différentes thématiques des critères ESG qui se recoupent les unes avec les autres.

C'est ainsi qu'a été créé le pôle « Territoire résilient » qui élargit le spectre strict du bâtiment en englobant le territoire qui l'entoure. Les principales thématiques traitées dans ce pôle sont l'adaptation au changement climatique et la biodiversité. Pour faire sens, ces thématiques s'inscrivent

dans un territoire donné où l'analyse à l'échelle du bâtiment n'est pas une réponse adaptée aux enjeux traités. La biodiversité interagit et évolue dans son environnement. La parcelle du bâtiment et l'environnement qui l'entoure ont un impact sur la biodiversité présente ou non. Cet impact va différer que l'on soit dans un espace fortement urbanisé, en périphérie d'un centre urbain ou en zone rurale par exemple. Les éléments structurant à proximité de la parcelle entrent aussi en compte : la proximité d'une zone naturelle protégée, la présence d'un cours d'eau, etc. De la même manière que pour la biodiversité, l'adaptation au changement climatique s'inscrit sur un territoire donné. L'évolution du climat dépend du cadre géographique dans lequel on se trouve. Les besoins et les réponses apportées dépendent alors fortement de la typologie de l'espace (zone rurale, hypercentre d'une ville, littoral, massif montagneux, etc.), mais aussi de la zone géographique et climatique (zone méditerranéenne, centre de la France, etc.).

« Gouvernance et sociétés » est le dernier pôle qui structure l'OID. Il intègre à la palette de compétences de l'OID les dimensions de sciences sociales et d'économie du secteur de l'immobilier. Les thématiques traitées dans ce pôle s'articulent autour de la finance responsable qui vise à concilier performance financière et recherche d'impact positif pour l'environnement, et la société via notamment des investissements. D'autres sujets tels que la valeur verte des bâtiments - c'est-à-dire l'évaluation de l'augmentation de la valeur engendrée par une meilleure performance environnementale, mais aussi le changement des comportements et imaginaires de la société, ainsi que le confort et bien-être des usagers sont autant de thématiques qui enrichissent ce pôle.

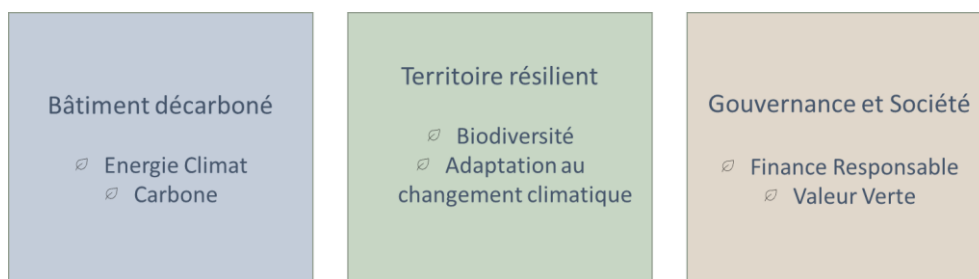


Figure 1 : Principales thématiques traitées dans les pôles de l'OID

Le degré de liberté sur chaque thématique est assez important. Les équipes identifient elles-mêmes les sujets et définissent les publications et outils qui seront produits.



Figure 2 : Ensemble des thématiques traitées par l'OID

1.3. Les missions de l'OID

Une des raisons d'être de l'OID est de diffuser la connaissance afin de faciliter l'application des différentes thématiques dans les stratégies des entreprises de l'immobilier. Dans ce cadre, l'observatoire travaille à la création d'études et d'outils d'aide à la décision qui sont publiés sur son centre de ressources. Par la veille réglementaire, technique et scientifique tenue dans chacun des pôles, l'OID crée des articles et des décryptages qui permettent de tenir à jour les connaissances des professionnels de l'immobilier et de repérer et encourager les sujets émergents.

Les thématiques traitées à l'OID sont connues depuis longtemps mais émergent de manière exponentielle dans la filière de l'immobilier depuis seulement quelques années. Cet essor demande de la part des acteurs de l'immobilier des échanges pour identifier et partager des retours d'expérience sur les différentes pratiques de l'immobilier durable. L'OID anime ainsi des groupes de travail, ateliers d'intelligence collective, conférences, webinaires et visites de sites. L'association représente un lien et crée un espace d'échange entre les acteurs de l'immobilier.

Afin d'inscrire les enjeux ESG au cœur des stratégies immobilières et de renforcer la capacité des entreprises de l'immobilier sur des actions concrètes, l'IOD représente un relais entre les institutions comme le ministère de la transition écologique ou l'ADEME, et les professionnels de l'immobilier. Pour cela, l'OID participe aux contributions réglementaires en travaillant directement avec les institutions ou en répondant à certains projets de décret soumis à consultation publique.

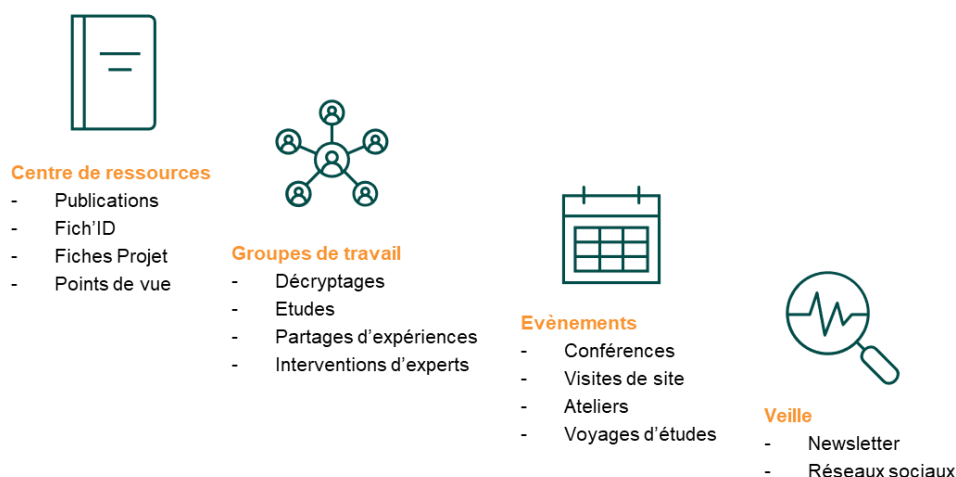


Figure 3 : Les missions de l'OID

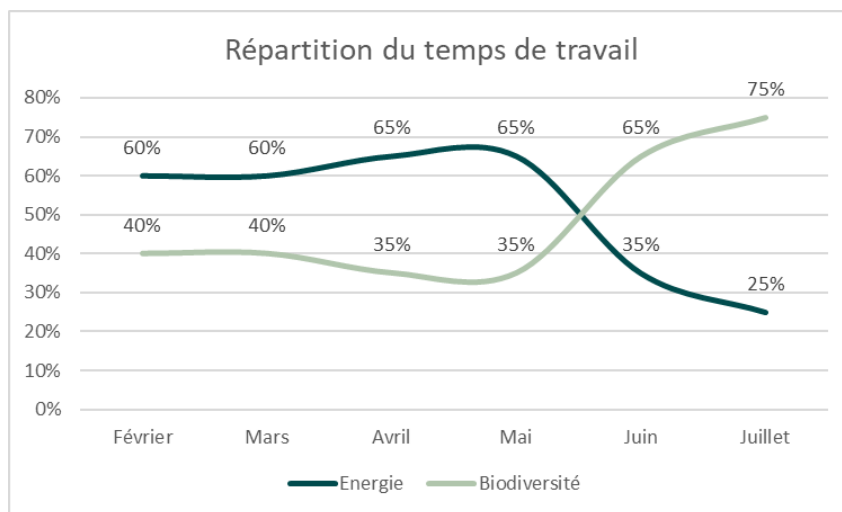
2. Présentation de la mission du stage

2.1. Application sur deux thématiques différentes

2.1.1. Organisation du stage

L'ensemble de mes activités au sein de l'OID ont été appliquées à la fois au pôle Bâtiment décarboné sur la thématique Energie Climat ainsi qu'au pôle Territoire résilient sur les enjeux de Biodiversité. Sur l'ensemble des 24 semaines de stage, j'ai pu travailler à 50% sur la thématique Energie Climat et 50% sur la thématique Biodiversité mais la répartition du temps de travail au sein des 24 semaines a été hétérogène. Elle a été définie au fur et à mesure du stage en fonction de la densité de la charge de

travail dans chacune des deux thématiques et des besoins des équipes sur les différents projets. Ainsi la répartition globale du temps de travail a suivi la courbe suivante :



A l'OID, travailler sur deux thématiques à la fois n'est pas une exception. Excepté quelques personnes, la plupart des salariés sont intégrés à deux équipes différentes. C'est un système qui nous permet de continuer à avoir une certaine adaptabilité tant bien en termes de contenu et de compétences, mais aussi de nous confronter à des managements différents avec des attendus pour les livrables et des méthodes de travail qui varient.

Au sein de l'observatoire, j'ai été la seule personne ayant un pied à la fois dans ces deux équipes : Energie-Climat et Biodiversité. Cette double casquette est très enrichissante car elle permet de faire des ponts entre les différentes thématiques. Cette vision globale des enjeux et de la réglementation permet de ne pas appréhender une problématique par le spectre unique de la thématique traitée. Concrètement, si l'on parle par exemple de rénovation des bâtiments dans le cadre de la thématique Energie Climat, apporter une vision pluridisciplinaire permet de ne pas apporter une solution au détriment de la biodiversité, mais de l'intégrer de telle façon à ce qu'elle participe aux gains d'économie d'énergie.

2.1.2. Une approche pluridisciplinaire

Les espèces nichant sur le bâti sont nombreuses (martinets, hirondelles, chiroptères, etc.). En obstruant les cavités, les corniches et les trous de boulins en faveur d'une façade lisse, de nombreux projets de rénovation énergétique du bâti ne prennent pas en compte les espèces présentes sur les constructions. Réaliser un diagnostic écologique afin d'identifier la présence éventuelle d'espèces protégées permet d'anticiper, de trouver les solutions adéquates ainsi que d'intégrer des aménagements lors de travaux de rénovation et de faciliter l'obtention d'une dérogation si besoin. Plusieurs types de solutions sont possibles pour combiner à la fois les enjeux de biodiversité et énergétique. En identifiant les espèces présentes sur le bâti, il est possible de décaler les travaux en dehors des périodes sensibles (cycles de reproduction, d'hibernation, d'élevage des jeunes). La pose de l'isolant par l'extérieur entraîne l'obstruction des cavités ou bien la destruction de nids et donc la perte de sites de reproduction pour ces espèces. Il est possible de préserver les cavités et insérer des conduits d'accès dans l'épaisseur de l'isolant pour intégrer le nichoir directement dans l'isolant. Il est alors nécessaire pour éviter les ponts thermiques et ne pas réduire l'efficacité énergétique d'insérer une couche d'isolant derrière le nichoir.

Autre exemple de l'approche pluridisciplinaire : par son pouvoir d'isolant naturel, de régulation des excès climatiques, et d'ombrage, la biodiversité peut aussi être utilisée comme une solution à l'enjeu énergétique par la végétalisation de l'enveloppe. Selon (Aissaoui, 2020), la végétalisation de l'enveloppe permet de réduire la température opérative d'un bâtiment de 0,96 °C en été et de l'augmenter de 1,76 °C en hiver. En termes d'économie d'énergie, cela représente une réduction moyenne de 20% sur l'année (chauffage et climatisation).

Au sein d'une même équipe, le fait que chaque membre travaille sur au moins une autre thématique favorise une vision pluridisciplinaire. Cette capacité d'élargir son spectre permet de concilier les différents enjeux environnementaux sans les opposer. C'est sur ce principe que repose la taxinomie européenne. La commission européenne travaille à l'élaboration d'une classification des activités économiques ayant un impact positif sur les enjeux climatiques et environnementaux. Elle permet aux professionnels de l'immobilier de classer leur flux financiers (capex, opex et chiffres d'affaires) sur six objectifs environnementaux (OID, 2022) :

- ② L'atténuation du changement climatique,
- ② L'adaptation au changement climatique,
- ② L'utilisation durable et la protection des ressources aquatiques et marines,
- ② La transition vers une économie circulaire,
- ② La prévention et la réduction de la pollution,
- ② La protection et la restauration de la biodiversité et des écosystèmes.

Si un investissement participe à un des six objectifs environnementaux mais au détriment d'un autre, il n'est alors pas comptabilisé comme une activité durable et n'est pas pris en compte dans l'évaluation de la taxinomie européenne.

Ce parallèle entre la réglementation environnementale et l'organisation interne de l'OID montre l'intérêt d'intégrer les enjeux environnementaux de manière pluridisciplinaire pour une approche durable.

2.2. Les types de tâches

Au sein des thématiques Energie Climat et Biodiversité, ma mission a consisté à participer, au même titre que les autres salariés, aux différentes publications de l'OID. Pour cela, il m'a fallu dans chacune des thématiques mener un travail de documentation, de création d'indicateur, ainsi que participer à la création de la publication quelque soit le livrable (étude de l'état des lieux du parc immobilier sur un sujet défini, étude d'une réglementation, outil cartographique, etc.)

Les tâches techniques qui consistent à créer des indicateurs nécessitent un travail de documentation sur le sujet afin de se l'approprier, compléter ses connaissances et d'identifier les indicateurs intéressants à fournir. Le travail de documentation permet également d'analyser les résultats ainsi que de comprendre les phénomènes sous-jacents. Cette analyse peut conduire à identifier de nouveaux indicateurs qui permettent d'expliquer et justifier ces résultats. Un travail rédactionnel important est nécessaire d'une part pour restituer les résultats des études de façon détaillée sous forme de rapport et d'autre part pour la rédaction d'articles visant à communiquer sur l'existence de ces rapports.

Un travail de veille hebdomadaire a pour objectif de rester informé des évolutions législatives et réglementaires, des événements ainsi que des publications de nouvelles études qui alimentent les analyses de l'OID. L'association est un relais entre les professionnels de l'immobilier et les enjeux

environnementaux. Il est donc important de leur fournir les outils d'information et de décryptage qui permettront des actions concrètes et rapides appliquées au parc immobilier.

Afin d'impliquer au maximum les acteurs de l'immobilier ayant un pouvoir d'action, l'OID organise des groupes de travail (GT) afin de travailler ensemble sur un sujet défini, de présenter les principaux résultats de publications internes, ou encore d'informer sur des sujets réglementaires ou des publications externes d'organismes experts. Une restitution du travail de veille y est toujours incluse afin d'échanger sur l'évolution du secteur et de comprendre les difficultés et attentes des acteurs de l'immobilier. Cette situation fait de l'OID un interlocuteur privilégié pour faire le relais entre les professionnels de l'immobilier et les instances publiques (DHUP, ADEME) ou techniques (bureaux d'études). Communiquer fait partie des missions de l'ingénieur sans quoi la portée de son travail sera moindre. J'ai donc participé à l'élaboration du contenu et à l'animation de ces groupes de travail trimestriels dans chacune des thématiques Energie Climat et Biodiversité. Les GT ont pour responsabilité d'impliquer les membres qui adhèrent à l'OID sur les enjeux environnementaux afin que ceux-ci soient mieux pris en compte dans leurs structures. C'est un travail enrichissant aussi pour l'OID car il permet, sous la forme d'échanges, de comprendre les difficultés et attentes des acteurs de l'immobilier ainsi que la réalité du terrain.

3. Ma mission au sein du pôle bâtiment décarboné

3.1. Présentation des livrables

Le pôle Bâtiment décarboné est constitué de deux thématiques organisées sous forme de groupe de travail : le GT Carbone et le GT Energie-Climat auquel j'ai contribué pour une grande partie des travaux. Ces deux groupes de travail sont fortement corrélés par leur finalité commune de décarboner le secteur de l'immobilier, néanmoins le groupe de travail Energie-Climat traite plus précisément des sujets liés à la consommation énergétique des bâtiments, contrairement au groupe de travail Carbone qui traite des enjeux carbone de manière plus globale. Par exemple le MOOC sur l'atténuation du changement climatique en cours de création par l'équipe carbone traite l'ensemble des sujets permettant de réduire les émissions des bâtiments, qu'elles soient liées aux matériaux, aux travaux, à l'énergie (systèmes et enveloppe), etc. Actuellement, l'équipe Energie-Climat est composée de trois membres : Mme Sabine Brunel, Directrice adjointe de l'OID ; Morgane Mouillé, Cheffe de projet, et moi-même, Philomène Pagès, Chargée de projet. Les deux principaux projets qui ont rythmé le travail de l'équipe pendant mon stage sont :

- ② Une étude sur les Contrats de Performances Energétiques (CPE),
- ② Un baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments du quartier de Paris la Défense.

Les CPE contractualisent un objectif de performance énergétique après l'intervention d'un maître d'œuvre pour réduire les consommations énergétiques d'un bâtiment préexistant. Des pénalités peuvent survenir si les objectifs de réduction de consommation énergétique ne sont pas atteints. Les CPE peuvent prendre plusieurs formes : travaux de rénovation, optimisation des systèmes énergétiques, gestion des locaux, etc. L'Observatoire National des CPE (ONCPE) a pour mission de répertorier les projets de rénovation énergétique des bâtiments menés avec le CPE, de proposer des retours d'expérience et de favoriser le développement d'une culture de la performance énergétique et la diffusion de cet outil contractuel auprès des acteurs du marché. Il réalise depuis 2016 une étude

annuelle des CPE du secteur public visant à répertorier les projets d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments soumis à ces contrats (ONCPE, 2021). Pour sa part, l'OID intervient pour enrichir ces chiffres-clefs en intégrant des données issues du secteur privé via une collecte et une analyse de données auprès de ses membres et partenaires. L'OID propose ainsi des profils type de bâtiments qui font l'objet d'un CPE, analyse leur consommation énergétique et établit un retour réflexif du dispositif et de son efficacité, basés sur le retour d'expérience de membres de l'OID et d'interlocuteurs extérieurs (opérateurs CPE, promoteurs, gestionnaires, investisseurs). Le livrable vise à familiariser les acteurs du secteur immobilier à ce dispositif pour favoriser son appropriation et élargir sa portée dans le secteur immobilier.

Le second projet phare de cette période est le baromètre de la Performance Énergétique et Environnementale de Bâtiments de Paris la Défense. Paris La Défense est un établissement public chargé de la gestion au quotidien, de l'aménagement et de la promotion du quartier en développant l'animation des espaces publics ainsi que des projets urbains. L'OID publie tous les ans un baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments à l'échelle nationale et un second à l'échelle du quartier d'affaire. Ces baromètres fournissent des indicateurs sur les consommations des bâtiments, leurs émissions de GES, ainsi que des statistiques sur les typologies des bâtiments et leurs caractéristiques physiques et techniques. Le parc immobilier dépendant de Paris la Défense dénote fortement avec le reste de la France par ses typologies de bâtiments, leurs niveaux de services et leurs usages. C'est la raison pour laquelle un baromètre recentré sur le quartier d'affaire est publié chaque année. Il permet de dresser un diagnostic du quartier à l'aube de la transition environnementale et contribue à territorialiser des leviers d'actions adaptés aux caractéristiques du parc immobilier.

3.2. Méthodologie

Ces deux études reposent principalement sur des données quantitatives issues de la base de données interne de l'OID. Comme il a été expliqué précédemment, un travail de documentation, de veille technique et réglementaire, ainsi que l'analyse de retours d'expérience permettent d'enrichir l'interprétation des résultats quantitatifs. La méthode de l'étude quantitative utilisée pour ces deux travaux est similaire et repose sur une procédure interne qui découle du Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments (BPE) publié annuellement par l'équipe Energie-Climat de l'OID. Chaque année, l'OID collecte des données auprès de ses membres et partenaires sur les consommations énergétiques et les caractéristiques physiques et techniques de leurs parcs immobiliers. Ces données permettent à l'OID de produire entre autres des indicateurs sur la consommation énergétique, les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'eau et la production de déchets. Pour donner un ordre de grandeur, la base de données caractérise le parc national depuis 2009. Le taux de couverture surfacique des bureaux d'Ile de France s'élève à 20% avec une couverture nationale toute typologie confondue de 54,3 millions m².

Pour être exploitables, les données collectées doivent être traitées en interne selon la méthode du BPE qui a été audité par PricewaterhouseCoopers (PWC) :

Les indicateurs sont des moyennes triennales établies sur un périmètre courant, c'est-à-dire à échantillon variable de bâtiments en fonction des contributions des entreprises d'une année à l'autre. Cette méthode de consolidation selon une moyenne triennale permet de lisser la rigueur climatique, l'intensité d'usage et les effets liés à la variation annuelle de l'échantillon.

Afin d'exclure les données inexploitablement dues à des anomalies de saisies, un « cut-off » sur le taux d'occupation des bâtiments (taux de vacance supérieur ou égal à 50%) et sur les consommations énergétiques (bâtiments dont le périmètre de reporting ne couvre pas les parties communes ou privative, ainsi que les bâtiments dont la surface de reporting n'est pas renseignée ou égale à 0) est

appliqué à l'échantillon. Si ces conditions ne pas remplies, les données ne sont pas utilisées pour la création des indicateurs de consommation mais restent dans la base de données car elles peuvent être utilisées pour d'autres indicateurs caractérisant la typologie du parc immobilier par exemple.

En parallèle, une correction statistique permettant d'éliminer les valeurs aberrantes est appliquée. Concrètement ce traitement exclut les données dont la consommation d'énergie finale, primaire, ou les émissions de GES n'est pas comprise dans l'intervalle $[\bar{x} - \delta; \bar{x} + \delta]$ avec $\bar{x}$ la moyenne de l'échantillon et δ son écart-type.

Les deux études menées cette année portent sur les consommations énergétiques des années 2018, 2019 et 2020 (cf. étude triennale). La pandémie du COVID 19 qui a débutée en 2020 a eu un effet important sur l'intensité d'usage des bâtiments et sur les comportements des usagers : taux de vacance plus important dans les bâtiments tertiaires avec la généralisation du télétravail et les confinements ; mais aussi un recours plus important aux différents moyens de ventilation des espaces. Pour certains indicateurs, les données ont été traitées selon la procédure habituelle du BPE afin de garder une cohérence et une homogénéité dans la création des indicateurs et rendre possible l'analyse et la comparaison entre les différentes années. Mais cette situation particulière rend les traitements statistiques inexploitable pour rendre compte des particularités de l'année 2020. L'équipe OID a alors développé un nouveau moyen de traiter les données aberrantes tout en conservant les données exceptionnelles de l'année 2020 : appliquer les cut-off énergie, cut-off bâtiments, et cut-off statistiques à l'année 2019 et travailler à périmètre constant entre 2019 et 2020 afin de considérer un périmètre qui ait été validé l'année précédente. Les cut-off ne sont donc pas appliqués directement à l'année. Ce traitement a été appliqué seulement aux indicateurs ayant pour objectif de rendre compte de l'impact du COVID 19 sur le parc immobilier. Pour les autres indicateurs, la procédure habituelle a été appliquée afin de garantir une homogénéité des indicateurs.

Le calendrier pour ces deux projets reste assez similaire avec une première étape qui consiste à extraire d'une part les données sur le périmètre de Paris la Défense (PLD) et d'autre part les bâtiments faisant l'objet de CPE de la base de données globale. Les données sont ensuite vérifiées selon la méthodologie des cut-off expliquée précédemment. C'est après cette étape importante que sont calculés et interprétés les différents indicateurs. Les résultats et analyses sont rédigés dans des rapports qui sont relus respectivement par l'établissement public de Paris la Défense et l'ONCPE et seront publiés courant septembre (voir Figure 4, Figure 5).

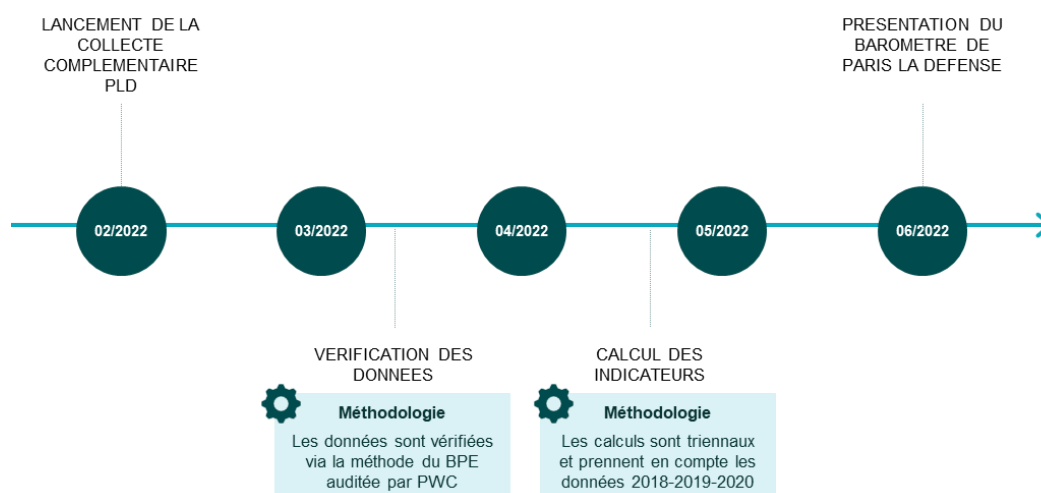


Figure 4 : Calendrier projet Baromètre Paris la Défense

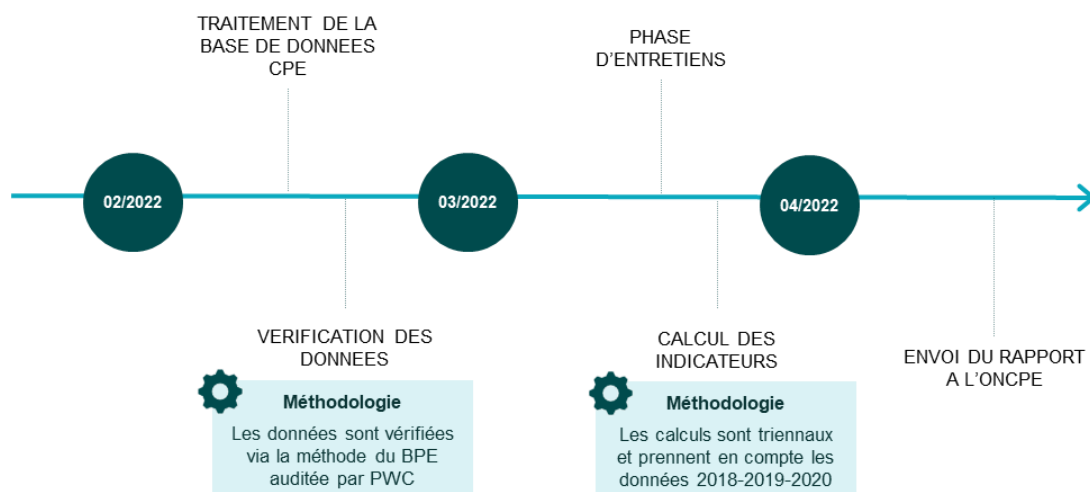


Figure 5 : Calendrier projet CPE

3.3. Ma mission

3.3.1. Un travail statistique quantitatif...

Dans ces deux projets j'ai été responsable de produire les indicateurs sous le logiciel Excel. En parallèle de la création des indicateurs je les analysais avec le soutien de l'équipe Energie-Climat afin de les interpréter et identifier les indicateurs supplémentaires permettant d'enrichir et expliquer les phénomènes constatés. L'étude sur le périmètre de PLD par exemple (voir Annexe 1 – Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments de Paris la Défense) a montré que les consommations d'énergie finale ($191 \text{ kWh}_{\text{ef}}/\text{m}^2.\text{an}$) sont supérieures de 16% par rapport à l'indicateur national des bureaux issu de l'étude du BPE ($160 \text{ kWh}_{\text{ef}}/\text{m}^2.\text{an}$) (voir Figure 6 : Consommation d'énergie finale sur le périmètre Paris la Défense (gauche) et hors Paris la Défense).

Nous nous sommes alors interrogés sur les raisons de ces différences notables. Le travail de documentation constant à l'OID nous permet de disposer de pistes à exploiter pour tenter d'identifier les éléments qui pourraient augmenter la consommation énergétique des bâtiments sur ce périmètre. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes penchés sur la typologie de bâtiment si particulière du quartier.

Les immeubles grande hauteur (IGH) est une typologie de bâtiments qui consomme en moyenne plus que le reste du parc immobilier national. Sur le périmètre Paris la Défense, les IGH consomment 5% d'énergie de plus que les bâtiments renseignés comme n'étant pas des IGH (voir Figure 6). Individuellement, un IGH n'est donc pas beaucoup plus énergivore qu'un bâtiment d'une autre typologie, néanmoins, la répartition d'IGH sur le quartier est largement supérieure à celle du parc national (57% contre 5% dans la base de données nationale). Notre hypothèse est donc que c'est cette forte représentativité des IGH qui fait gonfler la consommation moyenne totale du parc de Paris la Défense. Ce phénomène est menaçant pour la transition énergétique du parc immobilier car individuellement la différence n'est pas si remarquable, mais le cumul de ces différences de consommation a finalement un impact important sur le territoire.

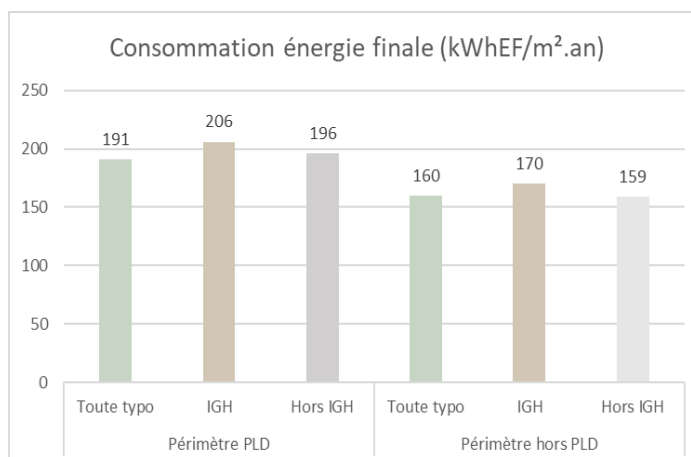


Figure 6 : Consommation d'énergie finale sur le périmètre Paris la Défense (gauche) et hors Paris la Défense (droite)

Nous avons remarqué que sur chaque typologie de bâtiments les consommations énergétiques sur le périmètre de Paris la Défense sont plus élevées. Cela signifie qu'un autre phénomène expliquant des consommations plus importantes s'applique sur le territoire. Par exemple les IGH sur le territoire de Paris la Défense consomment 206 kWh_{ef}/m².an alors que sur le reste du territoire national les IGH consomment en moyenne 170 kWh_{ef}/m².an, soit 17% de différence (voir Figure 6). Certes les IGH sur le périmètre étudié consomment individuellement un peu plus que les autres typologies du périmètre Paris la Défense, mais globalement, c'est l'ensemble des bâtiments qui consomment plus. Nous avons donc cherché la raison et nous avons conclu que ces différences de consommation peuvent être liées aux niveaux de services proposés dans les bâtiments du quartier de Paris la Défense sur lequel la proportion de bureaux haute fonctionnalité technique (HFT) est plus importante que sur le reste du territoire : 27% contre 13%. Sur la base de données nationale, les consommations d'énergie des bureaux haute fonctionnalité technique (HFT) qui hébergent grande concentration d'équipement énergivores sont supérieures de 70% par rapport aux bureaux standards (voir Figure 7). Ces bureaux sont fortement connectés, utilisent une climatisation et d'autres fonctionnalités énergivores avec une expérience confort de l'utilisateur importante.

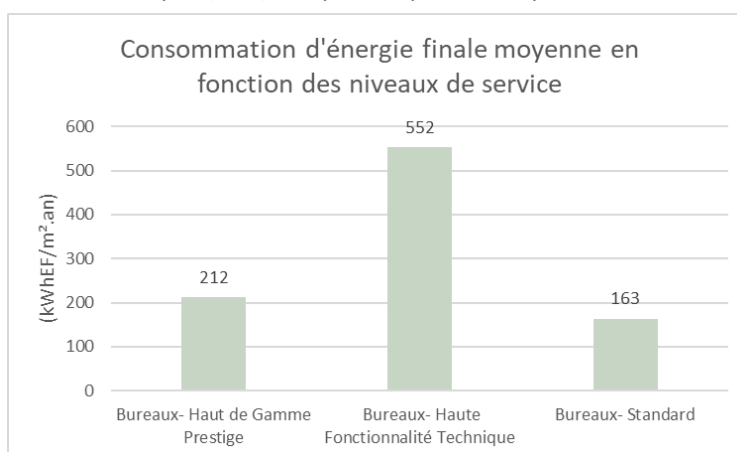


Figure 7 : Consommations moyennes en énergie finale des bâtiments hors Paris la Défense selon le niveau de services des bâtiments

Hors les IGH et le niveau de service dans les bâtiments, un raccordement au réseau frigorifique urbain plus important sur Paris la Défense que sur le reste du territoire pourrait expliquer que les relevés de consommation en énergie finale soit plus élevées. En effet, dans le cas d'une production de froid

internalisée (groupe frigorifique, volume de réfrigérant variable (VRV), tours aéroréfrigérantes, etc.) le COP (coefficient de performance) du système de production est appliqué en aval du compteur d'énergie finale du bâtiment (voir Figure 8). Cela signifie que le compteur extrait la demande d'énergie finale, alors que dans le cas d'une production externalisée (réseau de froid urbain), le COP est appliqué en amont du compteur du bâtiment. L'énergie comptabilisée est donc l'énergie utile et non pas l'énergie finale envoyée par le producteur d'énergie. Par ailleurs, à métrique égale (en amont du système de refroidissement), le COP d'un système de réseau de froid est supérieur à celui d'une production internalisée. Contrairement à ce que les relevés énergétiques internes des bâtiments comptabilisent, la consommation d'énergie finale est donc inférieure dans le cas d'une production externalisée. Pour l'exemple des COP appliqués sur la Figure 8, pour une énergie utile égale à 1 MWh utilisées par les usagers, dans le cas d'une production de froid externalisée, le compteur affichera une consommation de 1 MWh alors que dans le cas d'une production internalisée, le compteur enregistre une consommation de 0,5 MWh. En réalité, le système de production externalisée consomme 0,27 MWh d'énergie finale.

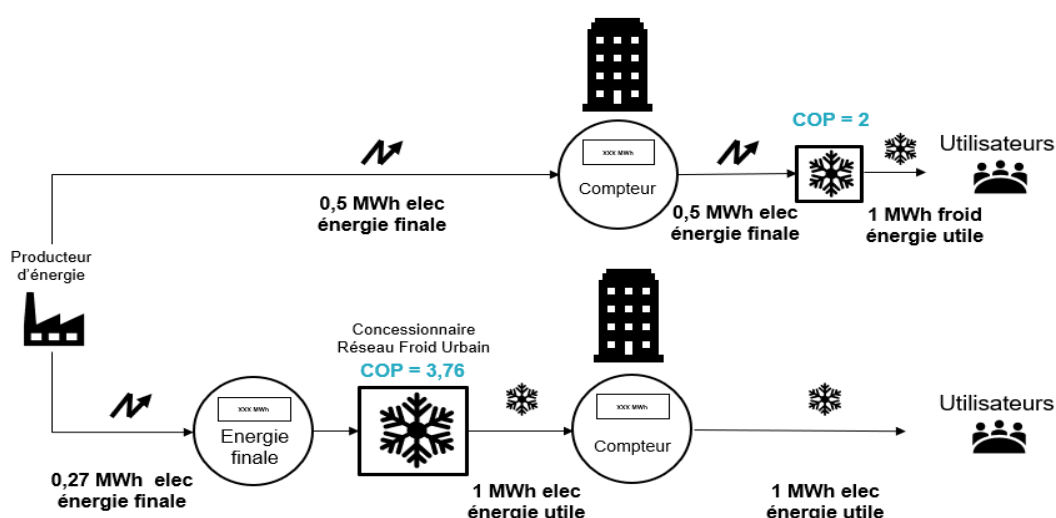


Figure 8 : Comptabilisation de l'énergie frigorifique par production internalisée et externalisée

3.3.2. ...complété par une analyse qualitative...

Cette étude sur le quartier de Paris la Défense a été l'occasion de conduire une analyse statistique en identifiant l'information pertinente à exploiter afin de comprendre le comportement du parc immobilier. Le travail mené sur les CPE (voir Annexe 3 – Etude des Contrats de Performance Energétique) suit la même méthode quantitative en évaluant les caractéristiques des bâtiments dans le secteur privé ayant fait l'objet d'un CPE et leurs consommations énergétiques. Au même titre que pour le baromètre sur Paris la Défense, l'objectif n'est pas seulement de sortir des chiffres clés, mais aussi d'analyser les résultats pour mieux comprendre comment sont utilisés les CPE. Afin d'enrichir l'analyse quantitative, des retours d'expérience lors des groupes de travail organisés avec les membres de l'OID ainsi que des entretiens avec des professionnels de l'immobilier (gestionnaires de bâtiments, promoteurs, opérateurs CPE, investisseurs) ont permis d'identifier des freins et leviers à mettre en place pour favoriser le recours aux CPE. Ces entretiens ont été menés par Morgane Mouillé et moi-même. En voilà les principales conclusions :

Bien que les CPE soient à la fois une garantie financière et une garantie de performance énergétique, les contractualisations dans le secteur privé restent faibles en comparaison au secteur public (selon la base de données de l'OID, 3% des actifs privés font l'objet d'un CPE). Les différents entretiens nous

ont permis d'identifier plusieurs pistes d'ordre structurelles qui freinent le développement de ce type de contrat et des leviers qui pourraient être utilisés.

La définition même d'un CPE ainsi que la démarche à suivre reste floue et rend l'outil obscur pour les gestionnaires de bâtiments. Le manque d'une définition commune freine la communication des plus-values de ce type de contrat. La différence entre les CPE et les travaux est parfois floue puisque les contrats de maîtrise d'œuvre intègrent déjà des objectifs et des pénalisations. Les CPE sont ainsi pris sous deux prismes différents par la maîtrise d'ouvrage :

- ② Le premier est à objectif performanciel : le CPE n'achète et ne vend pas une solution technique mais la performance elle-même sans prendre en compte les moyens mis en œuvre. Des moyens techniques sont tout de même utilisés pour atteindre ces objectifs.
- ② Le second a pour objectif d'effectuer des modifications techniques sur l'actif. Cela passe par l'identification des actifs les plus énergivores, des bâtis ou équipements peu performants, voire des anomalies du bâtiment. Les CPE sont alors utilisés pour apporter les modifications nécessaires sur les systèmes, sur le bâti ou des solutions de monitoring. L'objectif est alors technique tout en permettant d'améliorer la performance énergétique.

Sur le plan opératoire, le manque de connaissances, de compétences internes et d'habitude de la démarche (modèle juridique et financier) rend le processus opaque. Il y a alors un véritable besoin de formation ou bien le recours à une assistance extérieure pour monter le contrat : des opérateurs CPE.

La disponibilité et la fiabilité des données est une fois de plus un élément déterminant mais manquant qui diminue la performance des CPE. Le manque de robustesse et de mise à disposition des données des bâtiments peut aboutir à des objectifs et solutions techniques qui ne sont pas adaptés au bâtiment et limite donc l'efficacité des CPE. Il est alors nécessaire d'analyser, structurer et organiser les procédés de collecte. L'évolution de la réglementation peut encourager une telle dynamique, notamment avec le décret éco énergie tertiaire (DEET) qui oblige les acteurs du tertiaire à piloter et à réduire la consommation énergétique de leurs bâtiments en faisant remonter leurs consommations sur une plateforme de l'ADEME : OPERAT. L'OID se trouve souvent confronté à cette situation dans sa propre base de données qui n'est pas toujours complétée comme il le faudrait. C'est la raison pour laquelle le système de cut-off a été créé. Face à ce manque de données, l'une des missions principales de l'association est justement de fournir des indicateurs afin de servir de support aux professionnels de l'immobilier.

Les comportements des usagers sont des paramètres très compliqués à modéliser et donc à anticiper. C'est une des raisons qui explique que le recours aux données réelles des consommations énergétiques et pas seulement des modèles numériques est nécessaire afin de s'orienter vers une démarche de transition environnementale. Lorsque les solutions techniques apportées au bâti dans le cadre de CPE sont mal utilisées par les usagers et les gestionnaires du bâtiment, l'objectif contractuel peut alors s'avérer inatteignable. Afin de réduire les consommations liées à une mauvaise utilisation des équipements, le recours à des outils de sensibilisation des usagers peuvent être apportés.

Le recours à des entretiens apporte une vision qualitative qui complète l'analyse quantitative et rend compte de la réalité sur le terrain des utilisateurs (réels et potentiels) de ce dispositif juridique. Ces explications sur les raisons du faible recours aux CPE dans le secteur privé ne pourraient pas être perçues par le spectre uniquement quantitatif.

3.3.3. ... et finalisés par un travail rédactionnel et de communication

La communication des résultats est la dernière phase qui complète mes missions. C'est une phase non négligeable et qui peut rendre un travail inefficace si elle est mal exécutée. Pour cela il est important de bien connaître les besoins de son auditoire. Chaque étude a donné lieu à la rédaction d'un rapport détaillé des résultats quantitatifs et qualitatifs ainsi que leurs interprétations. En binôme avec Morgane Mouillé, j'ai été chargée de la rédaction de ces rapports ainsi que de la communication de ces projets. Pour cela, j'ai rédigé deux articles qui seront publiés sur le site de l'OID quand les deux études seront rendues publiques (voir Annexe 2 – Article publié pour le Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments de Paris la Défense ; voir Annexe 4 – Article publié pour l'étude sur les Contrats de Performance Energétique).

4. Ma mission au sein du pôle Territoire résilient

J'ai intégré l'équipe Biodiversité qui est une des deux équipes du pôle Territoire résilient, l'autre étant l'adaptation au changement climatique. L'équipe Biodiversité est composée de trois collaboratrices : Delphine Mourot, responsable de programme Biodiversité à l'OID, Armelle Lajeunesse, écologue et chargée de projet, et moi-même. Comme expliqué précédemment, le spectre d'application de l'expertise est plus large que celle du pôle Bâtiment décarboné en intégrant à la fois le bâtiment, mais aussi la parcelle ainsi que le territoire environnant. Ainsi j'ai pu participer pendant 5 mois au programme de recherche appliquée [Biodiversity Impulsion Group](#) (BIG) lancé en novembre dernier par l'OID. Ce programme a pour objectif de développer un outil, BODI-Bat, accessible en open source sur la plateforme [R4RE](#) (Resilience for Real Estate) qui accueille déjà aujourd'hui un outil cartographique en cours d'élaboration à l'OID sur les risques climatiques : Bat-ADAPT (voir Figure 9 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



Figure 9 : Les outils développés par le pôle territoire résilient

4.1. Présentation du programme BIG

BIG est un programme financé par seize entreprises de l'immobilier et du bâtiment. Il a pour objectif d'animer sur trois ans une communauté d'acteurs désireux de mieux prendre en compte les enjeux de biodiversité dans la filière bâtiment. Pour cela, l'équipe Biodiversité de l'OID mène un travail de recherche afin de créer des indicateurs de biodiversité pour les acteurs de l'immobilier et formalise un outil d'aide à la décision basé sur une méthode cartographique. Le programme repose sur 2 axes : sensibilisation/formation et création d'un outil.

Le premier axe de travail répond aux besoins de sensibilisation et de formation des acteurs de la filière de l'immobilier sur les enjeux de biodiversité, et de fédérer les acteurs autour du programme BIG.

L'objectif est d'engager dans le programme les entreprises qui souhaitent initier une dynamique en faveur de la biodiversité en s'impliquant dans une démarche d'intelligence collective.

Cet axe de travail s'articule autour de deux pistes d'action : la formation-sensibilisation, et la facilitation.

- ② La formation-sensibilisation répond à la question de « pourquoi agir pour la biodiversité ? ». Ce premier volet d'action consiste à diffuser auprès du plus grand nombre les enjeux liés à l'effondrement de la biodiversité. Il constitue une première étape indispensable pour pousser les acteurs à avoir la volonté d'agir. De nombreuses productions telles que des guides, des webinaires, etc., sont contenues dans ce volet.
- ② Le deuxième volet « Facilitation » répond à la question de « comment agir pour la biodiversité ? ». Ce volet aide à la diffusion de bonnes pratiques en matière de biodiversité. Effectivement, malgré la volonté d'agir, les individus sont souvent démunis et manquent d'information pour identifier ce qui est faisable.
Des retours d'expérience liés à certains projets ayant mis en œuvre des actions en faveur de la biodiversité et des visites de site sont organisées via ce volet.

Le second axe consiste à travailler sur les indicateurs de biodiversité qui constituent le cœur du travail de recherche. Pour cela, une longue phase de documentation et bibliographie a été menée par l'équipe avant mon arrivée. L'objectif est de constituer un outil dont l'interface renseigne sur quatre niveaux d'indicateurs :

- ② Mesurer l'état de la biodiversité. On l'appelle l'indicateur de criticité d'un site. Il décrit l'importance des enjeux biodiversité au sein d'un territoire. L'objectif de ce premier niveau d'indicateur est d'identifier les zones à fort enjeu de biodiversité : les hot-spot. Cet indicateur peut être utilisé par les gestionnaires de parc immobilier pour orienter leurs actions en premier lieu sur ces bâtiments ; ou bien par les acteurs du développement immobilier pour éviter les zones où l'enjeu de biodiversité est le plus fort, ou être conscient en amont des enjeux sur la parcelle identifiée. Cet indicateur prendra la forme d'un outil cartographique.
- ② Le second indicateur décrit le potentiel d'accueil de la biodiversité d'un bâtiment et de sa parcelle selon ses caractéristiques techniques (anfractuosités dans l'enveloppe du bâti, enveloppe végétalisée, ratio de surface vitrée, etc.) et de gestion (fauche tardive, éco-pâturage, libre évolution, palette végétale de plantes autochtones, paillage, etc.). L'objectif est de mesurer la performance d'un bâtiment quant à son potentiel d'accueil de biodiversité afin de pousser à la mise en place d'actions sans engager systématiquement de démarche de labellisation ou certification. Cet indicateur s'applique principalement à des bâtis existants et n'a pas pour objectif de comparer différentes solutions de potentiel d'accueil pour identifier la meilleure et aider à la conception en phase projet. Grâce à un état de l'art de la littérature scientifique disponible à ce sujet, l'ensemble des facteurs d'influence du potentiel d'accueil de la biodiversité seront pondérés afin d'attribuer un score de potentiel d'accueil de biodiversité sur le bâtiment. Le gestionnaire pourra ici renseigner les caractéristiques de ses bâtiments à l'aide d'un questionnaire pour chacun.
- ② Le troisième indicateur d'artificialisation vise à traduire la problématique de consommation du sol en proposant un référentiel commun. Il existe actuellement plusieurs outils type calculatrice de coefficient de biotope par surface (CBS) en interne dans les entreprises. Les CBS sont des outils strictement quantitatifs qui attribuent des coefficients de degré d'artificialisation des surfaces d'un territoire en fonction de la couverture des sols. En faisant un ratio de chaque typologie de surface par rapport à la surface totale de la parcelle, le CBS

renvoie une note. L'objectif de l'indicateur d'artificialisation des sols du programme BIG est de proposer une métrique commune pour les entreprises de l'immobilier afin d'évaluer leurs impacts en phase projet. L'enjeu est de proposer un outil qui soit à la fois facilement exploitable par les équipes techniques, tout en prenant en compte la multifonctionnalité des sols. Nous souhaitons donc que cet indicateur ne soit pas seulement un indicateur surfacique de l'occupation des sols mais qu'il considère aussi les fonctions écologiques des sols.

- Le quatrième indicateur a vocation à mesurer les co-bénéfices pour la société et l'environnement (gestion des eaux pluviales, régulation du climat, qualité de l'air, bien-être, création de valeur économique, etc.) liés à la mise en place des actions en faveur de la biodiversité afin d'inciter davantage à l'action. Ce sont ici les fonctions servicielles des solutions fondées sur la nature qui seront approfondies. Cet indicateur reposera lui aussi sur le questionnaire des caractéristiques techniques et de gestion du bâtiment et de sa parcelle mis à disposition sur la plateforme R4RE.

4.2. Première étape du programme BIG : l'indicateur de criticité

4.2.1. Organisation pour la création de l'indicateur de criticité

La première échéance du programme BIG qui est développé sur trois ans est la première version de l'indicateur de criticité. C'est donc sur la conception de cet indicateur qu'a porté la majorité de mon temps.

La criticité du site est donc un des quatre indicateurs de l'outil BIODI-Bat (voir cercles bleus de la Figure 10). Il tient compte des caractéristiques territoriales, des observations, etc. Ce sont les données d'entrée. Un traitement sur un logiciel de système d'information géographique (SIG) permettra de construire une cartographie qui sera déposée sur la plateforme R4RE. L'utilisateur pourra entrer une adresse postale qui lui renverra la note de l'indicateur de criticité.

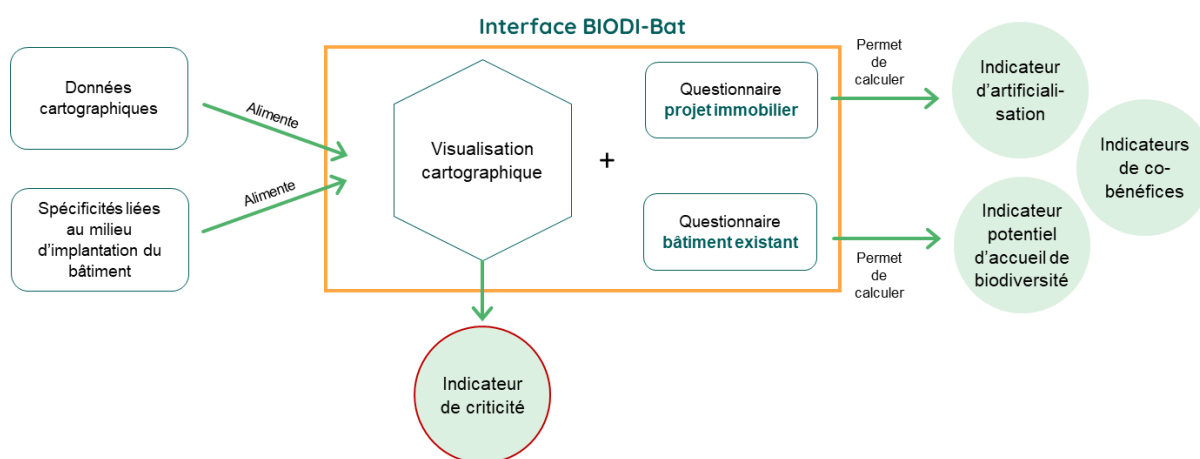


Figure 10 : Organisation de l'outil BIODI-Bat

L'indicateur de criticité étant intégré à un outil cartographique, deux pôles ont travaillé en parallèle : le pôle indicateur de criticité dont Armelle Lajeunesse est responsable, ainsi que le pôle cartographie dont je suis responsable (voir Figure 11). Ces deux pôles se sont alimentés mutuellement ce qui

implique que nous avons travaillé ensemble à la fois sur la construction de l'indicateur ainsi que sur les cartographies.

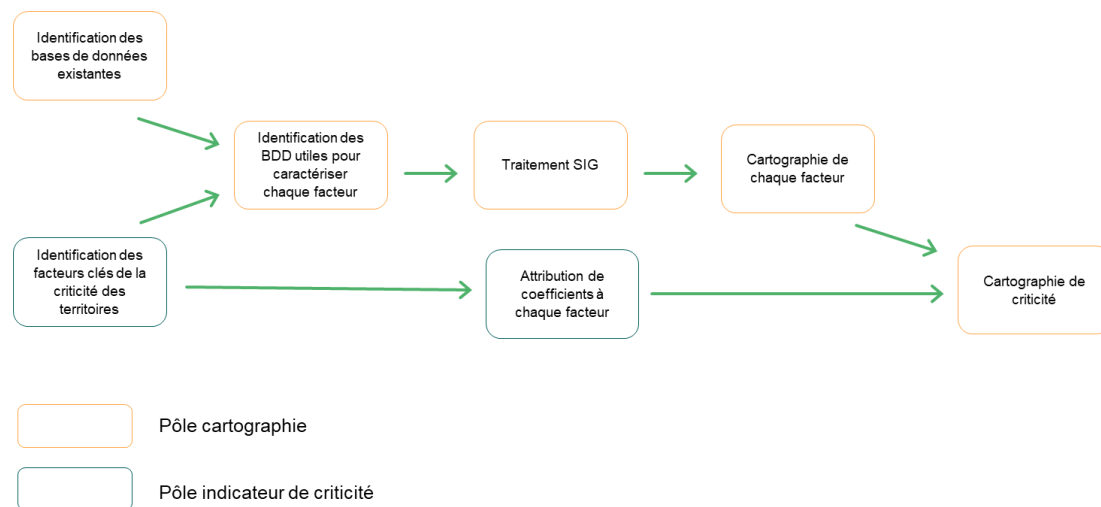


Figure 11 : Création de l'outil criticité

4.2.2. Structure de l'indicateur de criticité

La première étape a été d'identifier plus précisément les besoins d'utilisation des professionnels de l'immobilier. L'outil BIODI-Bat est avant tout un outil d'aide à la décision à destination des acteurs de l'immobilier afin de prioriser leurs actions et leur permettre d'améliorer leur impact sur la biodiversité. Plusieurs interprétations font alors sens :

- 🕒 Prioriser les sites sur lesquels favoriser la reconquête de la biodiversité (dans une démarche de gestion d'un parc existant) ;
- 🕒 Prioriser les sites sur lesquels les enjeux de conservation sont les plus importants et l'impact sur la biodiversité peut être élevé (dans une démarche projet) (Walmsley, 2006).

Plusieurs cadres conceptuels existent pour définir des indicateurs de l'environnement. Le cadre « Pression – Etat – Réponse » (PER) développé par l'OCDE rend compte de la causalité existante entre les pressions exercées par les activités humaines sur l'environnement, la qualité de ce dernier et les réponses de la société, modifiant également l'état de l'environnement (OECD, 1993 ; FRB, 2021). Suivant ce cadre, l'indicateur de criticité a été divisé en deux sous-indicateurs cartographique : un sous-indicateur « Etat », représentant la qualité de la biodiversité et des milieux et un sous-indicateur « Pressions », évaluant la représentativité de phénomènes d'origine anthropiques, jouant un rôle dans l'effondrement de la biodiversité. La dernière étape « Réponse » du cadre PER est représentée par les choix stratégiques qu'effectueront les acteurs immobiliers. Elle ne sera pas évaluée dans l'indicateur de criticité.

4.2.3. Interprétation et utilisation de l'indicateur de criticité

Sur la base des indicateurs cartographiques développés, il est possible de positionner un bâtiment ou un projet selon l'état de la biodiversité à proximité et selon le niveau de pressions anthropiques exercées sur le site (voir Figure 12). Cela permet d'identifier le grand enjeu prioritaire du site d'implantation du bâtiment, avec trois enjeux identifiés :

- ② Restauration de la biodiversité (zone d'action 1) : en milieu particulièrement contraint, avec une biodiversité plutôt faible, l'objectif va être de réintroduire de la biodiversité en mettant en place des actions lourdes pour recréer des espaces favorables : toiture végétalisée, renaturation, etc.
- ② Renforcer l'existant (zone d'action 2) : dans des milieux avec des fortes pressions et un état de la biodiversité plus élevé, l'objectif est avant tout de renforcer l'existant et de permettre à la biodiversité de se développer librement. En cas d'actions plus lourdes, il est important de veiller à ce qu'aucune espèce ne soit lésée par d'éventuels travaux sans que cela ne soit pris en compte.
- ② Préserver la biodiversité existante (zone d'action 3) : ces espaces, caractérisés par un bon état de la biodiversité et de faibles pressions, constituent des sanctuaires de biodiversité. Ces espaces doivent être protégés, toute action (travaux) doit faire l'objet d'une attention particulièrement élevée.

Nota Bene : Les coefficients permettant de discriminer les résultats finaux P_1 et E_1 (voir Figure 12) seront déterminés au vu des résultats des tests prévus sur les cartographies de l'indicateur afin de refléter au mieux les enjeux des territoires. Cette phase de test est prévue pour le mois de septembre.

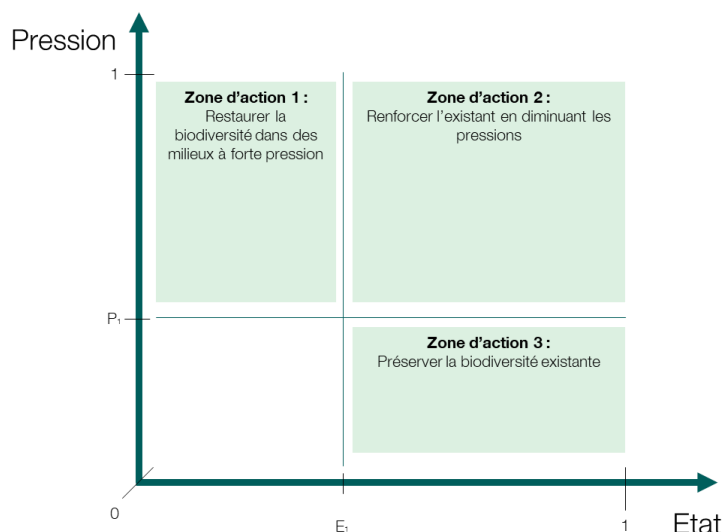


Figure 12 : Interprétation de l'indicateur de criticité

BIG étant un programme s'inscrivant dans une démarche d'implication, de formation et de facilitation pour les acteurs de l'immobilier, chaque pôle, que ce soit pour la conception des indicateurs, pour la communication du programme, le développement cartographique de l'outil, etc., fait l'objet de réunions avec les partenaires. L'objectif est d'enrichir le programme avec des ateliers d'intelligence collective, d'identifier et répondre au mieux aux besoins des professionnels, ainsi que d'impliquer les partenaires dans l'initiative. Le travail débute donc par des réunions avec le pôle « indicateur de criticité » qui est composé de l'équipe OID et des représentants de certaines entreprises souhaitant s'investir dans cet indicateur, ainsi qu'un atelier d'intelligence collective avec l'ensemble des représentants des 16 entreprises souhaitant participer. Ce dernier a permis de mener une réflexion

sur les besoins, les attentes, ainsi que de créer des simulations sur l'utilisation d'un tel indicateur en fonction des professions de toute la chaîne de valeur de l'immobilier.

Cinq types d'utilisateurs de l'outil ont été identifiés. Pour chacun, une fiche a été complétée en renseignant les objectifs et difficultés de ces acteurs, leur degré de sensibilisation aux enjeux de biodiversité, ainsi que les raisons pour lesquelles ils sont susceptibles d'utiliser cet indicateur :

- ① Les promoteurs immobiliers semblent plus sensibles à l'idée d'obtenir un outil qui leur sert d'argumentaire auprès des équipes opérationnelles afin de justifier la qualité de la biodiversité du site.
- ① Pour les investisseurs et sociétés de gestion, un outil de comparaison avant et après l'application d'actions en faveur de la biodiversité qui pourrait s'intégrer à des fiches de commercialisation.
- ① Pour les aménageurs et les collectivités, un des principaux enjeux est de faire adhérer l'ensemble des parties prenantes au projet. Pour cela, un outil commun et reconnu par celles-ci faciliterait leurs coordinations.
- ① Les usagers, preneurs à bail et riverains accordent plus d'importance à la gestion des espaces végétalisés de la parcelle à laquelle ils sont rattachés. Ainsi un indicateur qui jugerait de leur bonne gestion permettrait à ces parties prenantes d'appuyer leurs souhaits auprès des syndicats de copropriété.
- ① Pour la maîtrise d'œuvre, un indicateur permettant de sanctuariser les engagements tel que la ligne de budget par exemple attribuée aux enjeux de biodiversité ainsi qu'un outil permettant de sensibiliser la maîtrise d'ouvrage aux enjeux du site permettrait de mieux répondre à ces enjeux.

Ce travail collectif a permis à l'équipe OID d'identifier les besoins des professionnels de l'immobilier afin de les retranscrire au mieux dans l'outil BIODI-Bat. L'indicateur de criticité répondra ainsi en partie aux besoins énumérés. Certaines réponses seront exploitées dans d'autres indicateurs comme l'usage comparatif avant-après projet, ainsi que l'évaluation de la gestion des espaces végétalisés. L'indicateur de criticité ne prend pas en compte les caractéristiques du projet, contrairement à l'indicateur de potentiel d'accueil et d'artificialisation mais se base sur des données cartographiques. En parallèle de guider l'OID sur les besoins des différentes parties prenantes et ainsi légitimer les choix en termes de structure de l'indicateur, cet atelier a aussi été l'occasion pour les partenaires de clarifier le rôle de l'indicateur de criticité et de s'investir dans le projet.

Durant l'atelier, les partenaires ont pu inscrire les facteurs qui peuvent être pris en compte pour évaluer la criticité d'un site vis-à-vis des enjeux de biodiversité. Chaque sous-indicateur (état et pressions) seront composés de plusieurs familles de facteurs. Chaque famille donnera lieu à une cartographie qui agrégées entre-elles permettront de construire un unique indicateur de criticité.

4.2.4. Identification des facteurs pris en compte dans l'indicateur de criticité

A la suite de l'atelier l'équipe OID a pu identifier quatre familles de facteur pour le sous-indicateur d'état et trois pour le sous-indicateur de pressions (voir Tableau 1).

Tableau 1 : Familles d'indicateur

Indicateur de criticité – Etat	Indicateur de criticité – Pressions
--------------------------------	-------------------------------------

⊗ Espaces réglementés et protégés ⊗ Continuités ⊗ Espèces ⊗ Occupation des sols	⊗ Activités anthropiques ⊗ Pollutions ⊗ Stress climatique
--	---

Alimenté par l'atelier, nos réflexions en internes, ainsi que le travail bibliographique d'Armelle Lajeunesse, nous avons listé les facteurs qui pourraient être utilisés pour chaque famille de l'indicateur de criticité (voir Tableau 2).

Tableau 2 : Facteurs exploitables pour chaque famille

Sous-indicateurs	Familles	Facteurs clé
Etat de la biodiversité	Connectivité	Trames vertes et bleues
		Zones bleues (lac, mare, zones humides)
		Continuité végétale - Niveau de connectivité de l'espace naturel
		Trames brunes - pleine terre
		Alignement d'arbres - Haies
	Espaces protégés et réglementés	Natura 2000 (Sites d'importance communautaire (SIC), zones de protection spéciale (ZPS))
		Réserves (biologiques, de biosphère, naturelles nationales, naturelles régionales, naturelles de Corse, nationales de chasse et faune sauvage)
		Arrêté de protection de biotope (APB)
		ZNIEFF terrestre (type I et II)
		Espaces Naturels Sensibles (ENS)
		Zones humides (site Ramsar)
		ZICO (Zone importante pour la conservation des oiseaux)
		Parcs (nationaux, naturels régionaux)
		Sites gérés et acquis par les conservatoires d'espaces naturels et du littoral
	Espèces et végétalisation	Nombre d'espèces menacées
		Nombre d'espèces endémiques
		Essences locales (plantes non exotiques)
		Nombre de strates à proximité
		Diversité des espèces au sein d'une strate
		Mixité des formations végétale (forêt mixte non mixte)
		Arbres remarquables de France
Pressions appliquées à l'enjeu de biodiversité	Stress climatique	Espèces invasives
		Changement des températures
		Vagues de chaleur
		Sécheresses
	Activités anthropiques	Ilots de chaleurs urbain
		Réseaux routiers (selon typologie d'usage)
		Réseaux électriques
		Réseaux ferrés
		Type d'agriculture
		Densité de la population
		Densité du bâti
		Clôtures
		Occupation des sols
		Date de dernier changement d'usage des sols
		Delta de neutralité par rapport à son état naturel
		Usage et gestion des espaces végétalisés
	Pollution	Pollution des sols
		Pollution de l'eau
		Pollution lumineuse
		Pollution sonore
		Pollution de l'air

4.2.5. Un travail sur les bases de données

En parallèle nous avons identifié les données cartographiques disponibles pour chaque facteur ainsi que les difficultés rencontrées pour l'exploitations de certaines. Des difficultés d'accès aux données est fréquent. L'hétérogénéité des données pose un problème dès lors que l'entité référente pour créer la donnée n'est pas la même sur l'ensemble du territoire sur lequel on souhaite constituer un indicateur. En effet si une donnée est inexistante sur un territoire, il ne faut pas que la valeur de l'indicateur en pâtisse ou au contraire soit améliorée par rapport aux autres territoires. Dans le cas de la pollution sonore, la donnée n'existe que pour certaines villes s'étant pliées à l'exercice en interne. Aucune réglementation n'oblige les administrations à mettre à disposition de telles données et ne met à disposition une méthodologie commune. Il n'existe donc aucune base de données couvrant l'ensemble du territoire national. Seule certaines villes comme le Havre ou Lyon mettent à disposition ces données. Deux biais existent alors : les méthodologies utilisées pour construire ces données ne sont pas similaires ce qui ne permet pas de comparer avec exactitude ces deux territoires de manière rigoureuse ; la seconde est que l'absence de données ne doit pas avoir un impact positif ou négatif sur l'indicateur global des pressions. Cela signifie que l'indicateur de pression ne peut pas être construit sous la forme d'une note maximale à laquelle on retranche chacune des notes des trois familles (stress climatique, pollutions, activités anthropiques) afin d'atteindre la note finale de l'indicateur de pression. Il doit être construit de façon à ce qu'au même titre qu'une moyenne, l'absence d'une donnée impacte peu sa note relative par rapport aux autres territoires. Néanmoins, sa note absolue restera une estimation. Il serait alors possible de construire un indicateur spécifiquement pour le programme BIG. Dans le cas de la pollution sonore des hypothèses sur la corrélation entre la pollution sonore et la densité de la population ainsi que la typologie du réseau routier auraient pu être posées. Néanmoins l'OID n'a pas l'expertise suffisante ni le temps (pour la documentation, le développement) pour être légitime dans un tel travail. Dans ce cas la donnée ne sera pas accessible sur l'ensemble du territoire national.

Des difficultés quant à l'échelle des données que ce soit en termes de représentativité ou de traitement ont aussi ponctué le travail de recherche de base de données exploitables. Si l'on reste sur l'exemple de la pollution sonore, d'autres données à l'échelle du département existent. Une base de données mise à disposition par le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) du ministère de la transition écologique qui est chargé de collecter des données relatives à l'environnement, met à disposition la population exposée au bruit routier par département. L'échelle départementale est bien trop grande pour être exploitée dans un tel outil pour la biodiversité. C'est ici que réside donc la seconde difficulté à l'élaboration de l'outil BIODI-Bat : l'état de la biodiversité et les pressions dont elle est l'objet sont très localisées. Il est alors nécessaire d'avoir des données assez précises tout en couvrant l'ensemble du territoire de manière homogène dans la méthode. C'est une contrainte qui est vraie pour beaucoup de modélisation et qui l'est d'autant plus pour la biodiversité car on parle d'individus localisés et dont l'influence sur leur environnement est très variable de l'un à l'autre. L'outil BIODI-Bat a donc vocation à prioriser l'action en donnant des lignes directrices aux professionnels de l'immobilier, néanmoins il ne remplace pas un diagnostic écologique qui permet de connaître son site.

4.2.6. Méthodologie de construction de l'indicateur de criticité.

Le croisement entre les données disponibles, les différentes familles de facteurs, ainsi que le travail bibliographique a permis de constituer la méthodologie afin de construire l'indicateur d'état de la biodiversité qui sera disponible en novembre prochain. Le sous-indicateur de pression sera développé ultérieurement. L'indicateur final d'état de la biodiversité sera la moyenne pondérée de l'indicateur de chaque famille.

$$Ce = \frac{\sum_{i=1}^n p_i f_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

Avec :

- ⊗ C_e : Indicateur de criticité – état de la biodiversité [0 ;1] (nombre réel)
- ⊗ p_i : Poids associé à chaque famille [1 ; $+\infty$ [(nombre entier)
- ⊗ f_i : Indicateur associé à chaque famille [0 ;1] (nombre réel)

4.2.6.1. Organisation du travail en interne

La structure de l'indicateur ainsi que la méthodologie pour créer chaque indicateur sous-jacent à l'indicateur global de criticité fait suite à un travail de réflexion commun avec l'ensemble de l'équipe biodiversité de l'OID. Chaque famille donnant lieu à une cartographie, il a fallu construire la méthodologie pour chacun les quatre indicateurs d'état qui seront les premiers disponibles sur la plateforme R4RE. Ces méthodologies sont le fruit de nos réflexions et discussions communes. Nous travaillions de la manière suivante : un point hebdomadaire était organisé pour faire le bilan du sous indicateur état. Nous partagions nos avancements ainsi que nos questionnements et les tests effectués la semaine précédente. Ces échanges étaient l'occasion de nourrir nos réflexions avec de nouvelles idées car nous étions toutes trois responsables de la rédaction d'une famille, des tests cartographiques et méthodologiques associés afin de valider les méthodes en interne. Armelle Lajeunesse s'occupait de la famille « espèce », Delphine Mourot de la famille « Occupation des sols » et moi-même des familles « espaces protégés et réglementés » et « connectivité ». En parallèle de ce point hebdomadaire, il nous arrivait très fréquemment dans la semaine de travailler ensemble pour réfléchir à la manière de construire les indicateurs de chaque famille. Les méthodologies qui en découlent reposent en grande partie sur le travail bibliographique effectué par Armelle Lajeunesse qui entre le mois de décembre 2021 et avril 2022 nous a permis de constituer une base solide pour développer l'indicateur de criticité reposant sur la littérature scientifique. Nous avons présentées nos méthodologies qui ont été enrichies et validées par des experts travaillant au Museum National d'Histoire Naturelle (MNHN), à l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) ainsi que l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE).

4.2.6.2. Construction de l'indicateur espaces protégés et réglementés

Les mesures de protection d'espaces représentent une des solutions les plus efficaces aujourd'hui pour lutter contre l'érosion de la biodiversité (IPBES 2019). Il existe en France une multitude d'espaces protégés différents, qui ont pour objectif d'assurer la conservation de patrimoines naturels d'intérêt sur le territoire national et d'éléments de biodiversité remarquables ou menacés, afin de permettre aux écosystèmes de fournir les services dont les sociétés humaines bénéficient.

Il a été évalué que les aires protégées permettent de maintenir les populations d'espèces et des habitats naturels comme les forêts (Geldmann *et al.* 2013). Il a été démontré que la richesse et l'abondance des espèces est plus importante à l'intérieur des espaces protégés qu'à l'extérieur (Coetsee *et al.* 2014, Geldmann *et al.* 2013, Gray *et al.* 2016).

La proximité d'un espace réglementé avec un bien immobilier peut donc être source d'enjeux et de la présence d'une biodiversité riche. C'est la raison pour laquelle l'indicateur d'état de la biodiversité prend en compte les espaces réglementés et protégés à proximité selon trois critères :

- ⊗ Le niveau de protection de l'espace réglementé et protégé (4 niveaux)

- ② La superficie de l'espace réglementé (2 caractéristiques)
- ② La distance entre l'espace réglementé et l'adresse entrée par l'utilisateur (3 caractéristiques)

Niveau de protection

Les espaces réglementés sont classifiés selon leur niveau de protection (d'après Witté et al. 2013, actualisé à la suite de la publication de la nouvelle Stratégie nationale des aires protégées : Ministère de la Transition écologique, 2021 et du diagnostic des aires protégées de l'INPN : Léonard, 2020). La valeur de l'indicateur variera donc selon la catégorie une, deux, trois ou quatre du niveau de protection de l'espace protégé (la catégorie I étant le niveau de protection maximale et la catégorie IV le niveau minimal). Cette classification est fonction du potentiel écologique de l'espace et non pas de son niveau de protection réglementaire.

- ② **Espaces de catégorie I** : APB, Parcs nationaux (cœur), réserves biologiques, réserves naturelles nationales, réserves naturelles régionale, réserve naturelle de Corse, Réserves nationales de chasse et faune sauvage, Terrains du Conservatoire du Littoral, sites acquis des Conservatoires d'Espaces Naturels
- ② **Espaces de catégorie II** (Natura 2000) : Sites d'importance communautaire (SIC), zones de protection spéciale (ZPS)
- ② **Espace de catégorie III** : Parcs nationaux (aire d'adhésion), Parcs naturels régionaux, Réserves de biosphère, sites Ramsar, sites gérés des Conservatoires d'Espaces Naturels, Espaces Naturels Sensibles
- ② **Espaces de catégorie IV** : ZNIEFF type I et II, ZICO

Superficie de l'aire protégée et réglementée

D'après Rodrigues et al. (2004), la taille d'une aire protégée influe sur sa capacité à maintenir la biodiversité. En effet, des aires protégées de moins de 1, 000 ha sont moins efficaces à maintenir des populations d'espèces viables. La valeur de l'indicateur dépendra donc de si la surface de l'aire protégée est inférieure ou supérieure à 1 000 ha

Distance entre l'espace réglementé et l'adresse entrée par l'utilisateur

Enfin, la distance entre l'adresse saisie par l'utilisateur de l'outil BIODI-Bat et l'espace protégé et réglementé constitue également un indice important pour définir sa criticité vis-à-vis de la biodiversité. Le changement d'usage des sols à proximité des espaces protégés peut menacer les processus écologiques et la biodiversité à l'intérieur des aires protégées. Pour la plupart des types d'aires protégées pris en compte dans l'indicateur, la probabilité de trouver un site constructible ou un bâtiment est faible, nous avons donc choisi de considérer deux zones tampons, ce qui permet de mieux discriminer la criticité. La première située à 500 mètres représente un périmètre restreint autour de l'espace dans lequel les perturbations anthropiques influencent fortement les processus écologiques à l'intérieur de la zone protégée. La deuxième zone tampon située à 2000 m a été est plus large afin d'assurer un périmètre où les perturbations sont toujours susceptibles d'impacter la biodiversité des espaces protégés.

Pour chaque adresse saisie par l'utilisateur, la valeur de l'indicateur dépendra de si la parcelle est située dans :

- ☉ Le cœur de l'aire protégée et réglementée : contenu dans les limites de la zone
- ☉ La zone tampon 1 : 500m
- ☉ La zone tampon 2 : 2000m

Attribution des valeurs de l'indicateur aire protégée et réglementée

Afin d'obtenir un indicateur final des aires protégées et réglementées, une note est attribuée en combinant les critères de chaque combinaison possible (par exemple : catégorie IV / Superficie > 1000 ha / zone tampon 1). Au total, trois paramètres peuvent varier (catégorie, zone, surface). Pour noter chaque combinaison, nous avons identifié les axiomes suivants :

- ☉ Le niveau de protection selon les catégories I, II, III et IV est la caractéristique qui a le plus de poids.
- ☉ Se trouver dans un cœur ou la zone tampon 1 (500m) doit rendre une note proche car l'influence à cette proximité reste importante.
- ☉ Se trouver dans une zone tampon 2 par rapport une zone tampon 1 est plus discriminant car cette zone tampon est plus large (2 km). La différence de criticité est donc plus importante.
- ☉ L'impact de la surface de l'aire protégée et équivalent à celui de se situer en cœur ou zone tampon 1.

Pour chaque axiomes, des malus sont attribués à chaque combinaison. La méthode de notation est la suivante : la note la plus élevée (catégorie I, cœur, surface supérieure à 1 000 ha) s'élève à 1. Il s'agit de la référence pour calculer les notes des autres chemins. Chaque chemin auquel on attribue une note peut devenir une référence pour les autres chemins qui ne sont pas encore notés. Pour attribuer des notes aux autres chemins, nous nous reposons sur une référence à laquelle nous soustrayons les constantes en fonction des paramètres variants (voir Tableau 3).

Tableau 3 : Système de notation de l'indicateur espace protégés et réglementés

Paramètre référent	Paramètre variant	Constante
Catégorie >	Catégorie < ¹	0,15
C ²	ZT1 ³	0,05
ZT1	ZT2 ⁴	0,15

¹Catégorie < : catégorie inférieure à la catégorie de référence : « catégorie > » (par exemple « malus de 0,15 pour une catégorie II par rapport à une catégorie I et malus de 0,3 pour une catégorie III par rapport à une catégorie I.

² C : coeur

³ ZT1 : zone tampon 1

⁴ ZT2 : zone tampon 2

$S >^5$	$S <^6$	0,05
---------	---------	------

Pour bien comprendre prenons un exemple : un espace paramétré « catégorie I, cœur, surface supérieure à 1 000 ha » est noté 1. Cela nous permet de noter un espace paramétré « catégorie I, zone tampon 1, surface supérieure à 1 000 ha » à 0,950. Afin de noter un espace classé « catégorie III, ZT1, surface > 1000 ha » il est possible de partir de la note de l'espace « catégorie I, ZT1, surface > 1000 ha » qui s'élève à 0,950 et de lui soustraire $2 \times 0,15$. On atteint la note de 0,650.

Ce système de notation par soustraction permet de conserver un écart équivalent pour chaque paramètre de chaque chemin, contrairement à une méthode par pondération de coefficients. Ainsi être en zone tampon 1 par exemple plutôt que d'être en cœur, va avoir le même poids quelque soit le niveau de protection de l'espace dans lequel nous nous trouvons.

Catégorie	IV						III						II						I								
Zone	ZT2		ZT1		C		ZT2		ZT1		C		ZT2		ZT1		C		ZT2		ZT1		C				
Surface	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>			
Note	0,300	0,350	0,450	0,500	0,450	0,500	-	0,500	0,550	0,600	0,650	0,600	0,650	-	0,650	0,700	0,750	0,800	0,750	0,800	-	0,800	0,850	0,900	0,950	0,950	1,000

Figure 13 : Ensemble des notes possibles de l'indicateur espaces protégés et réglementés

Formation de l'indicateur

Après avoir attribué une note pour chaque type d'espace, il est nécessaire de calculer l'indicateur final d'état pour la famille « espaces protégés et réglementés », notamment dans les cas où l'on peut observer une superposition d'espace ou de zone tampon. Deux méthodes sont alors envisagées et seront testées par traitement cartographique.

Méthode par maximum

Pour une localisation où plusieurs espaces se superposent, on extrait la note maximale du type d'espace dont elle dépend.

Par exemple, si l'on se trouve à la fois dans la zone tampon 1 d'un espace de catégorie I et de surface inférieure à 1000 ha (note : 0,9), ainsi que dans la zone tampon 2 d'un espace de catégorie III de surface supérieure à 1000 ha (note : 0,5), l'indicateur « criticité – espace protégé et réglementé » pour ce bâtiment prendra la note de 0,9.

Méthode par somme normalisée

Pour chaque superposition, on comptabilise le nombre d'occurrences de chaque combinaison en sommant la note de chacun. On a ainsi l'indicateur intermédiaire y selon la formule suivante :

$$y = \sum_{i=1}^n x_i a_i$$

⁵ S> : surface supérieure à 1 000 ha

⁶ S< : surface inférieure à 1 000 ha

Avec :

x_i : Nombre d'occurrences d'une combinaison pour une même adresse (nombre entier entre 0 et l'infini) : relatif au nombre d'éléments dans le champ d'influence du bâtiment.

a_i : Note de chaque chemin (nombre réel entre 0 et 1)

Afin d'avoir un indicateur d'espaces protégés et réglementés final compris entre 0 et 1, l'indicateur intermédiaire sera normalisé selon une fonction mathématique qui tend vers 1 à partir d'une certaine valeur de x (relatif au nombre d'espaces à proximité). Cette méthode a été choisie afin de ne pas observer une évolution linéaire de l'enjeu.

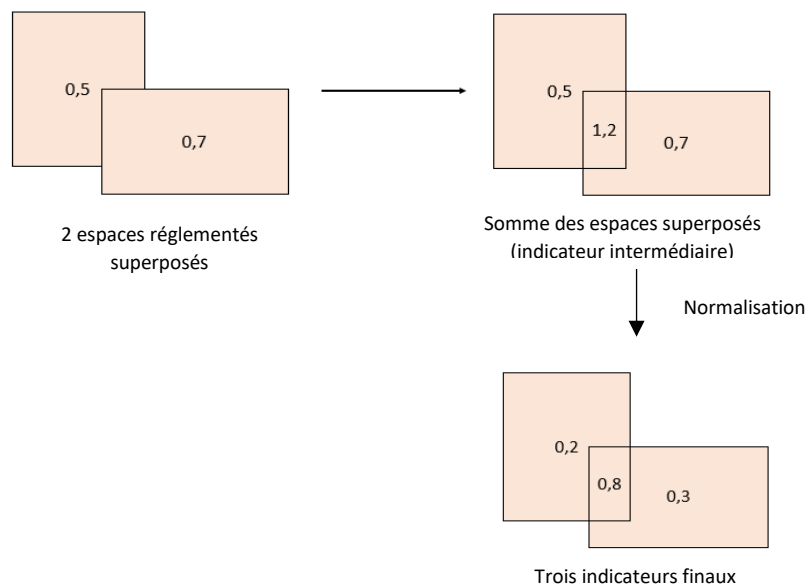


Figure 14 : Processus de formation de l'indicateur d'aires protégées et réglementées

La formule permettant la normalisation s'approchera de la formule suivante :

$$f(x) = 1 - e^{-x}$$

Avec x (nombre réel entre 0 et l'infini)

Le point de fléchissement reste à déterminer selon les tests qui seront faits cet été selon les protocoles de cartographie réalisés.



Figure 15 : Allure de la formule de normalisation

Le protocole rédigé est disponible en Annexe 5 – Protocole BIG de l'indicateur de criticité Espace protégés et réglementés, il détaille aussi les différentes étapes du traitement SIG.

4.2.6.3. Construction du sous-indicateur espèces

Bien que les aires protégées assurent une certaine représentation de la distribution de enjeux de biodiversité, elles ne suffisent pas pour caractériser les hotspots de biodiversité sur le territoire. En effet, la littérature scientifique soulève un manque de représentativité des méthodes spatiales (Léonard et al. 2020, Rodrigues et al. 2004, Scott et al. 1993). Etudier la diversité des espèces est alors nécessaire afin d'évaluer la criticité d'un site vis-à-vis de la biodiversité. Les espèces menacées et endémiques sont des espèces dont la conservation est la plus préoccupante (Rodrigues et al. 2004). Ces espèces ont un statut réglementaire qui les protège des actions anthropiques. Les acteurs de l'immobiliers sont soumis eux aussi à cette réglementation avec l'interdiction de porter atteinte aux espèces protégées ([L411-1 du Code de l'environnement](#)).

Afin de construire cet indicateur nous nous sommes reposés sur les inventaires européens 2013-2018 des espèces visées par les directive Habitat Faune Flore (DHFF article 17) et oiseaux (DO article 12). Le rapportage européen met à disposition la distribution de la richesse en espèces dites d'intérêt communautaire, c'est-à-dire des espèces en danger, vulnérables, rares ou endémiques. Le choix de cette source repose sur la récence des données par rapport aux Atlas de biodiversité, ainsi que sur la fiabilité des données. En effet, les données sont retraitées et vérifiées contrairement aux données d'observation de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN). Ce traitement consiste à exclure les données d'observation d'espèces dites d'intérêt communautaire qui ne sont pas géographiquement dans leur territoire naturel et qui dans ce cas ne fait pas partie l'objet d'une protection particulière.

Afin de construire l'indicateur de criticité, nous avons comptabilisé le nombre d'espèces différentes issues du rapportage européen dans des mailles de 10 km par 10km qui est la résolution du rapportage. Afin d'obtenir un indicateur entre 0 et 1, nous avons discrétisé les valeurs obtenues en 10 classes suivant la méthode de rupture naturelle (Jenks). Cette méthode permet d'optimiser le regroupement de valeurs similaires et de maximiser la différence entre les catégories.

4.2.6.4. *Construction du sous-indicateur connectivité*

Des espaces protégés et à enjeu écologique sont importants en tant que tels pour le maintien de la biodiversité, mais ils ne sont pas suffisamment efficaces s'ils sont isolés et ne permettent pas le déplacement des espèces. La connectivité des espaces végétalisés est un élément important pour de nombreux processus écologiques : reproduction, migration, échanges électrique et chimique par le mycélium, adaptation en cas de pressions (prédation, pressions anthropiques, conséquence du changement climatique...) etc. Ces échanges entre les différents réservoirs de biodiversité sont nécessaires pour assurer le maintien de la biodiversité (Santini et al. 2015).

Le secteur de l'immobilier participe à l'artificialisation des sols et donc à la fragmentation des habitats, néanmoins, il peut aussi participer à réintroduire une continuité écologique dans des environnements anthropisés selon ses choix de conception. Cet élément sera développé dans l'indicateur d'artificialisation extérieur à l'indicateur de criticité.

Ce qui est mesuré dans la famille connectivité est l'état de la connectivité écologique dans une maille autour du site. C'est quelque chose de difficile à évaluer car elle dépend des espèces et des caractéristiques du paysage (Bélisle, 2005 ; Crooks & Sanjayan, 2006 ; Baguette & Van Dyck, 2007). Initialement nous souhaitions construire un indicateur simplifié qui évaluerait la connectivité en fonction de la proximité du site immobilier avec un élément des trames vertes et bleues recensées dans les Schéma régional de cohérence écologique (SRCE). Il existe des bases de données pour chaque région regroupant les éléments constituant les SRCE. Néanmoins ces bases de données nous ont mis face à un phénomène présenté précédemment : l'hétérogénéité des données selon les régions. Ces bases de données étant inexploitable sans un lourd traitement interne, nous avons préféré réutiliser les résultats de l'UICN qui a mené un projet de cartographie de la naturalité nommé CartNat dont la continuité spatiale est un des trois indicateurs (les deux autres étant l'intégrité biophysique de l'occupation du sol et la spontanéité des processus (influence humaine)). La carte des continuités spatiales a été développée grâce au modèle Omniscape qui modélise la connectivité du flux écologique potentiel au sein des zones de naturalité en appliquant la théorie des circuits (McRae et al. 2016).

Les tests sur QGis ont mis en évidence que la résolution de cette carte très fine (20m par 20m) rend la couche cartographique trop lourde pour que les données soient exploitables. Afin de garder une précision importante dans les principales aires urbaines où est concentrée l'activité des acteurs de l'immobilier, une échelle fine sera conservée dans ces zones alors que sur le reste du territoire la maille sera élargie afin de réduire l'information et donc le poids de la carte.

Le protocole rédigé est disponible en Annexe 6 – Protocole de l'indicateur de criticité Connectivité, il détaille aussi les différentes étapes du traitement SIG.

4.2.6.5. *Construction du sous indicateur d'occupation des sols*

Les données d'occupation du sol permettent d'indiquer la qualité des milieux. Pour représenter la qualité des écosystèmes, nous utilisons des données d'occupation du sol pour construire une métrique basée sur le concept de naturalité (Guetté et al. 2008).

L'objectif est de créer un indicateur de l'occupation des sols végétalisés en fonction du niveau potentiel écologique du milieu, sa surface, ainsi que la distance avec l'adresse saisie par l'utilisateur de l'outil BIODI-Bat. C'est une famille qui appartient au sous-indicateur d'état. Les zones artificialisées seront comptabilisées dans l'indicateur de pression comme des éléments de fragmentation du territoire.

L'occupation des sols est représentée dans plusieurs bases de données dont les bases topographiques de l'IGN et Corine Land Cover (CLC). Celle de Corine Land Cover qualifie bien les données sur les types de milieux en zone rurale mais manque de précision sur l'occupation des sols en zone urbaine. Ainsi, pour les grandes métropoles nous appliquerons un traitement plus fin des espaces végétalisés (alignement d'arbres, parc urbain, etc.) grâce aux données topographiques de l'IGN.

Pour former l'indicateur, une note entre 0 et 1 sera attribuée aux différentes typologies de surface en fonction de leur niveau de potentiel écologique. La note finale de chaque maille sera la moyenne des valeurs de chaque milieu présent dans la maille pondérée par la surface de chacun. L'activité immobilière étant plus concentrée en zone urbaine, les mailles seront plus fines dans les grandes métropoles (200m par 200m) et plus large sur le reste du territoire (2 km par 2km). Afin de prendre en compte l'environnement avoisinant le bâtiment, les mailles adjacentes à la maille dans laquelle se situe le bâtiment seront prises en compte mais avec un coefficient plus faible (0,2) que dans la maille « cœur » (0,8).

Prenons la situation suivante avec m_a , m_b , m_c , m_d quatre milieux végétalisés différents notés respectivement 0,8 ; 0,6 ; 0,5 ; 0,8 (voir Figure 16).

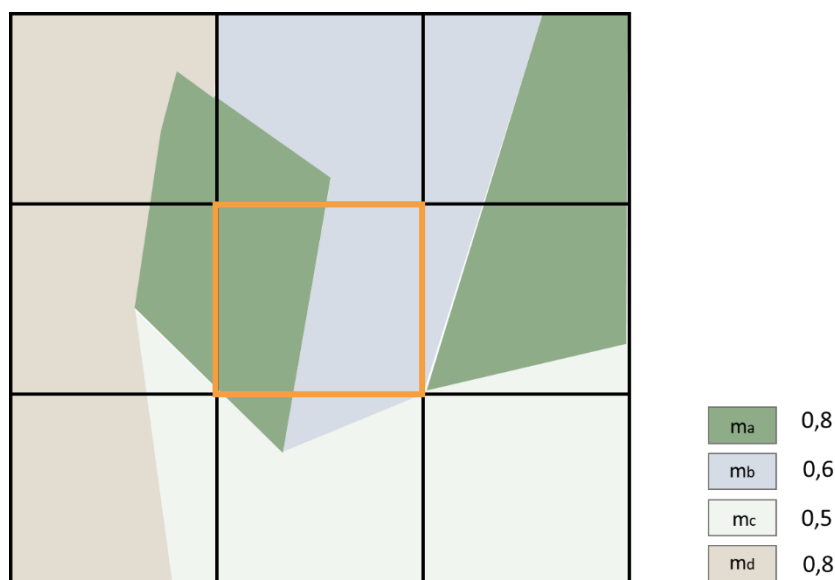


Figure 16 : Situation d'occupation des sols

La méthode de quantification de la maille qui est au centre est calculée de la manière suivante :

- ⊗ Note propre de la maille cœur Q_c :

$$Q_c = \frac{1}{2}m_a + \frac{1}{2}m_b = \frac{1}{2} \cdot 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,7$$

- ⊗ L'opération est réalisée pour l'ensemble des mailles adjacentes « i » (voir Figure 17).



Figure 17 : Exemple de notation de l'occupation des sols

- ⦿ L'indicateur final d'occupation des sols végétalisés O_c de la maille cœur suit la formule suivante avec « i » les mailles adjacentes à la maille cœur « c » :

$$O_c = 0,8 \cdot Q_c + 0,2 \cdot \frac{\sum_{i=1}^8 Q_i}{8} = 0,69$$

4.2.7. La suite pour l'indicateur de criticité...

Les méthodologies et protocoles étant établis, rédigés et testés pour l'ensemble du sous-indicateur état vis-à-vis de la biodiversité, le traitement cartographique va être mené pendant le mois de septembre. Une partie sera effectuée en interne et une autre sera externalisée pour des raisons de moyens techniques et de ressources humaines. Ces traitements seront l'occasion de calibrer l'indicateur et de statuer sur quelques points méthodologiques comme la méthode du maximal ou de la somme normalisée pour la famille espaces protégés et réglementés.

Le sous-indicateur pression sera développé d'ici le deuxième trimestre de l'année 2023 et déposé sur la plateforme R4RE afin d'obtenir un indicateur de criticité unique.

5. Conclusion et retour réflexif

Travailler sur deux thématiques de l'OID (Energie-Climat et Biodiversité) ont été pour moi l'occasion d'élargir ma capacité d'analyse et de synthèse sur des enjeux différents et donc de développer des compétences toutes aussi variées par la diversité de livrables attendus. J'ai pu participer à l'ensemble des phases des projets du lancement à la communication des résultats.

5.1. Un stage pluridisciplinaire avec une présence à chaque étape des projets

Pour tous les projets auxquels j'ai participé, il a fallu commencer par une phase plus ou moins longue d'acculturation du projet et des concepts associés. Des connaissances générales et maîtrise des concepts fondamentaux de l'aménagement du territoire, de l'environnement, de l'énergie ainsi qu'une capacité d'apprentissage ont été nécessaires afin de s'approprier les projets et pouvoir entrer en profondeur dans les problématiques variées. J'ai pu aussi bien avoir à faire à des sujets très précis comme l'analyse des CPE dont j'ignorais l'existence avant mon arrivée à l'OID, comme à des projets

comme BIG dont l'échelle est beaucoup plus globale. Dans les deux cas, des recherches bibliographiques ont été nécessaires tout au long du travail. Ces sujets ont demandé une certaine capacité d'adaptation afin de répondre aux attentes pluridisciplinaires.

Les sujets d'ordre réglementaire, notamment concernant le décryptage que j'ai effectué sur l'objectif national Zéro Artificialisation Nette (ZAN) qui a été ma première tâche sur la thématique biodiversité pendant les premiers mois à l'OID, permettent de tenir une veille externe et interne et facilite l'appropriation de ces sujets par les professionnels de l'immobilier (voir Annexe 7 – Décryptage ZAN). Les mécanismes réglementaires restent peu concrets pour moi car il me faut un temps d'appropriation de ces sujets plus important que des sujets scientifiques de l'aménagement, environnementaux ou énergétiques pour lesquels les nouveaux apports sont vite assimilés.

Outre l'analyse réglementaire, une partie importante de mon stage a consisté à concevoir des indicateurs. Pour cela le recours aux outils techniques tels que les logiciels de SIG et logiciels de traitement statistique ont été indispensables et n'auraient pas pu être exploités sans des bases en modélisation et en mathématiques. Ce profil ingénieur m'a permis d'identifier plusieurs paradoxes dans les indicateurs, des phénomènes inexpliqués ou difficilement interprétables ou encore des méthodes inappropriées au problème qui ont ainsi pu être remontés auprès des équipes avec lesquelles je travaillais et avec qui nous avons pu apporter des solutions ou des explications. Ça a été notamment le cas durant les phases d'analyse des indicateurs des études énergies sur les CPE et le baromètre de Paris la Défense, mais aussi lors de la création des méthodologies pour l'indicateur de criticité du programme BIG. Remonter ces éléments a été possible grâce à une communication en interne ouverte, avec une hiérarchie accessible.

Durant mon stage j'ai pu pleinement participer aux phases de conception des projets et de mise en œuvre technique (notamment d'indicateurs et de décryptage), ainsi qu'aux phases d'analyse et d'interprétation des résultats. La phase finale qui consiste à communiquer en externe sur les travaux effectués a été pour moi l'étape la plus difficile. Le secteur de l'immobilier est une filière à laquelle je ne suis pas habituée. Les objectifs de chaque profession (promotion immobilière, gestion immobilière, investisseurs, etc.) et leur actions concrètes au quotidien sont restés assez flous pendant une longue période. Actuellement je suis plus à l'aise avec l'organisation de la filière et les interactions entre les différentes professions, cependant je constate qu'identifier l'information clé pour eux reste un exercice sur lequel il me reste des efforts à faire que ce soit à l'écrit dans les études ou articles publiés, comme à l'oral lors de mes prises de paroles durant les groupes de travail. Cela rend ma communication moins efficace. Les échanges avec les experts scientifiques, dans le cadre de BIG par exemple, a été pour moi un exercice beaucoup plus simple car il s'agissait d'expliquer notre travail et de discuter de sujets beaucoup plus techniques avec des interlocuteurs venant plus ou moins du même domaine. Ce type de communication est un travail sur lequel j'ai été habitué durant ma scolarité. S'adapter à un auditoire si différent est un exercice auquel je vais pouvoir pleinement me confronter dans mon parcours professionnel futur.

5.2. Et après ?

Par les sujets liés à la biodiversité ainsi que leur variété (les espèces, l'artificialisation des sols, la continuité écologique, les différentes pressions anthropiques, etc.), le programme BIG a été un projet très stimulant. Ce projet m'a permis de participer à la conception d'indicateur de systèmes complexes et de créer des méthodologies permettant leur création. Cette expérience m'a fait découvrir un attrait particulier pour ces problématiques. C'est la raison pour laquelle je souhaiterais après mon stage continuer dans cette voie-là. L'OID m'offre l'opportunité de continuer à mener une expertise sur la

biodiversité à partir de novembre prochain, date à laquelle je commencerai un nouveau contrat qui me permettra de continuer à travailler pour le Biodiversity Impulsion Group à 70% de mon temps. Le reste du temps je continuerai à travailler sur la thématique Energie-Climat ce qui me permettra de conserver une certaine flexibilité de travail avec des sujets, des livrables et des managements différents.

L'OID participe à la formation des acteurs de l'immobilier et leur délivre des outils intervenant en amont de la phase projet. Ce positionnement me permet d'acquérir une expertise sur les sujets environnementaux appliqués à l'immobilier et me sera utile pour un travail futur que je souhaite orienter sur la conception de projets.

Bibliographie

- Aissaoui, Meriem. « L'impact de l'enveloppe végétale sur le confort thermique et la consommation énergétique des bâtiments. » École Polytechnique d'architecture et d'urbanisme (EPAU), 2020. Etude disponible [ici](#).
- Baguette, Michel, et Hans Van Dyck. « Landscape Connectivity and Animal Behavior: Functional Grain as a Key Determinant for Dispersal ». *Landscape Ecology* 22, n° 8 (1 octobre 2007): 1117-29. Etude disponible [ici](#).
- Bélisle, Marc. « Measuring Landscape Connectivity: The Challenge of Behavioral Landscape Ecology ». *Ecology* 86, n° 8 (2005): 1988-95. Etude disponible [ici](#).
- Coetzee, Bernard W. T., Kevin J. Gaston, et Steven L. Chown. « Local Scale Comparisons of Biodiversity as a Test for Global Protected Area Ecological Performance: A Meta-Analysis ». *PLOS ONE* 9, n° 8 (27 août 2014): e105824. Etude disponible [ici](#).
- Crooks, Kevin R., et M. Sanjayan. *Connectivity Conservation*. Cambridge University Press, 2006. Etude disponible [ici](#).
- Delavaud, Aurélie, Elodie Milleret, Stanislas Wroza, Hélène Soubelet, Ana Deligny, et Jean-François Silvain. *Indicateurs et outils de mesure - Evaluer l'impact des activités humaines sur la biodiversité*. FRB. Expertise et synthèse. FRB, 2021. Etude disponible [ici](#).
- Geldmann, Jonas, Megan Barnes, Lauren Coad, Ian D. Craigie, Marc Hockings, et Neil D. Burgess. « Effectiveness of Terrestrial Protected Areas in Reducing Habitat Loss and Population Declines ». *Biological Conservation* 161 (1 mai 2013): 230-38. Etude disponible [ici](#).
- IPBES. « Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services ». Bonn, Germany: IPBES secretariat, 4 mai 2019. Etude disponible [ici](#).
- Léonard, Lilian, Isabelle Witté, Paul Rouveyrol, et Katia Hérard. « Représentativité et lacunes du réseau d'aires protégées métropolitain terrestre au regard des enjeux de biodiversité », octobre 2020. Etude disponible [ici](#).
- McRae, Brad, Ken Popper, Aaron Jones, Michael Schindel, Steve Buttrick, Kimberly Hall, Bob Unnasch, et Jim Platt. « Conserving Nature's Stage: Mapping Omnidirectional Connectivity for Resilient Terrestrial Landscapes in the Pacific Northwest ». The Nature Conservancy, juin 2016. Etude disponible [ici](#).
- Ministère de la Transition écologique. « Stratégie nationale pour les aires protégées 2030 », 2021. Etude disponible [ici](#).
- OECD. « Corps central d'indicateurs pour les examens des performances environnementales : Rapport de synthèse du Groupe sur l'Etat de l'Environnement », 1993. Etude disponible [ici](#).
- OID. « Taxinomie Européenne, guide de recommandations pour son application dans le secteur de l'immobilier ». OID, février 2022. Etude disponible [ici](#).
- ONCPE. « Troisième édition des chiffres clés de l'Observatoire des CPE ». ONCPE, novembre 2021. Etude disponible [ici](#).
- Rodrigues, Ana S. L., Sandy J. Andelman, Mohamed I. Bakarr, Luigi Boitani, Thomas M. Brooks, Richard M. Cowling, Lincoln D. C. Fishpool, et al. « Effectiveness of the Global Protected Area Network in Representing Species Diversity ». *Nature* 428, n° 6983 (avril 2004): 640-43. Etude disponible [ici](#).
- Santini, Luca, Santiago Saura, et Carlo Rondinini. « Connectivity of the Global Network of Protected Areas ». *Diversity and Distributions* 22, n° 2 (2016): 199-211. Etude disponible [ici](#).
- Scott, J. Michael, Frank Davis, Blair Csuti, Reed Noss, Bart Butterfield, Craig Groves, Hal Anderson, et al. « Gap Analysis: A Geographic Approach to Protection of Biological Diversity ». *Wildlife Monographs*, n° 123 (1993): 3-41.
- Walmsley, Anthony. « Greenways: Multiplying and diversifying in the 21st century ». *Landscape and Urban Planning* 76 (1 avril 2006): 252-90. Etude disponible [ici](#).
- Witté, Isabelle, Julien Touroult, et Laurent Poncet. « Distribution spatiale et complémentarité des "hotspots" de biodiversité en France métropolitaine », mars 2013. Etude disponible [ici](#).

Annexes

Les annexes 1 et 3 ont été rédigées par Morgane Mouillé et moi-même ; les annexes 2, 4, 5, 6 et 7 ont été rédigées par moi-même.

Annexe 1 – Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments de Paris la Défense

JUIN 2022

Baromètre 2021 de la performance énergétique du quartier de Paris La Défense

EDITORIAL

Fin février 2022, le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) confirmait l'impérieuse nécessité des efforts relatifs à la fois à **l'atténuation du changement climatique** mais également à **l'adaptation** aux événements climatiques extrêmes qu'il provoque. Les experts du GIEC sont formels : **tout retard supplémentaire dans l'action mondiale manquera une brève fenêtre d'opportunité pour garantir un avenir vivable et durable pour tous**. Face à ce constat, le territoire de Paris La Défense souhaite bâtir un nouveau modèle de développement du quartier d'affaire basé sur une vision durable et affiche la volonté de devenir le premier quartier post-carbone. Pour ce faire, le territoire a pris **l'engagement de diviser par 2 ses émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2030**, anticipant l'objectif national de réduction de 40% à la même échéance.

L'enjeu est de taille, l'estimation de l'empreinte carbone des activités du territoire a mis en avant des émissions équivalentes à celles d'une capitale régionale alors que le territoire ne compte qu'environ 40 000 habitants. Parmi ces émissions, un tiers sont issues des travaux de construction et **15% proviennent du seul fonctionnement des bâtiments**. Pour engager une démarche de réduction de ces émissions, il est important pour le territoire de mieux connaître les bâtiments qu'il accueille. C'est dans ce contexte que Paris la Défense et l'OID présentent, pour la troisième année consécutive, le **Baromètre de la Performance Énergétique du quartier d'affaires de La Défense**. Il s'agit ici de porter un regard objectif sur les consommations énergétiques des bâtiments afin de mettre en œuvre des actions correctives adéquates. Il s'agit également d'observer la trajectoire de diminution des consommations pour la comparer avec les objectifs nationaux et locaux précités.

Parmi les actions mises en place, Paris la Défense et l'IFPEB ont lancé en 2021 l'animation du concours d'économie d'énergie cube à l'échelle du territoire. Ce baromètre sera aussi l'occasion de faire le point sur l'état initial des bâtiments participants pour lesquels il est possible de présumer une réduction d'au moins 10% par an des consommations énergétiques (par analogie avec d'autres éditions).

Cette année, une analyse de l'année 2020 exceptionnelle du fait du contexte lié à la crise sanitaire et de premières observations sur la résilience des bâtiments ont également été intégrées.

METHODOLOGIE

Chaque année, l'Observatoire de l'Immobilier Durable collecte des données auprès de ses membres et partenaires afin de réaliser un travail d'analyse publié dans ses [Baromètres de la performance énergétique et environnementales \(BPE\)](#). Cette année l'OID s'est appuyé sur une base de données de 23 300 bâtiments et 54,3 millions de mètres carrés pour produire des indicateurs portant sur la consommation énergétique, les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'eau et la production de déchets. Cette base de données comprend des informations sur les typologies des bâtiments, leur consommation énergétique, l'acquisition de

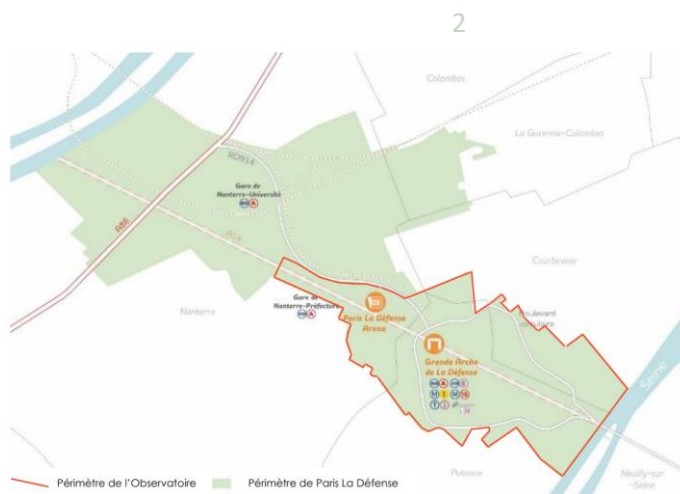
certifications ou labels et bien d'autres. Les indicateurs produits au cours de ce travail servent d'éléments de comparaison. Pour cette étude, une collecte complémentaire auprès des propriétaires de bureaux à Paris La Défense a été menée. Les données sont toutes vérifiées selon la procédure du BPE.

Les indicateurs 2021 (exceptés ceux liés à l'analyse de l'effet de la COVID) sont des moyennes triennales des moyennes annuelles de 2020, 2019, et 2018, établies sur un périmètre courant (i.e. à échantillon variable). Cette méthode de consolidation permet de lisser la rigueur climatique, l'intensité d'usage et les effets liés à la variation annuelle de l'échantillon. Par ailleurs une correction statistique permettant d'éliminer les valeurs aberrantes est appliquée.

Tout au long de ce baromètre, l'acronyme BPE sera utilisé pour comparer les bâtiments de l'échantillon de Paris La Défense avec l'échantillon de bureaux de l'OID.

PRESENTATION DU PARC DE BÂTIMENTS ETUDIÉS

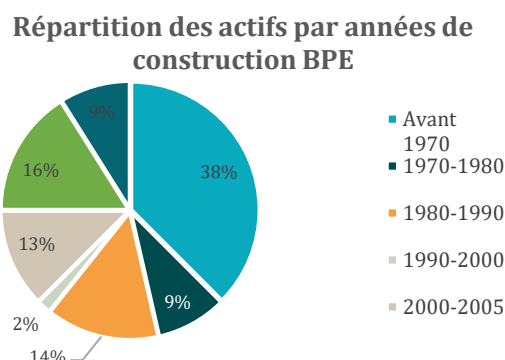
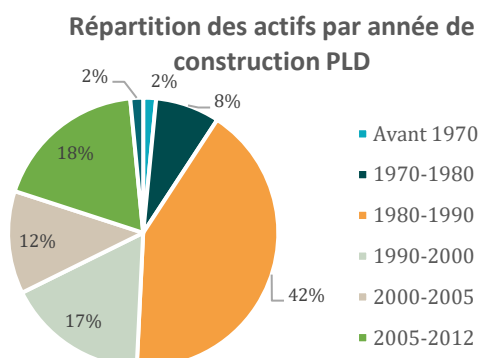
Données collectées en 2021



L'échantillon final totalise 46 bâtiments de 17 contributeurs différents. Le périmètre de la collecte inclut le quartier d'affaires de Paris La Défense et les terrasses de Nanterre qui comprend 149 bâtiments de bureaux. **L'échantillon représente donc 31% du parc total.**

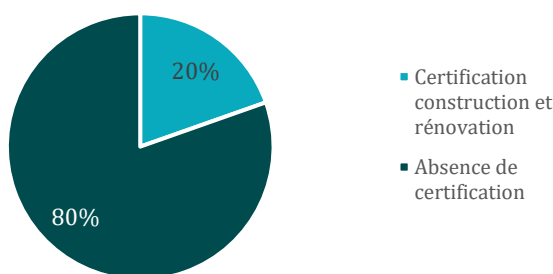
	Nombre de bâtiments	Surface de plancher en m ²
OIN Défense	37	848 562
Terrasses	9	145 340
Total	46	993 903

Répartition par année de construction

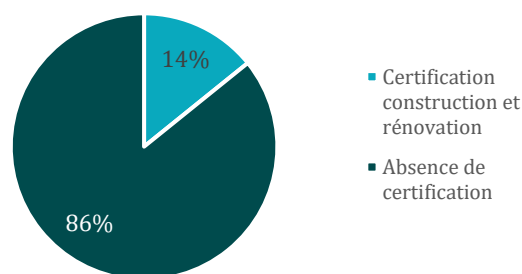


A l'inverse de l'échantillon national, l'échantillon Paris La Défense comprend très peu d'actifs ayant été construits avant les années 1970. De l'autre côté du spectre, les bâtiments construits après 2012 sont également plus rares sur ce périmètre. Les années de construction de l'échantillon reflètent ainsi l'essor du quartier de La Défense dans les années 80.

Répartition des certification en construction et rénovations - PLD



Répartition des certification en construction et rénovations - BPE

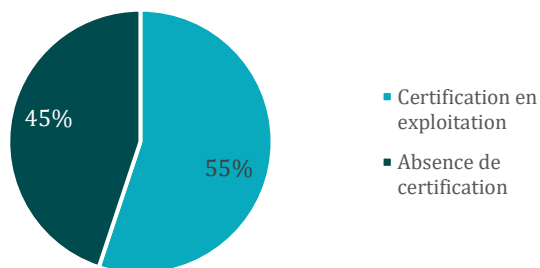


Des bâtiments en moyenne plus certifiés sur le quartier d'affaires

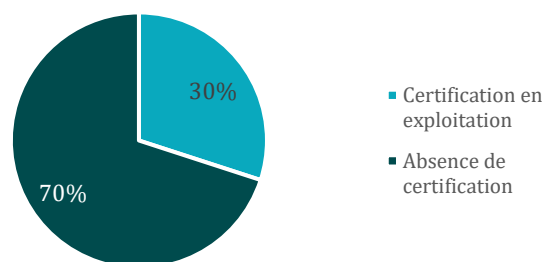
20% des bureaux de Paris La Défense pris en compte dans cette étude sont certifiés en construction/rénovation contre 14% dans l'échantillon global. Les certifications prises en compte sont HQE, BREEAM et LEED.

Les bâtiments de bureaux de Paris La Défense pris en compte dans cette étude sont certifiés en exploitation à **55%** contre 30% dans l'échantillon global. Les certifications prises en compte sont

Répartition des certifications en exploitation - PLD



Répartition des certifications en exploitation - BPE



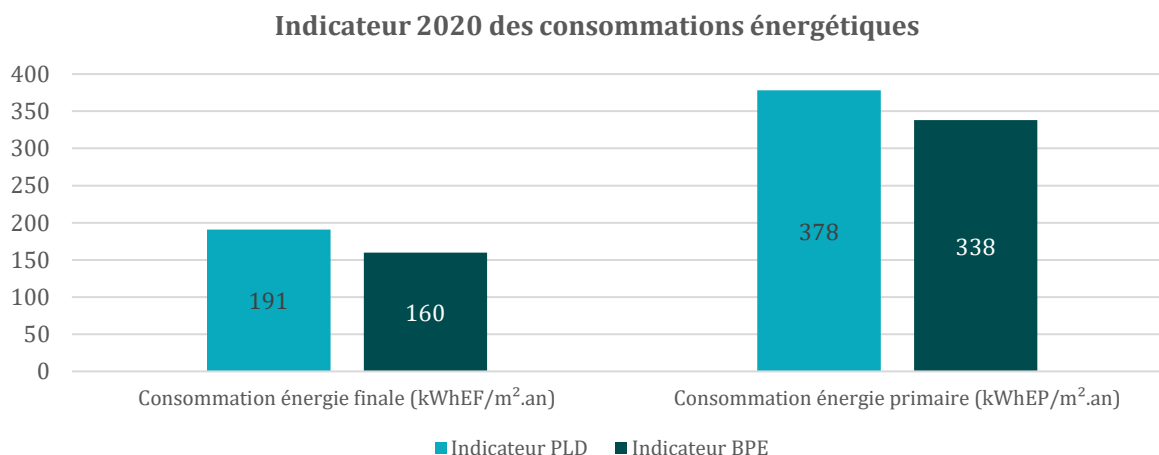
HQE, BREEAM et LEED. Ces certifications évaluent le système de management du projet, le confort et la santé des usagers ainsi que la performance environnementale (énergie, eau, déchets, etc.).

Ces certifications sont adaptatives en fonction du bâtiment soumis à l'audit. Ainsi les exigences pour atteindre les différents niveaux de certification sont variables selon si le bâtiment est neuf, rénové ou existant. Elles permettent néanmoins de garantir un certain niveau de performance énergétique ainsi qu'un suivi précis des consommations.

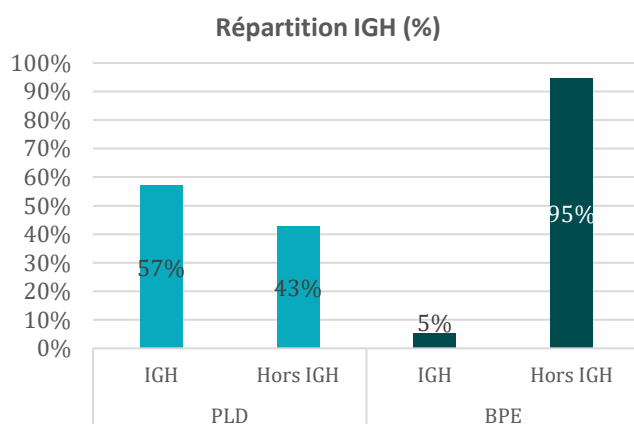
INDICATEURS CLES

Les données collectées sur les consommations énergétiques permettent de comparer les moyennes des consommations des actifs sur Paris La Défense avec l'indicateur de consommation énergétique pour les bureaux de la base de données globale. **Ces deux derniers indicateurs sont produits par l'OID et calculés avec les consommations énergétiques réelles 2018, 2019 et 2020. Ce calcul triennal permet de lisser les irrégularités climatiques. Pour l'année 2020, ce calcul a la particularité de lisser également l'effet de la crise sanitaire.**

Indicateur des consommations énergétiques



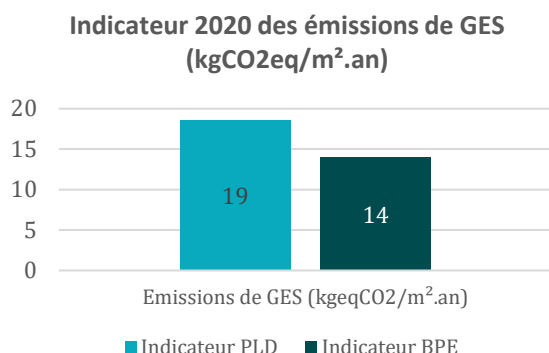
Cette comparaison met en valeur des consommations supérieures de **16 %** en énergie finale et **11%** en énergie primaire sur le périmètre de Paris la Défense par rapport à l'indicateur bureau de l'OID.



Cette différence peut en partie être expliquée par une plus forte proportion d'immeuble de grande hauteur sur le territoire de Paris La Défense par rapport à la base de données du BPE. Alors que les IGH ne représentent que 5% de l'échantillon du BPE, cette typologie concerne 57% de l'échantillon PLD.

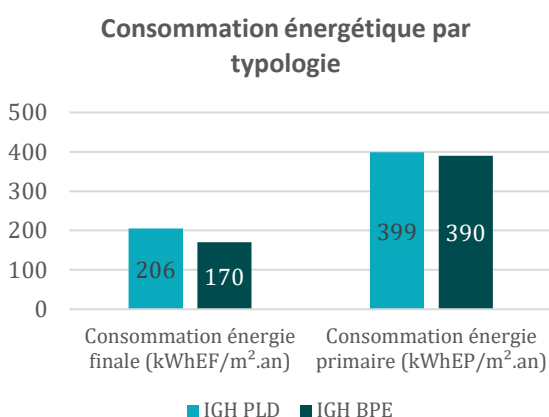
La proportion de surfaces vitrées dans ces bâtiments ainsi qu'une exposition au vent et aux rayons solaires plus importante sont des facteurs qui contribuent à une plus forte consommation énergétique des IGH.

Indicateur des émissions de gaz à effet de serre



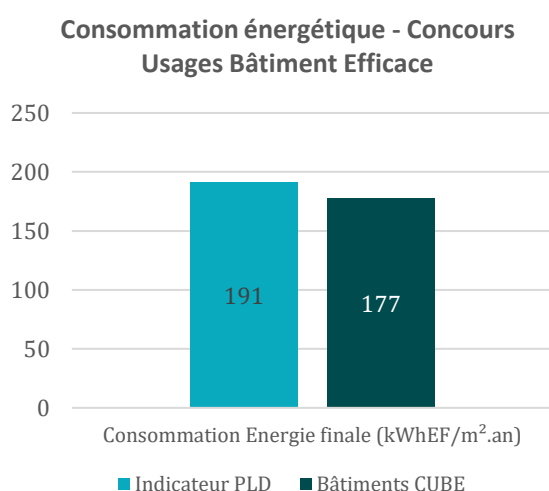
Les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie suivent donc cette tendance supérieure avec une différence de **26%** par rapport à la base de données OID. Cette différence n'est pas la même que l'énergie finale car les facteurs d'émissions varient en fonction des sources énergétiques des bâtiments. Cela signifie qu'en moyenne, **les sources d'énergies utilisées sur le périmètre Paris la Défense sont plus émissives que sur le périmètre du BPE.**

Zoom sur les immeubles de grande hauteur



Les consommations d'énergie finale des Immeubles Grandes Hauteurs (IGH) sur le périmètre Paris la Défense sont supérieures de 7% par rapport à la consommation du périmètre toutes typologies confondues. Les IGH sont une typologie de bâtiments qui consomment plus que la moyenne, néanmoins cela n'explique pas la consommation supérieure de l'échantillon Paris la Défense par rapport à la base de données OID : la consommation moyenne des IGH de la base de données du BPE est inférieure à la moyenne des IGH du périmètre Paris la Défense.

Zoom sur les participants au concours d'énergie Cube



Le Concours Usages Bâtiment Efficace (CUBE) récompense annuellement les bâtiments ayant réduit le plus efficacement leur consommation énergétique en agissant sur les leviers d'usage.

A l'état initial, c'est-à-dire l'année de référence permettant de calculer la réduction des consommations énergétiques, **les actifs participant au concours consomment moins d'énergie comparés à la moyenne des bâtiments de Paris la Défense.** Il est possible que les participants soient déjà investis dans une démarche vertueuse en termes d'économie d'énergie sur les leviers techniques qui sont souvent déployés en amont des leviers humains.

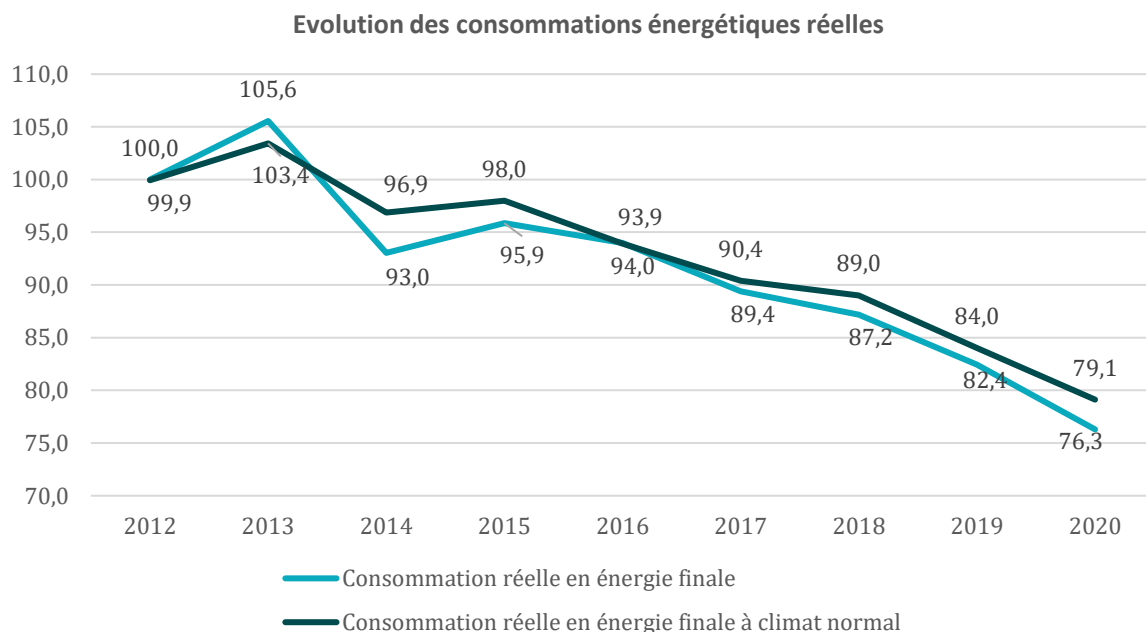
Zoom sur les réseaux de chaleur et de froid à Paris La Défense

Le recours au réseau de chaleur urbain sur le périmètre Paris la Défense est largement développé comparé à la base de données OID avec plus de la moitié des répondants utilisant ce système de chauffage pour les données de La Défense contre 20% pour les données

nationales. Le réseau de chaleur urbain mène des travaux de verdissement pour s'inscrire dans une démarche d'amélioration continue de son empreinte carbone en développant la part d'énergie renouvelable. Ceci contribue à la décarbonation du territoire.

TRAJECTOIRE D'EVOLUTION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

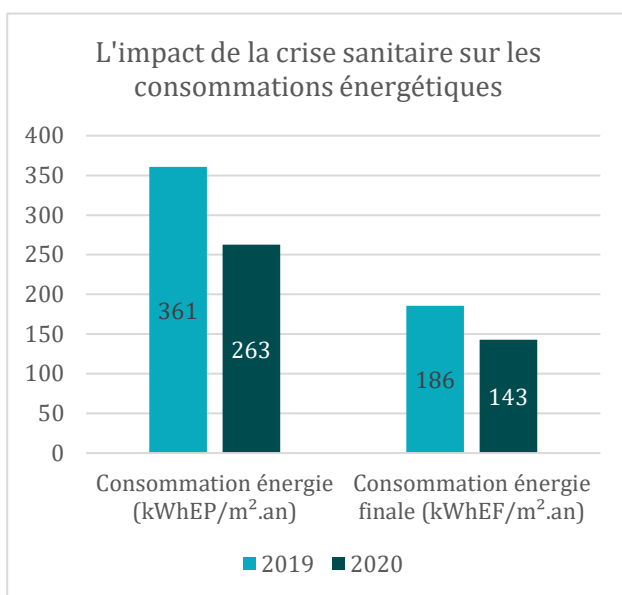
Trajectoire d'évolution depuis 2012



Les consommations énergétiques à périmètre constant entre deux années consécutives sont en **baisse de 2,9 points par an en moyenne depuis 2012**. Depuis 2015, la tendance est à l'accélération en particulier entre l'année 2019 et 2020 qui a été marquée par la pandémie du COVID 19. Cette dernière année tire donc vers le bas la consommation énergétique moyenne annuelle sur toute la période d'étude. En excluant l'année 2020, la baisse moyenne annuelle observée n'est que de 2,5 points par an en moyenne, alors que les objectifs du Dispositif Eco-Energie Tertiaire impliquent une diminution annuelle moyenne de 3 points au minimum. **Les efforts restent donc importants et sont à maintenir** une fois l'usage des bâtiments stabilisé après la crise sanitaire.

Nota bene : L'expression « à climat normal » signifie que les consommations en énergie finale sont pondérées par des coefficients météorologiques afin de supprimer la variation annuelle liée aux changements du climat.

Impact de la crise sanitaire en 2020



-23% c'est la baisse de consommation en énergie finale observée entre 2019 et 2020.

Cette diminution est liée aux différentes périodes de confinement ainsi qu'à la généralisation du télétravail. **Sur l'ensemble de la base de données du BPE les consommations d'énergie finale ont réduit de seulement 10% entre 2019 et 2020.** L'année 2020 a cumulé plusieurs périodes de confinement puis de prescriptions gouvernementales fortes à la mise en place du télétravail. Le quartier d'affaires a été particulièrement concerné du fait de la prépondérance sur le site de fonctions compatibles avec du travail à distance entraînant une fréquentation basse des bureaux sur une longue période.

Nota bene : Pour l'étude des effets du confinement, les consommations 2020 sont établies sur la base d'un calcul annuel. Le traitement statistique permettant d'éliminer les valeurs aberrantes a été assoupli afin de mettre en exergue les particularités de cette année 2020. Cette méthode permet d'observer une différence de 23%.

Sur l'analyse de la trajectoire des consommations, la consommation moyenne a chuté de 7,4% entre 2019 et 2020. Pour cette modélisation le traitement statistique n'a pas été assoupli afin de conserver une comparaison homogène sur l'ensemble de la période. Cela a pour effet l'exclusion des consommations dont l'écart statistique avec les autres années est important et atténue donc l'effet du COVID.

A PROPOS

La rédaction de ce Baromètre a été pilotée par Sabine Bunel, Directrice adjointe – OID, et Peroline Millet, Responsable Développement Durable- Paris La Défense, avec l'appui de Morgane Moullié, Cheffe de projet – OID et Philomène Pagès, Chargée de projet - OID. Ces travaux ont été menés sous la direction de Loïs Moulas, Directeur Général - OID.

L'OID est l'espace d'échange indépendant du secteur immobilier sur le développement durable. Penser l'immobilier responsable est la raison d'être de l'OID qui rassemble plus de 80 membres et partenaires parmi lesquels les leaders de l'immobilier tertiaire en France, sur toute sa chaîne de valeur. L'OID est une association reconnue d'intérêt général qui participe activement à la montée en puissance des thématiques ESG en France et à l'international, par un programme d'actions sur le terrain et auprès des pouvoirs publics.

L'OID et Paris La Défense remercient l'ensemble des contributeurs : AG2R La Mondiale, Allianz Real Estate France, Amundi Immobilier, Arkéa, Aviva, BNP Paribas Cardif, Covivio, Deutsche Bank, Gecina, Icade, JLL, Nexity, Primonial, Société de la Tour Eiffel, Sofidy, Swiss Life REIM, Vitura.

Annexe 2 – Article publié pour le Baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments de Paris la Défense

Le baromètre de la performance énergétique et environnementale de Paris la Défense à nouveau publié pour l'année 2021

Philomène Pagès

L'OID publie pour la troisième année consécutive en partenariat avec Paris la Défense un baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments du quartier d'affaires. Afin d'anticiper l'objectif de la Stratégie Nationale Bas Carbone qui vise une réduction de 40% des émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ici 2030, le quartier s'est doté d'une raison d'être en octobre 2021 : diviser par deux ses émissions à l'horizon 2030. Cet objectif s'applique à l'ensemble du territoire et intervient sur plusieurs filières dont celle du bâtiment. Le baromètre s'inscrit dans cette politique territoriale de réduction des consommations énergétiques et des émissions de GES. Il vise à apporter un regard objectif et à mieux connaître le parc immobilier afin d'identifier des leviers d'action adéquats.

Un outil pour connaître la performance énergétique et environnementale réelle de Paris la Défense

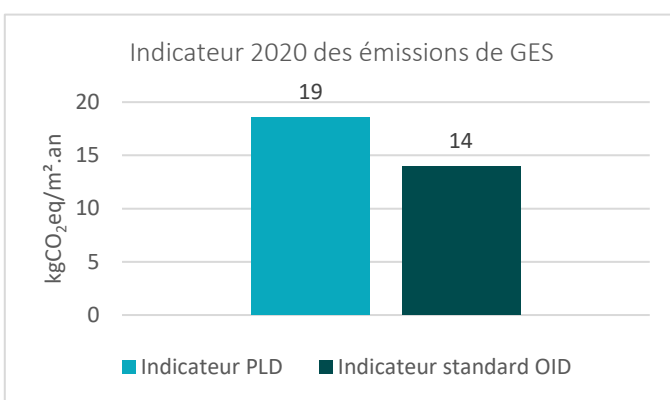
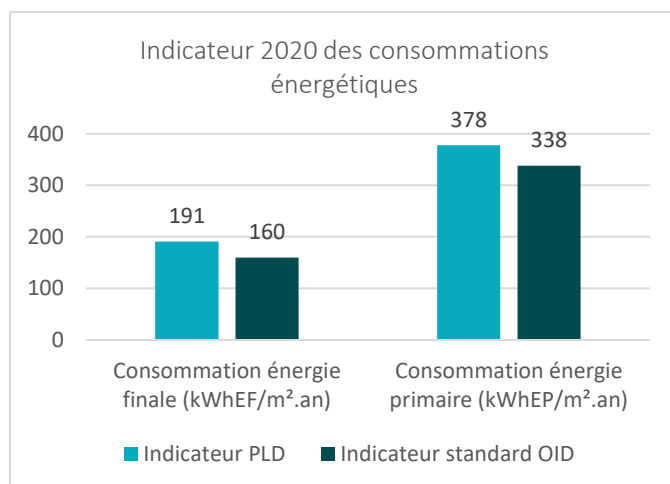
En réponse au changement climatique, la réglementation à l'échelle nationale et européenne évolue. Ces dispositifs réglementaires tels que le DEET ou la taxinomie fixent un référentiel commun dans lesquels les bâtiments doivent atteindre des objectifs énergétiques et environnementaux. La compréhension du comportement du parc immobilier est alors nécessaire afin d'identifier les leviers d'action les plus efficaces.

L'OID publie tous les ans un baromètre de la performance énergétique et environnementale des bâtiments à l'échelle nationale et calcule au même titre que le baromètre de Paris la Défense des indicateurs sur les consommations des bâtiments, leurs émissions de GES, ainsi que sur les typologies des bâtiments et leurs caractéristiques physiques et techniques. Néanmoins le parc immobilier de Paris la Défense, par ses typologies de bâtiments, niveaux de services et usages, dénote fortement avec le reste du territoire. C'est la raison pour laquelle un baromètre recentré sur le quartier est publié chaque année. Il permet de dresser un diagnostic du quartier à l'aube de la transition environnementale ce qui est nécessaire afin de territorialiser les leviers d'actions qui soient adaptés aux caractéristiques du parc immobilier.

Les données sur lesquelles porte le baromètre du quartier la Défense sont issues du baromètre national, et complétées par des contributions locales ponctuelles. L'étude permet ainsi de couvrir 31% du territoire avec une surface plancher de près d'un million de mètres carrés ce qui permet d'avoir une bonne représentativité du parc.

Les indicateurs de Paris la Défense peuvent donc être comparés aux indicateurs généraux calculés par l'OID dans son baromètre national. Afin de lisser les irrégularités climatiques, tous les indicateurs sont calculés sur 3 années glissantes. Les résultats présentés pour l'année 2021 reprennent donc les données de consommation des années 2018, 2019 et 2020.

Les principaux résultats



Les consommations du quartier de Paris la Défense sont supérieures de 16 % en énergie finale et 11% en énergie primaire par rapport à la base de données OID.

Au même titre que les consommations énergétiques, les émissions de gaz à effet de serre liées à la consommation d'énergie sont supérieures sur le périmètre du quartier d'affaires par rapport au reste du territoire. L'écart est néanmoins plus important avec une différence de 26% entre les deux périmètres. Cela signifie que le mix énergétique est constitué de sources d'énergie plus carbonées sur le quartier d'affaire que sur le reste du territoire OID. Si le contexte reste le même, cet écart devrait dans les prochaines années décroître car le gestionnaire du réseau de chaleur urbain du quartier s'est lancé dans une grande opération de verdissement du réseau.

Un taux de certifications plus élevé dans le quartier d'affaires

Contrairement au constat sur les consommations d'énergie, la proportion de bâtiments certifiés en construction/rénovation (20%) et en exploitation (55%) est nettement supérieure sur le périmètre Paris la Défense que sur le périmètre de l'indicateur du baromètre national (respectivement 14% et 30%).

Paradoxalement, les certifications ne sont pas toujours corrélées à une bonne efficacité énergétique. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce phénomène. D'une part, les certifications peuvent couvrir plusieurs domaines de performance environnementale et ce, quelques fois au détriment de la performance énergétique. Par ailleurs, les certifications reposent sur des simulations du comportement des bâtiments qui permettent d'estimer leurs consommations. Ce sont donc des consommations théoriques qui sont évaluées et non pas des consommations réelles comme dans le baromètre. Cette différence entre les bâtiments certifiés et leurs consommations réelles n'est pas un phénomène propre au territoire de Paris la Défense et a aussi été relevé dans le baromètre national.

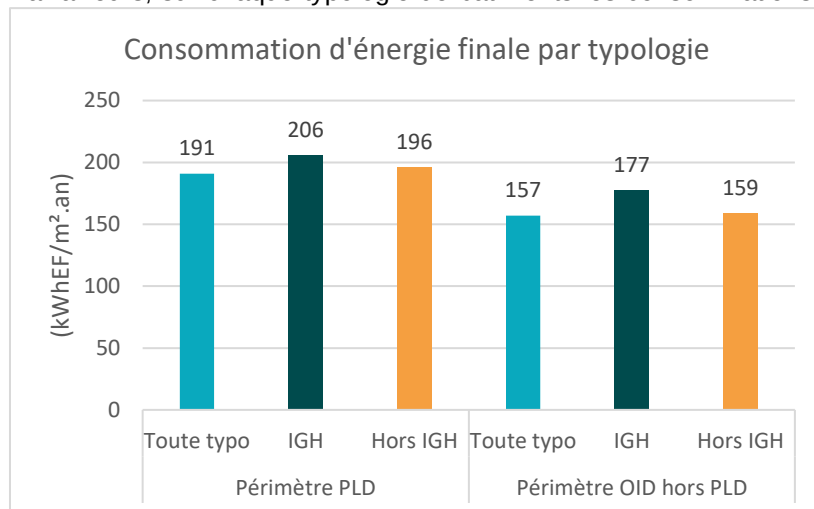
La particularité du quartier Paris la Défense

Afin de faciliter la mise en œuvre de leviers permettant d'inscrire le quartier dans une transition énergétique, l'OID a cherché à identifier les éléments qui pouvaient expliquer les consommations importantes des bâtiments sur Paris la Défense.

La consommation moyenne des IGH est supérieure de 5% par rapport aux bâtiments renseignés comme « non IGH » (voir Périmètre PLD sur le graphique Consommation d'énergie finale par typologie). Individuellement, cet écart reste faible, néanmoins, la répartition d'IGH sur le quartier est largement supérieure à celle du périmètre OID (57% contre 5% dans la base de données du baromètre national). Cette forte représentativité des IGH est un facteur qui fait augmenter la consommation moyenne totale

du parc de Paris la Défense (191 kWhEF/m².an) par rapport à la consommation moyenne OID (160 kWhEF/m².an).

Par ailleurs, sur chaque typologie de bâtiments les consommations sur le périmètre Paris la Défense



sont supérieures à celles du périmètre OID hors quartier Paris la Défense (voir graphique : Consommation d'énergie finale par typologie). Cela signifie qu'en parallèle de la forte concentration d'IGH, un autre facteur explique les consommations plus importantes sur le quartier d'affaire. Le différentiel peut être lié aux niveaux de services mis en œuvre dans les bâtiments pour les usagers. La proportion de bureaux haute fonctionnalité technique étant

largement supérieure dans le périmètre de Paris la Défense (27% contre 13% dans la base de données du baromètre national). Cela pourrait expliquer cette différence car ces bureaux sont fortement connectés, utilisent une climatisation et d'autres fonctionnalités énergivores avec une expérience confort de l'utilisateur importante.

Une trajectoire favorable à la transition énergétique

L'OID a récolté des données sur ces bâtiments depuis sa création en 2012. Ces données ont permis de dresser la courbe de l'évolution des consommations énergétiques réelles entre 2012 et 2020. Les consommations diminuent en moyenne de 2,9% par an avec une accélération depuis 2015. L'année 2020, où la pandémie de Covid a eu un impact important sur l'intensité d'usage des bâtiments, renforce cette baisse moyenne. Si l'on exclut cette année particulière, la baisse moyenne annuelle des consommations s'élève à 2,5%.

Afin d'isoler l'évolution sur l'année 2020 et de pouvoir déterminer l'impact de la gestion de la crise sanitaire sur les consommations énergétiques, un nouvel indicateur annuel a été calculé en complément cette année. Ainsi, la baisse de consommation en énergie finale observée entre 2019 et 2020 s'élève à 23% : une diminution très significative qui reflète les évolutions en termes de télétravail et d'utilisation des espaces de bureaux notamment.

Par ses caractéristiques particulières, le quartier de Paris la Défense reste complexe à comprendre. Alors que le décret tertiaire entre en vigueur, l'enjeu de transition énergétique du quartier et de réduction des consommations énergétiques reste plus important que jamais. Si le baromètre de Paris La Défense permet d'affiner le diagnostic et d'observer les comportements réels du quartier d'affaires, d'autres initiatives complémentaires sont mises en œuvre afin d'avancer sur la question environnementale, telles que le concours CUBE initié par l'IFPEB et PLD à l'automne 2021 afin d'embarquer de grands utilisateurs et propriétaires dans la démarche de réduction des consommations énergétiques. L'impact de cette démarche sera intéressant à observer lors de prochaines éditions du Baromètre !

Pour contribuer au Baromètre général ou de Paris La Défense, contactez l'équipe OID à l'adresse : benchmark@o-immobilierdurable.fr.

Pour retrouver le Baromètre 2021, cliquez ici.

Annexe 3 – Etude des Contrats de Performance Energétique

Objectifs de l'étude

L'Observatoire National des Contrats de Performance Energétique réalise depuis 2016 une étude des CPE du secteur public visant à répertorier les projets d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments menés avec cet outil. L'objectif de ces chiffres-clefs est de proposer une analyse des CPE existants afin de développer ce dispositif avec pour finalité l'accompagnement du secteur immobilier vers la transition écologique.

Dans le but de contribuer à enrichir ces chiffres-clefs en intégrant des données issues du secteur privé, l'Observatoire de l'Immobilier Durable réalise depuis 2020 une collecte et une analyse de données auprès de ses membres et partenaires. L'OID propose ainsi des profils type de bâtiments sur lesquels sont souscrits des CPE, une analyse de leur consommation énergétique ainsi que des retours d'expérience. Ce rapport vise à familiariser les acteurs du secteur privé à ce dispositif pour favoriser son appropriation et élargir sa portée.

L'OID est l'espace d'échange indépendant du secteur immobilier sur le développement durable. Penser l'immobilier responsable est la raison d'être de l'OID qui rassemble plus de 80 membres et partenaires parmi lesquels les leaders de l'immobilier tertiaire en France, sur toute sa chaîne de valeur. L'OID est une association reconnue d'intérêt général qui participe activement à la montée en puissance des thématiques ESG en France et à l'international, par un programme d'actions sur le terrain et auprès des pouvoirs publics.

Méthode

Chaque année, l'OID collecte des données auprès de ses membres et partenaires afin de réaliser un travail d'analyse publié dans ses [Baromètres de la performance énergétique et environnementales](#). Cette année l'OID s'est appuyé sur une base de données de 23 300 bâtiments et 54,3 millions de mètres carrés pour produire des indicateurs portant sur la consommation énergétique, les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'eau et la production de déchets. Cette base de données comprend des informations sur les typologies des bâtiments, leur consommation énergétique, l'acquisition de certifications ou labels et bien d'autres.

La présente étude porte sur l'ensemble des éléments collectés en 2021 sur des actifs ayant signé des CPE entre 2011 et 2021. Elle dresse ainsi leur profil au regard de plusieurs critères (familles de bâtiments, type de CPE souscrits, localisation, certifications, consommations énergétiques de 2020...). Afin de compléter l'étude quantitative, une analyse qualitative sous forme d'entretiens avec des opérateurs CPE et des gestionnaires d'actifs a mis en avant les freins à la signature de CPE. L'identification de ses freins ont permis de mener une réflexion sur les leviers potentiels pouvant favoriser la signature de CPE.

Profil de l'échantillon

Pour cette seconde édition du rapport dans le secteur privé, **124 actifs** ont pu être intégrés à l'étude. L'ensemble de ces CPE proviennent de seulement six contributeurs différents et 80% de ces actifs sont issus de contributeurs qui, par leur organisation, sont proches du secteur public. Cette remarque est symptomatique d'une tendance générale qui constate que les CPE sont plus répandus dans le secteur public que dans le secteur privé.

Alors que la base de données globale est constituée à 8% d'actifs mixtes et 32% de bureaux (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), aucune donnée à propos des CPE n'a été transmise par les actifs mixtes de la base de données et plus de 85% de l'échantillon sous CPE sont des bureaux (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Les bureaux semblent être des structures plus adaptées ou facilitant la signature de CPE. Cela pourrait s'expliquer du fait que la gestion des bâtiments mixtes composés de plusieurs usages (logements, bureaux, commerces...) générerait des difficultés organisationnelles et financières pour signer des CPE. Dans le cas où les services énergétiques sont dupliqués pour chaque structure exploitante, fixer des objectifs de réduction de consommation avec des CPE de service ou de système s'avère plus compliqué.

D'autre part, la base de données initiale est composée à 45% de commerces (en nombres de bâtiments) alors qu'ils ne représentent que 6% de l'échantillon sous CPE. L'échantillon est majoritairement francilien (analyse détaillée ci-dessous, *Figure 22*), or à Paris les commerces sont souvent intégrés à des bâtiments mixtes. Ce constat pourrait expliquer que peu de CPE soient signés sur des commerces. Une seconde hypothèse pourrait expliquer la part faible de commerce ayant souscrit à des CPE. Les gestionnaires d'actifs ont plus de moyens alloués aux bureaux ce qui pourrait expliquer que les CPE soient signés en priorité sur cette typologie et moins sur les commerces.

La part des bureaux sous CPE en multilocataire est la même que dans la base de données initiale : 65% de multilocataire et 35% de monolocataire. Cela signifie que l'utilisation des locaux par plusieurs entités distinctes aux mêmes usages ne semble pas constituer une difficulté particulière pour signer des CPE.

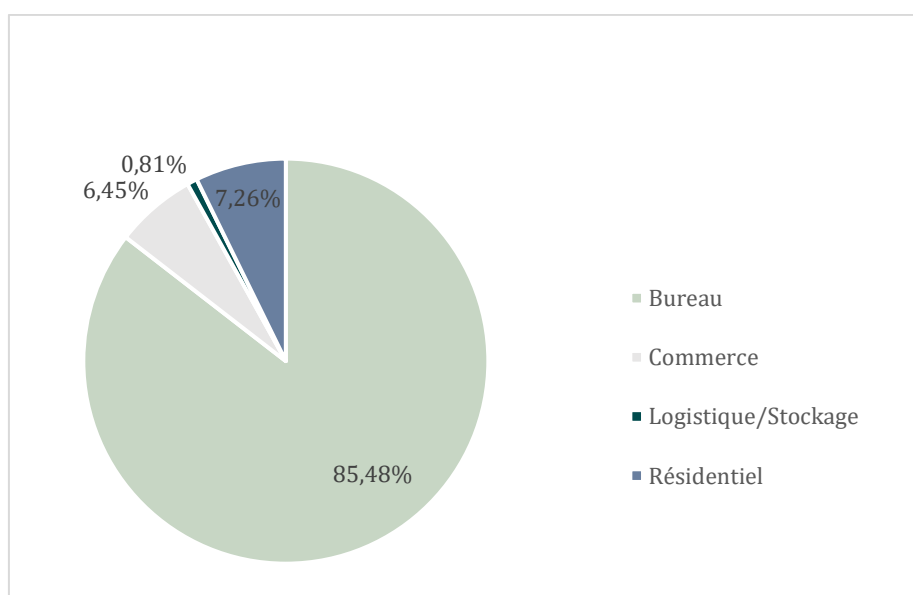


Figure 18 : Répartition des bâtiments sous CPE selon les familles de bâtiment

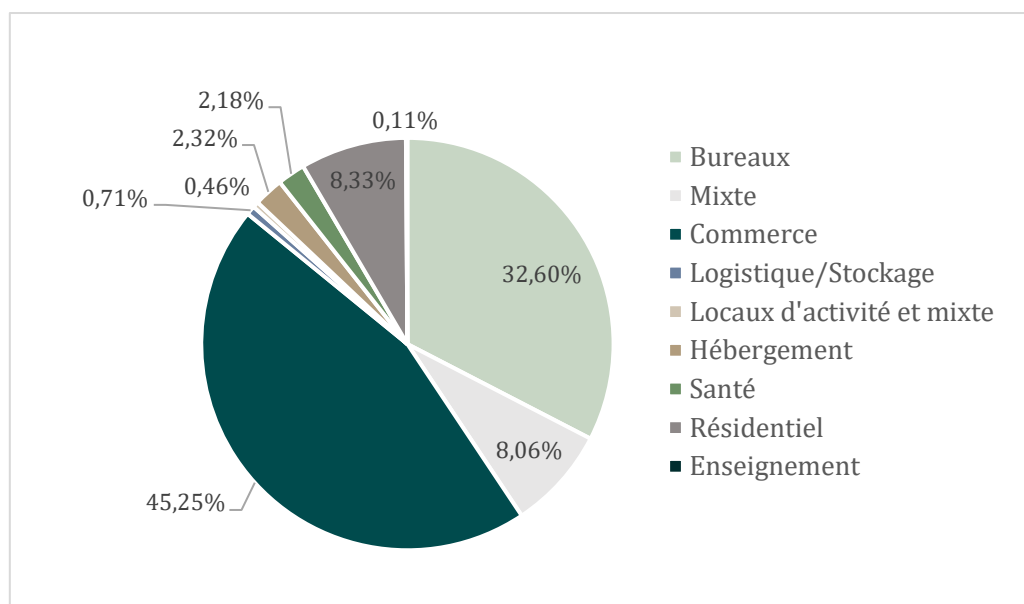


Figure 19 : Répartition des bâtiments de la base de données initiale selon les familles de bâtiment

L'échantillon d'actifs sous CPE étant principalement composé de bureaux, pour la suite de l'étude, les comparaisons seront faites par rapport aux bureaux issus de la base de données et non pas de l'ensemble des bâtiments de la base de données.

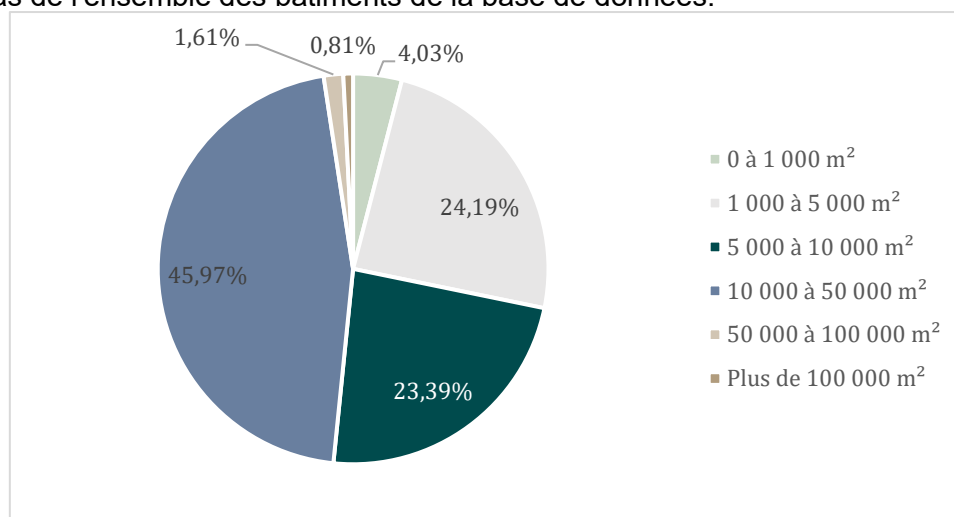


Figure 20 : Répartition des bâtiments sous CPE selon leur surface

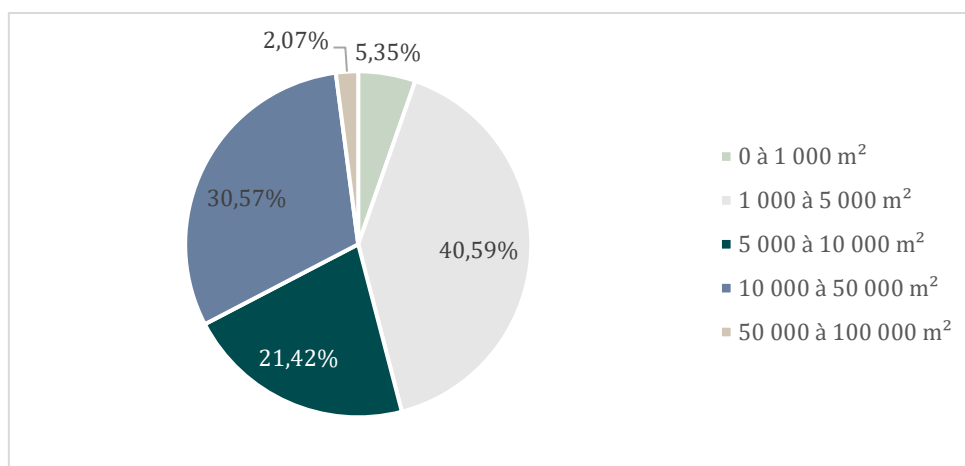


Figure 21 : Répartition des bureaux selon leur surface

70% des actifs sous CPE ont une surface comprise entre 5 000 m² et 50 000 m² (Figure 20 : Répartition des bâtiments sous CPE selon leur surface). C'est un ratio largement supérieur à celui de la base de données dans laquelle 52% des bureaux ont une surface aussi importante (Figure 21). Seulement 24% des actifs sous CPE comptent une surface entre 1 000 et 5 000 m² contre 40% dans la base de données initiale. Cet écart peut s'expliquer par le fait que les gestionnaires d'actifs ont tout intérêt à signer des CPE en priorité sur les actifs les plus grands afin de maximiser la baisse significative en volume des consommations énergétiques sur leur parc immobilier, et ce, le plus rapidement possible.

Les 124 actifs sous CPE analysés proviennent de contributeurs dont les patrimoines immobiliers sont très importants. Un entretien avec des gestionnaires d'actifs ont mis en avant le phénomène suivant : sur les actifs de surface plus petites, les gestionnaires semblent réticents à mobiliser des ressources afin de contractualiser des objectifs de réduction de consommation énergétique. Il est tout de même important de ne pas sous-estimer les intérêts de la réduction des consommations énergétiques sur les actifs plus petits.

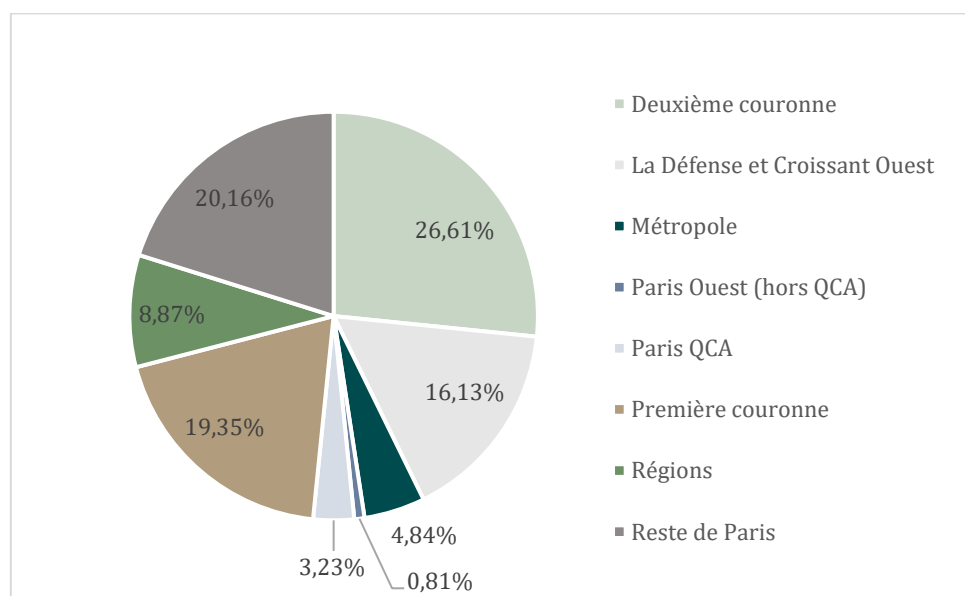


Figure 22 : Répartition des bâtiments sous CPE selon leur localisation

86% des bâtiments ayant signé des CPE sont localisés en Ile de France (*Figure 22*). Cette répartition peut paraître importante mais elle est à mettre au regard de l'ensemble des actifs collectés en 2021 dans la base de données initiale : 68% des bureaux sont situés en Ile de France. Cette répartition initialement assez homogène explique en partie la part importante de CPE signés en Ile de France mais n'est pas suffisante pour expliquer entièrement cette tendance. Une certaine concentration spatiale persiste autour de la région francilienne. Il est possible que cela soit dû à une plus forte concentration de bureau par rapport au reste de la France.

Au sein de la région Ile-de-France, la répartition des CPE est assez hétérogène avec une faible concentration de CPE dans Paris Ouest et le Quartier Central des Affaires de Paris. Pourtant si l'on compare la répartition géographique des surfaces de bureaux dans les différents quartiers d'affaires de la métropole parisienne (*Figure 23* *Figure 23 : Répartition des surfaces de bureaux dans la métropole parisienne - Source : Recensement et dynamiques du parc de bureaux, Apur*) le poids de Paris QCA est assez important comparé à La Défense et Croissant Ouest et la première et deuxième couronne.

Une hypothèse permettrait d'expliquer ce contraste entre la surface de bureaux dans le quartier et le nombre relativement faible de CPE signés : la proportion de bureaux haussmanniens (construits avant 1939) est beaucoup plus importante dans Paris QCA et Paris Ouest hors QCA qu'à la Défense et Croissant Ouest et dans les couronnes parisiennes (*Figure 24*). En effet, selon la base de données, la proportion de bureaux haussmanniens s'élève à seulement 12,32%. C'est quatre fois moins que dans Paris QCA et dans Paris Ouest pour lesquels 50% des actifs collectés dans la base de données sont des bâtiments haussmanniens. Cette typologie d'immeuble étant très réglementée, il peut être plus difficile d'entreprendre des travaux sur l'enveloppe et sur les systèmes énergétiques.

De plus, selon l'étude d'Apur, « les surfaces de moins de 1000 m² de bureaux correspondent le plus souvent à des parties d'immeubles haussmanniens partagées avec du logement ». Comme démontré précédemment, les actifs mixtes et de surface faibles signent peu, voire pas de CPE. Ces caractéristiques pourraient ainsi expliquer pourquoi la part de CPE signés est très faible dans ces quartiers malgré la surface importante de bureaux qui y sont localisés.

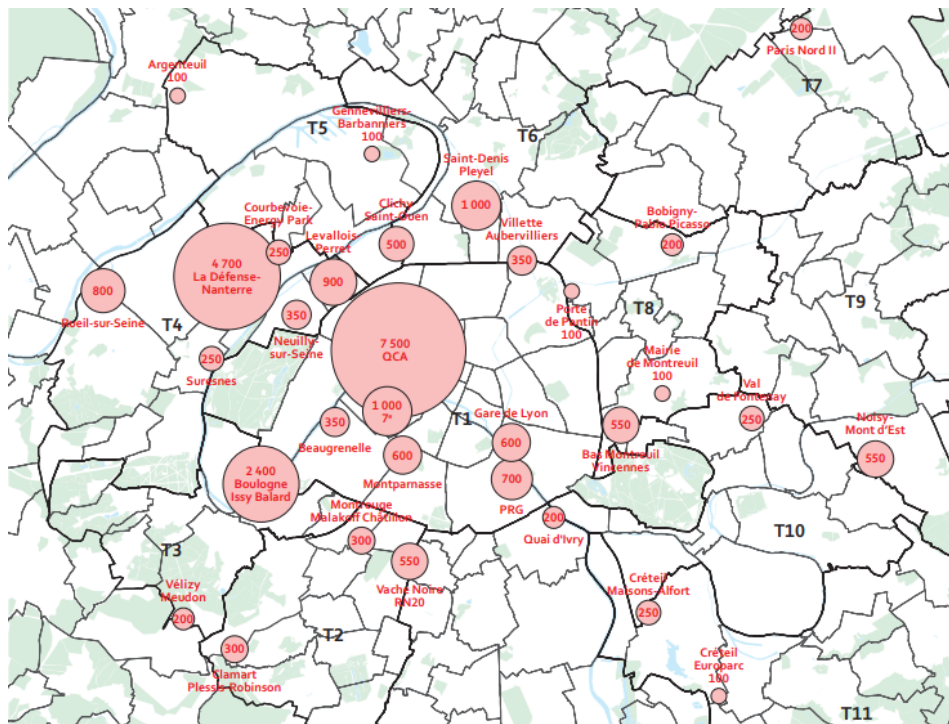


Figure 23 : Répartition des surfaces de bureaux dans la métropole parisienne - Source : Recensement et dynamiques du parc de bureaux, Apur, 2016

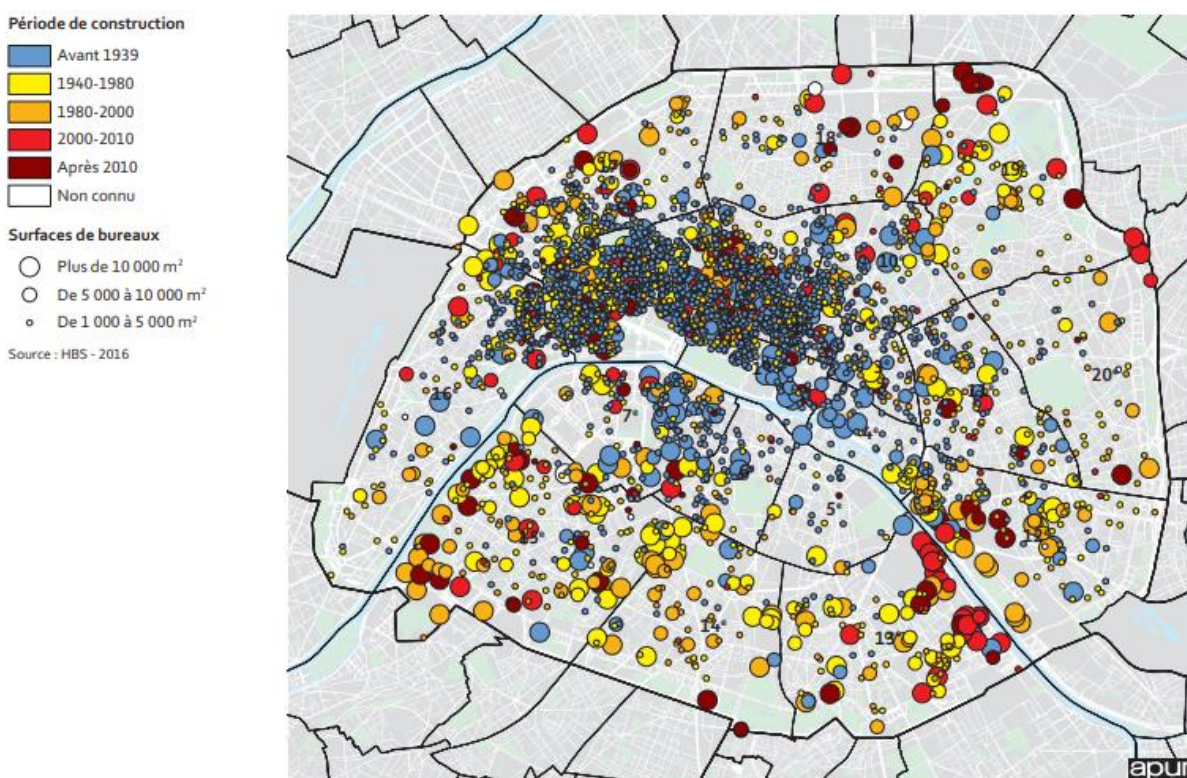


Figure 24 : Répartition des bureaux selon la période de construction - Source : Recensement et dynamiques du parc de bureaux, Apur, 2016

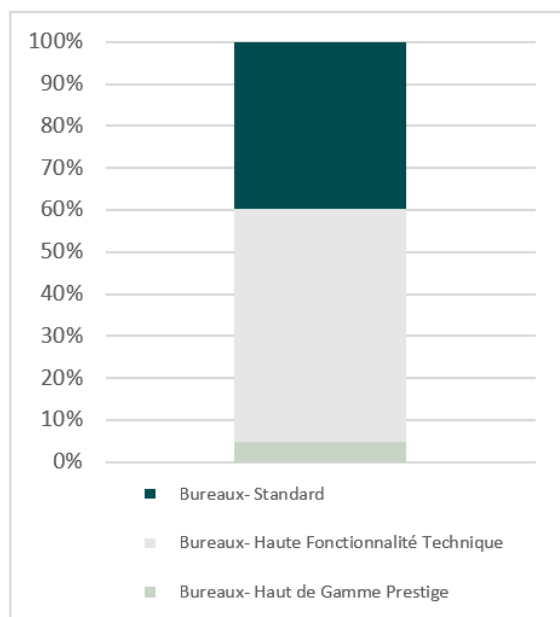


Figure 25 : Sous-typologie de bureaux dans l'échantillon CPE

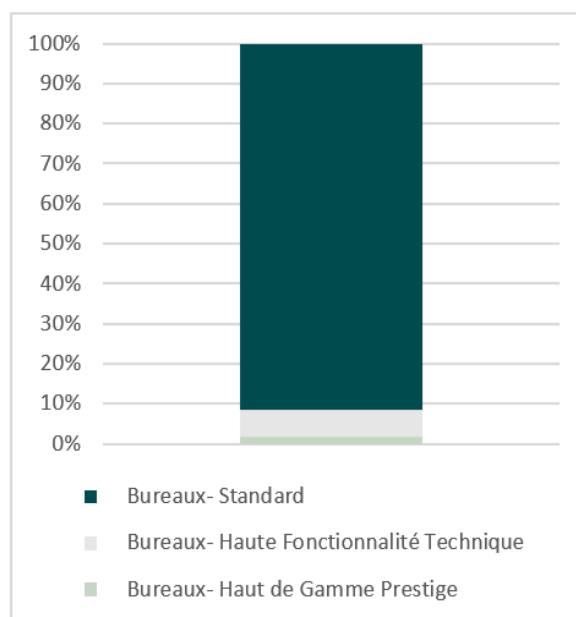


Figure 26 : Sous-typologie de bureaux dans l'échantillon global

La sous-typologie de bureau « Haute Fonctionnalité Technique » est largement surreprésentée dans l'échantillon CPE par rapport à l'échantillon global. Ceci peut s'expliquer par le caractère francilien plus prononcé de l'échantillon CPE ou alors par une volonté de réduire les consommations énergétiques sur des actifs ayant des usages fortement énergivores (data center...).

Les CPE ne sont pas signés seulement sur les actifs les plus anciens qui sont pourtant souvent ceux dont les déperditions thermiques sont les plus importantes et dont les systèmes de chauffage sont les moins efficaces. Les CPE ont vocation à amener l'actif à son plein potentiel de sobriété énergétique en commercialisant de la performance et non pas des travaux sur des pathologies. C'est un outil qui peut donc s'appliquer à n'importe quel type de bâtiment.

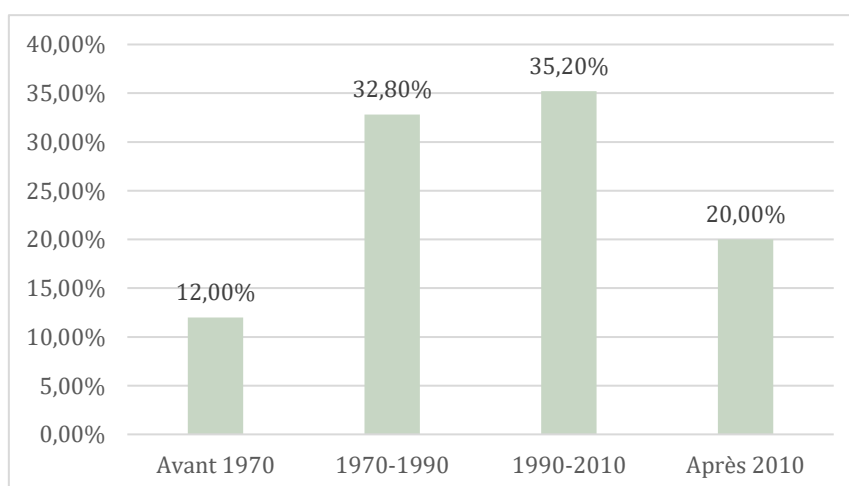


Figure 27 : Répartition des bâtiments sous CPE en fonction de leur année de construction

Les CPE signés sont principalement des CPE de services (Figure 28) dont la mise en place est moins coûteuse. Ils visent la performance au travers de leviers liés à la gestion des locaux et l'optimisation des consommations énergétiques. L'avantage de ce type de CPE est qu'il peut permettre d'atténuer l'effet rebond contrairement aux travaux sur les systèmes énergétiques ou l'enveloppe du bâti.

Pour que ce type de CPE soit pleinement efficace, il est nécessaire de développer des outils de sensibilisation pour les usagers des actifs afin d'intégrer leurs comportements dans les objectifs de performance énergétique. Malgré cette dominance de CPE de services, la décision du type de CPE reste à discuter au cas par cas. Les CPE systèmes et globaux sont aussi des réponses adaptées à des objectifs de performance énergétique.

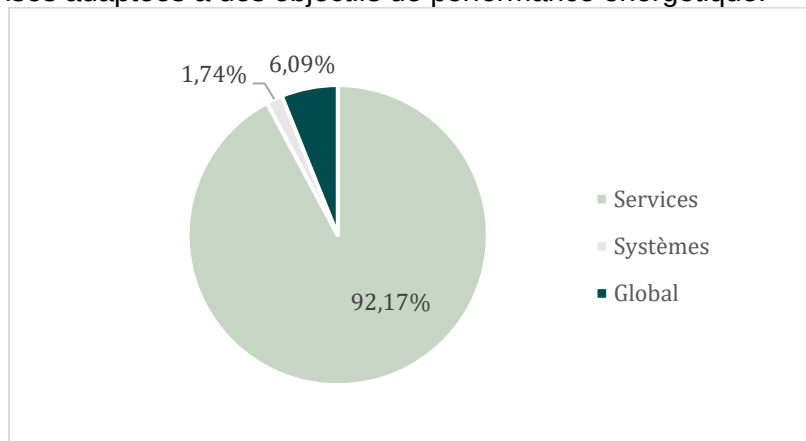


Figure 28 : Répartition des bâtiments par type de CPE

La durée des contrats semble s'orienter majoritairement autour de 1 an ou 4 ans (Figure 29). Ceci semble être une conséquence des temporalités classiques dans le secteur des gestionnaires d'actif. En effet, certains des interrogés mettent en évidence des contrats de maintenance sur 4 ou 5 ans ce qui rend difficile la mise en œuvre de CPE sur des durées supérieures.

Néanmoins, cette tendance est à prendre avec précaution car bien que l'échantillon soit composé de 124 actifs sous CPE, ils proviennent de seulement 6 contributeurs différents. Afin de simplifier les démarches, les gestionnaires d'actifs ont tendance à utiliser le même modèle de contrat pour chaque CPE signé sans l'adapter à l'actif. Ainsi, plusieurs contributeurs signent des CPE de durée équivalente pour l'ensemble de leurs actifs indifféremment des bâtiments. La durée du CPE n'est gage ni de son efficacité ni de sa robustesse. Selon un opérateur CPE interrogé, la performance d'un CPE peut être prouvée en quelques années (2-3 ans). Un marché d'exploitation maintenance avec un objectif de maintien de la performance est suffisant à la fin du CPE. Il n'est alors pas nécessaire de signer des CPE sur des temps long. Les CPE longue durée peuvent être tout de même être intéressants dans le cadre d'expérimentations techniques ou gestionnaires innovantes.

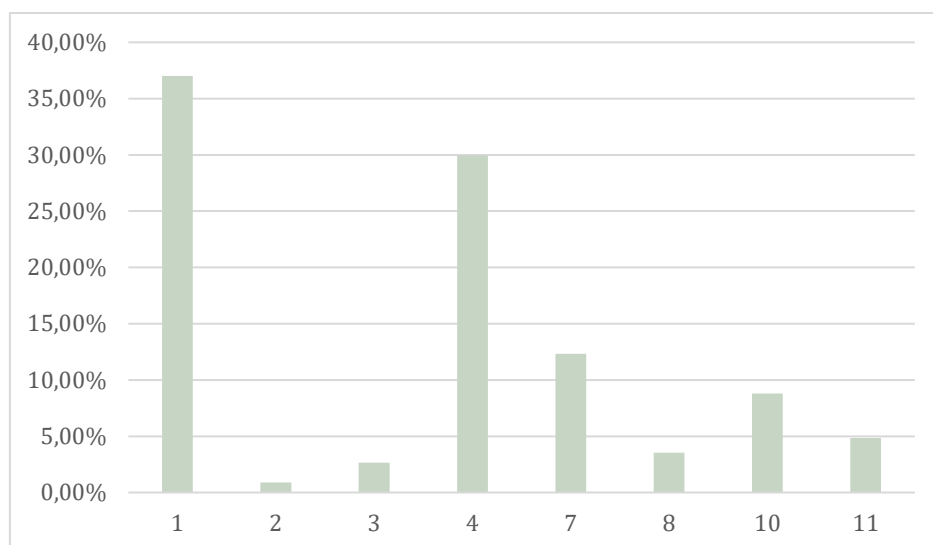


Figure 29 : Durée des CPE signés

CPE et Certifications

Les Figure 30 et Figure 31 ci-dessous illustrent le croisement entre années de construction des immeubles sous CPE et certification. L'objectif est d'examiner la relation entre CPE et certification.

Pour les bâtiments de l'échantillon, 34% des bâtiments sont certifiés en exploitation. Ce chiffre est en ligne avec les 30% des bâtiments de bureaux certifiés de la base de données globale. Les bâtiments sous CPE sont autant certifiés en exploitation voire de façon légèrement plus importante. Ceci peut paraître contre indicatif car les CPE et les certifications peuvent sembler être deux démarches redondantes. Néanmoins cet échantillon présente une majorité de CPE de services, ces contrats peuvent être une façon de garantir l'obtention d'une certification en exploitation ainsi que la pérennisation de celle-ci.

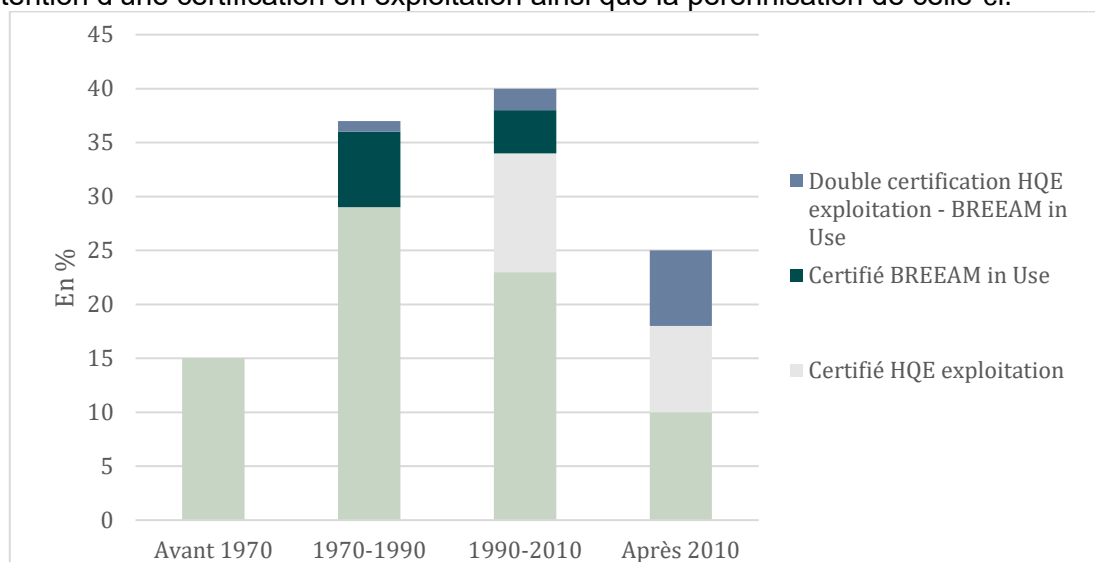


Figure 30 : Certifications en exploitation et années de construction

De façon logique, en proportion les bâtiments certifiés augmentent avec les années de construction. Pour les bâtiments de l'échantillon, 18% des bâtiments sont certifiés en construction, ce qui est légèrement supérieur aux 14% des bâtiments de bureaux de la base

de données globale. Comme pour les certifications ces deux dispositifs ne sont pas redondants. En effet, la souscription de CPE peut garantir à l'acteur que les dispositions prises pour réduire l'empreinte carbone au cours de la construction seront accompagnées par des mesures dans la phase d'exploitation (comme il s'agit principalement de CPE services).

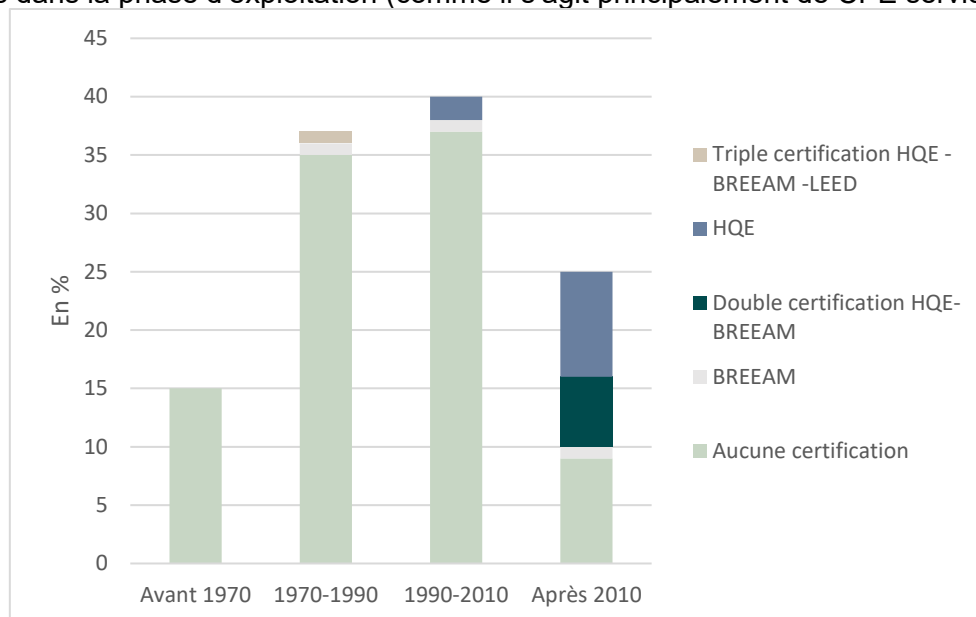


Figure 31 : Certifications en constructions et rénovations et années de construction

Analyse des consommations énergétiques

Les données récoltées sur les consommations énergétiques permettent de comparer les moyennes des consommations des actifs ayant souscrit un CPE avec l'indicateur de consommation énergétique pour les bureaux en 2020 ainsi qu'avec l'indicateur standard 2020 de la base de données globale. Ces deux derniers indicateurs sont produits par l'OID et sont calculés respectivement avec les consommations énergétiques de 2020 et avec les données 2018, 2019 et 2020. L'intérêt de l'indicateur standard triennal est de lisser les irrégularités climatiques. Il est à noter que la démarche de souscription de CPE impose un suivi de consommation énergétique et donc que l'indicateur pour ce type d'actif s'appuie sur des données d'avantage fiabilisées.

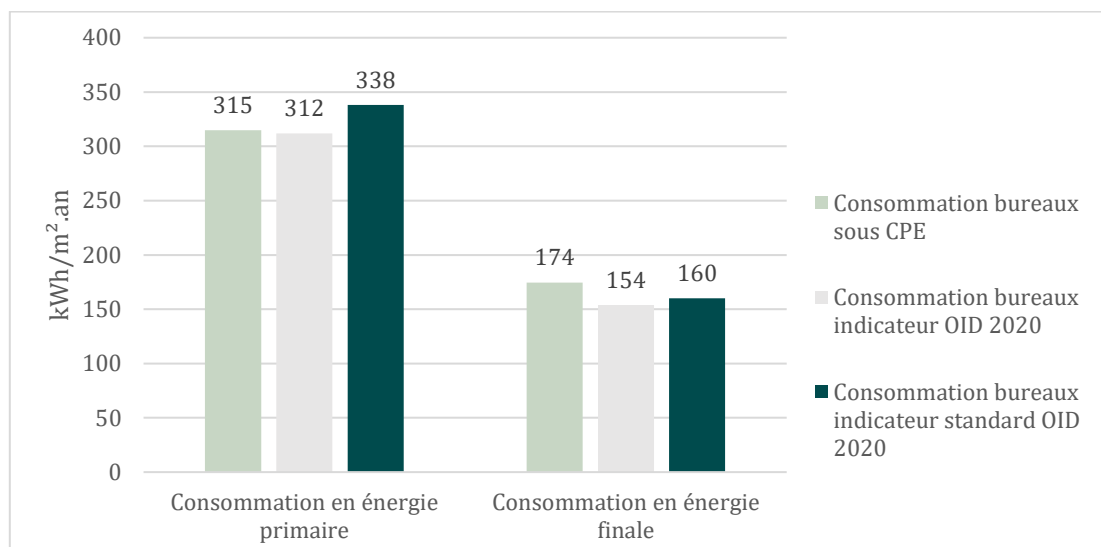


Figure 32 : Consommation énergétique des bureaux

Cette comparaison met en valeur des consommations en énergie finale pour les bureaux sous CPE supérieures à la moyenne pour les bureaux dans la base de données globale à périmètre temporel identique. Les consommations en énergie primaire sont quant à elles très similaires. Ceci met en valeur le fait que les actifs sous CPE ont d'avantage recours à des sources d'énergie différentes de l'électricité (comme le fioul, le gaz ou encore les réseaux de chaud et de froid). Néanmoins, il s'agit ici d'une moyenne qui ne prend pas en compte les dates auxquelles les CPE ont été souscrits et donc il n'est pas possible de distinguer les actifs en début de processus des actifs arrivant à la fin de leur engagement.

Pour effectuer une analyse intégrant cet aspect dynamique, une comparaison a été effectuée entre les consommations de 2020 et les consommations relevées une année avant souscription au CPE. Le taux de variation des consommations d'énergie finale a été calculé pour chaque actif sur un échantillon de 47 bâtiments. L'échantillon est réduit par rapport à l'échantillon sous CPE car un traitement par écart type mis en place par l'OID a vocation à exclure les consommations énergétiques hors intervalle de confiance. La comparaison des consommations en énergie finale a permis d'estimer la variation moyenne à -13% ce qui semble indiquer que les CPE sont des outils efficaces pour améliorer la performance énergétique des bâtiments de bureaux. Ce propos est cependant à nuancer. Cette diminution peut également avoir pour cause d'autres dispositifs développés en parallèle d'un CPE pour diminuer les consommations énergétiques sur des actifs identifiés comme prioritaires.

Il serait intéressant de continuer cette analyse et de disposer de connaissances plus précises sur les dates de mises en place des actions afin de démontrer plus clairement la pertinence des certificats de performance énergétique.

Freins et Perspectives

Le recours à des CPE dans le secteur privé étant moins répandu que dans le secteur public, une analyse qualitative des freins que rencontrent les acteurs privés ainsi que les leviers potentiels a été menée. Cette analyse a été possible grâce à six entretiens organisés dans cet objectif et grâce aux réflexions durant les groupes de travail de l'OID approfondissant ce sujet. Les structures ayant participé à cette réflexion sont des sociétés d'investissement, des bureaux d'étude opérateurs CPE, des gestionnaires d'actifs, des sociétés foncières ainsi que des property managers.

Les CPE sont à la fois une garantie financière et une garantie de performance énergétique. Néanmoins, les contractualisations dans le secteur privé restent faibles en comparaison au secteur public. Cette réticence de la part des gestionnaires d'actifs provient en partie de l'idée que, pour se couvrir de potentielles pénalités, les opérateurs CPE s'engagent sur des objectifs trop faibles par rapport au potentiel performanciel du bâtiment. Certains préfèrent alors se fixer des objectifs hors contrat afin de les maximiser. La procédure par appel d'offre permet de répondre à ce phénomène potentiel qui réduirait les ambitions des objectifs. Ainsi la concurrence du marché entre les opérateurs CPE permet de maximiser les objectifs au regard du bâtiment (l'opérateur CPE choisi sera celui qui saura optimiser le prix du contrat et l'objectif performanciel du CPE au regard des caractéristiques du bâtiment).

Il existe aujourd'hui plusieurs modèles de CPE privés (Fedene SNEC) qui peuvent être adaptés aux spécificités des bâtiments. Le frein n'est donc pas contractuel mais réside dans le manque de connaissances, de compétences internes et d'habitude de la démarche. Le modèle juridique consistant à fixer les responsabilités de chaque partie prenante ainsi que le modèle financier répartissant la part monétaire des bénéfices et des pénalités reste opaque pour de nombreux gestionnaires d'actifs. Un besoin de formation ou bien le recours à une maîtrise d'œuvre est alors nécessaire.

Le manque de définition commune sur les CPE freine la communication des plus-values de ce type de contrat. La différence entre les CPE et les travaux est parfois floue puisque les contrats de maîtrise d'œuvre intègrent déjà des objectifs et des pénalisations. Les CPE sont ainsi pris sous deux prismes différents :

- Le premier consiste à considérer que les CPE se démarquent de ces travaux par l'objectif final performanciel. Il n'achète et ne vend pas une solution technique mais la performance elle-même sans prendre en compte les moyens mis en œuvre.
- Le second prisme consiste à prendre la démarche dans le sens inverse : les gestionnaires d'actifs établissent un état des lieux de leur parc afin d'identifier les actifs équipés de systèmes vieillissants ou peu performants. Ils signent alors des CPE afin de résoudre ces pathologies. L'objectif est alors technique tout en permettant d'améliorer la performance énergétique du bâtiment mais dans cette situation ce n'est pas la fin en soi.

Une autre difficulté réside dans le manque de fiabilité et de robustesse des données du bâtiment. L'orientation des bâtiments, les matériaux de constructions, la connaissance des systèmes en place et l'historique des données de consommation énergétique, sont des informations importantes pour établir des objectifs ainsi qu'un plan d'action pour améliorer la performance énergétique des bâtiments.

Sans des données fiables, les objectifs fixés risquent d'être moins adaptés au bâtiment (trop faibles ou trop élevés) et limitent donc l'efficacité des CPE. Cette problématique fait appel à un besoin de tracer les données et de restructurer l'organisation de la collecte. Avec l'avancée de la réglementation qui cherche à développer le suivi des consommations énergétiques (notamment à travers le décret éco-énergie tertiaire qui impose la remontée des consommations énergétiques des bâtiments tertiaires sur la plateforme OPERAT) ce frein

devrait être atténué lorsque le processus de collecte sera totalement intégré dans le secteur immobilier.

Par ailleurs, il y a une demande croissante de la part des opérateurs CPE, d'outils efficaces afin de sensibiliser les usagers sur les bonnes pratiques permettant de réduire les consommations énergétiques dans la phase d'exploitation du bâtiment. Par exemple, la pose de brise-soleil orientable permet de réduire les consommations liées au besoin de froid du bâtiment mais nécessite une prise en main des usagers. A défaut, l'efficacité des moyens techniques peut être réduite, voire conduire à une augmentation des consommations (utilisation d'une ventilation naturelle en même temps qu'un système de refroidissement par exemple).

Les comportements des usagers sont les paramètres les plus compliqués à modéliser. Réduire cette incertitude permettrait de rendre plus robuste les modèles numériques et donc de rendre les leviers d'actions technique d'autant plus performants. Le recours à des acteurs extérieurs spécialisés dans la sensibilisation des enjeux énergétiques et sur les moyens techniques mis en œuvre dans le cadre du CPE est alors possible.

Afin d'organiser la filière des CPE, des retours d'expérience doivent être organisés pour faciliter le dialogue entre les différents acteurs et ainsi clarifier la définition et la démarche des CPE afin qu'ils soient utilisés de manière efficace. Ce type de démarche pourra permettre à des gestionnaires d'actifs d'engager des CPE pilotes en partenariat avec des organismes indépendants compétents dans la démarche. Il est tout de même important de rappeler que chaque CPE doit être adapté au bâtiment faisant l'objet du contrat. Il n'est alors pas recommandé de calquer les retours d'expérience mais de simplement de s'en inspirer pour comprendre plus précisément les objectifs des CPE et la démarche. Certains gestionnaires tendent eux à définir un contrat cadre sur des actifs similaires afin de maximiser la portée de la démarche. Une attention particulière doit être portée à cette démarche afin de garantir la pertinence de l'échantillon de bâtiments retenu.

Mettre en lumière et communiquer sur l'efficacité des CPE via des études permettrait de rassurer les professionnels de l'immobilier et de les engager pour la réduction des consommations énergétiques. La Stratégie Nationale Bas Carbone qui vise -49% d'émission de GES dans le secteur du bâtiment d'ici 2030 par rapport à 2015 place la performance énergétique au cœur de sa stratégie en fixant l'objectif de « rendre les bâtiments publics exemplaires en matière d'efficacité énergétique (-15 % en 5 ans) ». Cette exemplarité permettra d'entraîner les acteurs privés dans une dynamique de réduction des consommations énergétiques dont les CPE peuvent être un levier adapté avec une moyenne de réduction de 13%.

Dans cette optique, des CPE se calquant sur les dispositifs les plus impactants pour le secteur privé de la filière pourraient être envisagés. Des CPE « Taxinomie » qui permettrait à l'actif concerné d'atteindre le top15 ou le top30% de sa catégorie et donc de devenir vert au sens de ce dispositif pourrait trouver plus d'écho auprès des professionnels de l'immobilier. De la même façon, des CPE décret tertiaire permettant d'atteindre les objectifs en valeurs absolues ou de s'inscrire sur une trajectoire conforme attendus en valeurs relatives pourraient être tout aussi pertinent.

Annexe 4 – Article publié pour l'étude sur les Contrats de Performance Energétique

Les Contrats de Performance Energétique dans le secteur privé, de quoi parle-t-on ?

Philomène Pagès

Pour la seconde année consécutive, l'OID a participé à l'élaboration de l'étude des chiffres clés de l'Observatoire des CPE qui est publié tous les ans par l'Observatoire National des Contrats de Performance Energétique (ONCPE). L'OID s'est attelé à l'analyse statistique des caractéristiques et des consommations énergétiques des bâtiments dans le secteur privé ayant fait l'objet d'un Contrat de Performance Energétique (CPE). Afin d'enrichir l'analyse quantitative, des entretiens avec des professionnels de l'immobilier ont permis d'identifier des freins et leviers potentiels à mettre en place pour développer le recours aux CPE. Le rapport des chiffres clés de 2022 qui en découle et sera publié date, vise à familiariser les acteurs du secteur privé à ce dispositif pour favoriser son appropriation et élargir sa portée.

Qu'est-ce qu'un Contrat de Performance Energétique ?

L'objectif final d'un Contrat de Performance Energétique (CPE) est de réduire les consommations énergétiques d'un bâtiment en investissant dans des travaux, des fournitures ou des services ce qui caractérise 3 types de CPE différents. Le CPE est conclu entre un maître d'ouvrage exploitant un bâtiment et un maître d'œuvre qui aura comme fonction d'identifier et mettre en œuvre les solutions techniques d'amélioration de l'efficacité énergétique du bâtiment. Le CPE représente une garantie d'amélioration de la performance énergétique pour le maître d'ouvrage car la rémunération du maître d'œuvre est corrélée au niveau d'amélioration atteint dont l'objectif à atteindre est inscrit dans le contrat. Les CPE participent ainsi à l'accompagnement du secteur immobilier vers la transition écologique.

Les CPE, les principaux résultats quantitatifs

L'Observatoire National des Contrats de Performance Energétique réalise depuis 2017 une étude des CPE du secteur public visant à faire un état des lieux des projets d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments menés avec cet outil. Afin d'étendre cette étude au secteur privé de l'immobilier, l'OID contribue depuis 2021 à enrichir ces chiffres-clés via la collecte et l'analyse de données auprès de ses membres et partenaires.

Le profil type des bâtiments sous CPE

L'étude statistique des profils des bâtiments ayant fait l'objet d'un CPE révèle une représentation importante des bâtiments de type bureaux. Sur une base de données initiale constituée à 32% de bureaux, l'échantillon d'actifs étant soumis à un CPE s'élève à 85%.

La surface importante des actifs représente aussi une caractéristique des actifs soumis aux CPE. Plus de 45% des actifs de l'échantillon sous CPE ont une surface utile brute comprise entre 10 000 et 50 000m². Les gestionnaires d'actifs ont tout intérêt à signer des CPE en priorité sur les actifs les plus grands afin de maximiser la baisse significative en volume des consommations énergétiques sur leur parc immobilier, et ce, le plus rapidement possible. A contrario, sur les actifs de surface plus petites, les gestionnaires semblent réticents à mobiliser des ressources afin de contractualiser des objectifs de réduction de consommation énergétique. Il est tout de même important de ne pas sous-estimer les

intérêts de la réduction des consommations énergétiques sur des actifs dont la surface est plus faible mais pour lesquels des améliorations efficaces peuvent être entreprises facilement.

La troisième caractéristique qui permet de dresser le profil type des actifs soumis aux CPE est la sous-typologie de bureau « Haute Fonctionnalité Technique » qui est surreprésentée dans l'échantillon CPE (55%) par rapport à l'échantillon global (5%). Ceci peut s'expliquer par le caractère francilien plus important de l'échantillon CPE ou alors par une volonté de réduire les consommations énergétiques sur des actifs ayant des usages fortement énergivores.

Le profil type des contrats signés

Les CPE de services sont les plus répandus dans l'échantillon (92% des CPE signés). En actionnant des leviers liés à la gestion des locaux et l'optimisation des consommations énergétiques, leur mise en place est moins coûteuse. Ces actions permettent aussi de contrôler l'effet rebond potentiel qui pourrait survenir à la suite des diminutions des consommations énergétiques. Les CPE de travaux et de fourniture ne permettent pas ce contrôle de l'usage énergétique. Néanmoins les CPE permettant de résoudre des anomalies sur l'enveloppe du bâti ou sur les systèmes énergétiques peuvent s'avérer plus efficaces pour réduire les consommations énergétiques dans certains cas. Le choix du type de CPE mis en place doit être le fruit d'une réflexion entre la MOA et la MOE en fonction du bâtiment. Rester dans une contractualisation au cas par cas adapté au bâtiment est nécessaire pour l'efficacité finale de l'amélioration de la performance énergétique.

De la même manière, la durée du CPE peut varier et une durée longue n'est gage ni de son efficacité ni de sa robustesse. Un CPE de quelques années (2-3 ans), suivi d'un marché d'exploitation maintenance avec un objectif de maintien de la performance peuvent être suffisant à atteindre une nette amélioration de l'efficacité de la performance énergétique. Les CPE longue durée peuvent être tout de même intéressants dans le cadre d'expérimentations techniques ou questionnaires innovantes.

L'efficacité des CPE sur les consommations énergétiques

La comparaison des consommations d'énergie finale des bâtiments a permis d'estimer la variation moyenne à -13% après souscription à un CPE (toutes durées et années confondues). On se rapproche alors du scénario de la [Stratégie Nationale Bas Carbone \(SNBC\)](#) qui, afin d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050, souhaite rendre les bâtiments publics exemplaires en fixant l'objectif de réduire les consommations énergétiques de 15% en 5 ans.

Nota Bene : D'autres dispositifs mis en œuvre en parallèle des CPE peuvent être à l'origine de cette forte diminution.

Les CPE, une approche qui reste peu fréquente dans le secteur privé

Les CPE sont à la fois une garantie financière et une garantie de performance énergétique. Néanmoins, les contractualisations dans le secteur privé restent faibles en comparaison au secteur public (selon la base de données de l'OID, 3% des actifs privés font l'objet d'un CPE). L'OID a alors identifié plusieurs pistes d'ordre structurelle qui freine le développement de ce type de contrat et des leviers permettant de les soulever.

Un outil obscur et opaque

Le premier phénomène porte sur le manque d'une définition commune qui freine la communication des plus-values de ce type de contrat. La différence entre les CPE et les travaux est parfois floue puisque les contrats de maîtrise d'œuvre intègrent déjà des objectifs et des pénalisations. Les CPE sont ainsi pris sous deux prismes différents :

- Le premier est à objectif performanciel : le CPE n'achète et ne vend pas une solution technique mais la performance elle-même sans prendre en compte les moyens mis en œuvre. Des moyens techniques sont tout de même utilisés pour atteindre ces objectifs.
- Le second a pour objectif des modifications techniques sur l'actif. Cela passe par l'identification des actifs les plus énergivores, des bâtis ou équipements peu performants. Les CPE sont alors utilisés pour apporter les modifications nécessaires sur les systèmes, sur le bâti ou de monitoring. L'objectif est alors technique tout en permettant d'améliorer la performance énergétique.

Sur le plan opératoire, le manque de connaissances, de compétences internes et d'habitude de la démarche (modèle juridique et financier) rend le processus opaque. Il y a alors un véritable besoin de formation ou bien le recours à une assistance extérieure pour monter le contrat.

Des objectifs sous-estimés ?

Les gestionnaires d'actifs peuvent être réticents envers les CPE avec l'idée que, pour se couvrir de potentielles pénalités, les opérateurs CPE s'engagent sur des objectifs trop faibles par rapport au potentiel performanciel du bâtiment. Certains préfèrent alors se fixer des objectifs hors contrat afin de les maximiser. La procédure par appel d'offre permet par l'action de la concurrence de maximiser les objectifs au regard du bâtiment (l'opérateur CPE choisi sera celui qui saura optimiser le prix du contrat et l'objectif performanciel du CPE au regard des caractéristiques du bâtiment).

La fiabilité des données

Le manque de fiabilité, de robustesse et de mise à disposition des données des bâtiments peut aboutir à des objectifs et solutions techniques qui ne sont pas adaptés à l'actif et limite donc l'efficacité des CPE. Il est alors nécessaire d'analyser, structurer et organiser les procédés de collecte. L'évolution de la réglementation peut encourager une dynamique dans ce sens (notamment avec le DEET).

L'humain dans le bâtiment

Lorsque les solutions techniques apportées au bâti dans le cadre de CPE sont mal utilisées par les usagers et les gestionnaires de l'actif, l'objectif contractuel peut alors s'avérer inatteignable. Cet effet est d'autant plus exacerbé que les comportements des usagers sont des paramètres très compliqués à modéliser et donc à anticiper l'impact sur l'objectif final. Le recours à des outils de sensibilisation des usagers permettant de réduire les effets négatifs de la mauvaise utilisation des solutions techniques apportées permettrait de réduire ces phénomènes.

Conclusion

Afin de répondre de manière globale à l'ensemble de ces freins, il est important d'organiser la filière des CPE et de communiquer sur leurs objectifs, leurs définitions et les méthodes de mise en œuvre. Pour cela, des retours d'expérience facilitant le dialogue entre les différents acteurs pourraient permettre de clarifier la démarche et l'utilité de tels contrats. Ce type de démarche pourra permettre à des gestionnaires d'actifs d'engager des CPE pilotes en partenariat avec des organismes indépendants compétents dans la démarche. Il pourrait ensuite permettre de définir un contrat cadre sur des actifs similaires afin de maximiser la portée de la démarche tout en gardant à l'esprit que chaque contrat doit être adapté au bâtiment auquel il est attaché.

Pour feuilleter la publication de 2021, rendez-vous au [lien suivant](#) !

Annexe 5 – Protocole BIG de l'indicateur de criticité Espace protégés et réglementés

Indicateur de Criticité Etat – Espaces protégés et réglementés

Objectifs

L'indicateur de criticité de l'outil BIODI-Bat sera composé d'un **indicateur état** et d'un **indicateur pression**. Dans ce protocole nous nous intéressons à la construction de l'indicateur état. L'état du territoire par rapport à l'enjeu biodiversité repose sur quatre familles de facteurs :

- 🌀 Espaces réglementés et protégés
- 🌀 Continuités
- 🌀 Espèces
- 🌀 Occupation des sols

Pour chaque famille un indicateur sera calculé. L'indicateur final **d'état** de la biodiversité sera la moyenne pondérée de l'indicateur chaque famille.

$$Ce = \frac{\sum_{i=1}^n p_i f_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

Avec :

- 🌀 Ce : Indicateur de criticité – état de la biodiversité [0 ;1] (nombre réel)
- 🌀 p_i : Poids associé à chaque famille [1 ; plus l'infini] (nombre entier)
- 🌀 f_i : Indicateur associé à chaque famille [0 ;1] (nombre réel)

Famille Espaces réglementés et protégés

Objectif

Création d'un indicateur « espaces protégés et réglementés » en fonction de trois critères :

- 🌀 Niveau de protection de l'espace réglementé (4 niveaux)
- 🌀 Superficie de l'espace réglementé (2 caractéristiques)
- 🌀 Distance entre l'espace réglementé et l'adresse entrée par l'utilisateur (3 caractéristiques)

L'indicateur final variera selon deux configurations possibles (à déterminer) :

- 🌀 Nombre d'espaces qui se superposent (somme puis normalisation de 0 à 1)
- 🌀 Une notation de protection max

Critères de classification

≡ Niveau de protection

Les espaces réglementés sont classifiés selon leur niveau de protection (d'après Witté et al. 2013, actualisé suite à la publication de la nouvelle Stratégie nationale des aires protégées, 2021 et du diagnostic des aires protégé 2020 de l'INPN) :

<https://inpn.mnhn.fr/telechargement/documentation/espaces-protectes>

<https://inpn.mnhn.fr/programme/espaces-protectes/presentation>

<https://inpn.mnhn.fr/programme/espaces-protectes/strategie-aires-protectees>

- 🐣 **Espaces de catégorie I** : APPB, Parcs nationaux (cœur), réserves biologiques, réserves naturelles nationales, réserves naturelles régionale, réserve naturelle de Corse, Réserves nationales de chasse et faune sauvage, Terrains du Conservatoire du Littoral, sites acquis des Conservatoires d'Espaces Naturels
- 🐣 **Espaces de catégorie II** (Natura 2000) : Sites d'importance communautaire (SIC), zones de protection spéciale (ZPS)
- 🐣 **Espace de catégorie III** : Parcs nationaux (aire d'adhésion), Parcs naturels régionaux, Réserves de biosphère, sites Ramsar, sites gérés des Conservatoires d'Espaces Naturels, Espaces Naturels Sensibles
- 🐣 **Espaces de catégorie IV** : ZNIEFF type I et II, ZICO

Des types d'espaces réglementés et d'intérêt supplémentaires pourront être ajoutés aux catégories définies, en fonction de leur niveau de protection.

L'ensemble des données sont extraites du site de l'INPN par type d'espace réglementé au lien suivant <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/cartes-et-information-geographique/inpg/inpg> et à disposition dans le dossier 'Espaces réglementés Données brutes'

Nota bene : La couche Parcs nationaux comprend les aires d'adhésion ainsi que les cœurs. Un traitement pour dissocier les aires d'adhésion des cœurs est possible car les polygones aires d'adhésion sont précisés dans la table attributaire.

≡ Aire de l'espace réglementé

Situation binaire (d'après Rodrigues et al. 2004) :

- 🐣 > 1000 ha
- 🐣 < 1000 ha

≡ Distance entre l'espace réglementé et l'adresse entrée par l'utilisateur

A chaque polygone représentant un espace réglementé, nous ajouterons deux zones tampons. Pour calculer l'indicateur d'état de la biodiversité d'un bâtiment, l'outil cherchera spatialement les espaces dans lesquels se situe le bâtiment.

Il y aura donc trois possibilités :

- 🐣 Cœur de l'espace réglementé : contenu dans les limites de la zone

- 👉 Zone tampon 1 : 500m
- 👉 Zone tampon 2 : 2000m

Quantification

≡ Notation des types d'espaces possibles

Une note est attribuée (ex : a_1) en combinant les critères de chaque chemin (par exemple : catégorie IV / S> / ZT).

Afin de déterminer ces notes, la première étape a été d'identifier les axiomes :

- 👉 Le niveau de protection selon les catégories I, II, III et IV est la caractéristique qui a le plus de poids.
- 👉 L'impact de la surface de l'aire protégée est équivalent à celui de se situer en cœur ou zone tampon 1.
- 👉 Se trouver dans un cœur ou la zone tampon 1 (500m) doit rendre une note proche car l'influence à cette proximité reste importante.
- 👉 Se trouver dans une zone tampon 2 par rapport à une zone tampon 1 est plus discriminant car cette zone tampon est plus large (2 km). La différence de criticité est donc plus importante.

Au total, trois paramètres peuvent varier (catégorie, zone, surface). Pour chaque axiome, des malus sont attribués à chaque chemin de l'arbre.

La méthode de notation respecte un **principe de note dégradée** : la note la plus élevée (catégorie I, cœur, surface > 1000 ha) s'élève à 1. Il s'agit de la référence pour les autres chemins. Chaque chemin auquel on attribue une note peut devenir une référence pour les autres chemins qui ne sont pas encore notés. Pour attribuer des notes aux autres chemins, nous nous reposons sur une référence à laquelle nous soustrayons les constantes adaptées en fonction des paramètres variant.

Paramètre référent	Paramètre variant	Constante
Catégorie >	Catégorie <	0,15
C	ZT1	0,05
ZT1	ZT2	0,15
S>	S<	0,05

Pour exemple : le chemin d'un espace paramétré « catégorie I, cœur, surface > 1000 ha » est noté 1. Cela nous permet de noter un espace paramétré « catégorie I, ZT1, surface > 1000 ha » à 0,950. Afin de noter un espace classé « catégorie III, ZT1, surface > 1000 ha » il est possible de partir de la note de l'espace « catégorie I, ZT1, surface > 1000 ha » qui s'élève à 0,950 et de lui soustraire $2 \times 0,15$. On atteint la note de 0,650.

Ce système de notation par soustraction permet de conserver un écart équivalent pour chaque paramètre de chaque chemin, contrairement à une méthode par pondération de coefficients. Ainsi être en zone tampon 1 par exemple plutôt que d'être en cœur, va avoir le même poids quelque soit la catégorie dans laquelle nous nous trouvons.

Catégorie	IV						III						II						I								
Zone	ZT2		ZT1		C		ZT2		ZT1		C		ZT2		ZT1		C		ZT2		ZT1		C				
Surface	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>	S<	S>			
Note	0,300	0,350	0,450	0,500	0,450	0,500	-	0,500	0,550	0,600	0,650	0,600	0,650	-	0,650	0,700	0,750	0,800	0,750	0,800	-	0,800	0,850	0,900	0,950	0,950	1,000

Matrice de hiérarchisation de l'enjeu « espace protégé » sur la base des coefficients ci-dessus

Formation de l'indicateur

Après avoir attribué une note pour chaque type d'espace, il est nécessaire de calculer l'indicateur final d'état pour la famille « espaces protégés et réglementés », notamment dans les cas où l'on peut observer une superposition d'espaces. Deux méthodes sont alors envisagées et seront testées par traitement cartographique.

Méthode par maximum (méthode préférée à ce stade)

Pour une localisation où plusieurs espaces se superposent, on extrait la note maximale du type d'espace dont elle dépend.

Par exemple, si l'on se trouve à la fois dans la zone tampon 1 d'un espace de catégorie I et de surface inférieure à 1000 ha (note : 0,9), ainsi que dans la zone tampon 2 d'un espace de catégorie III de surface supérieure à 1000 ha (note : 0,5), l'indicateur « criticité – espace protégé et réglementé » pour ce bâtiment prendra la note de 0,9.

Méthode par somme normalisée

Pour une localisation, on comptabilise le nombre d'occurrences de chaque chemin en sommant la note de chacun. On a ainsi l'indicateur intermédiaire y selon la formule suivante :

$$y = \sum_{i=1}^n x_i a_i$$

Avec :

x_i : Nombre d'occurrences d'un chemin de l'arbre pour une même adresse (nombre entier entre 0 et l'infini) : relatif au nombre d'éléments dans le champ d'influence du bâtiment.

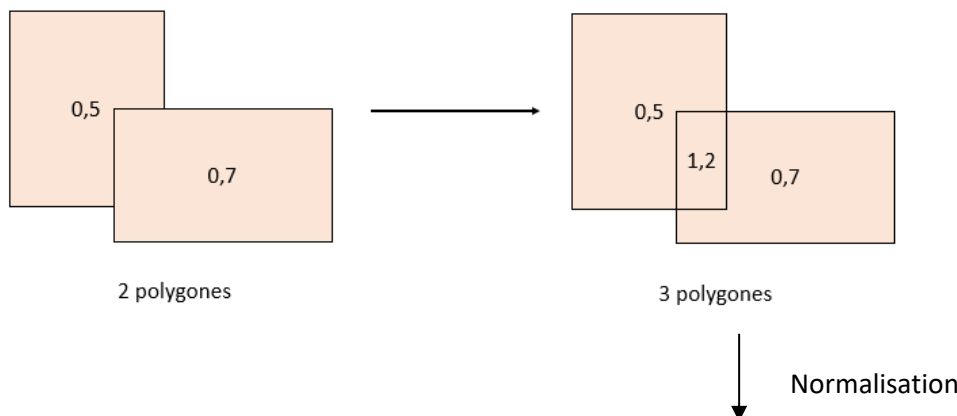
a_i : Note de chaque chemin (nombre réel entre 0 et 1)

Afin d'avoir un indicateur d'espaces protégés et réglementés final compris entre 0 et 1, il sera normalisé selon une fonction mathématique qui tend vers 1 à partir d'une certaine valeur de x (relatif au nombre d'espaces à proximité). Cette méthode a été choisie afin de ne pas observer

une évolution linéaire de l'enjeu, et de considérer qu'un site est à fort enjeu de biodiversité tôt dans le nombre d'espaces à proximité.

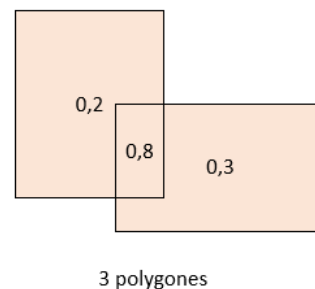
Ex de fonction mathématiques :

$$f(x) = 1 - e^{-x}$$



Traitement SIG

La plateforme R4RE (Resilience for Real Estate) peut contenir qu'une couche finale indicateur avec l'indicateur. Ce protocole décrit les étapes du traitement du modèle.



. Le modèle ne
ant la valeur de
ir construire ce

1. Dissocier la couche Parcs nationaux avec une nouvelle couche contenant les cœurs de parcs nationaux et une autre contenant les aires d'adhésion.
2. Pour chaque couche, ajouter une colonne "Catégorie" avec les valeurs 1, 2, 3 ou 4 en fonction du type d'espace.

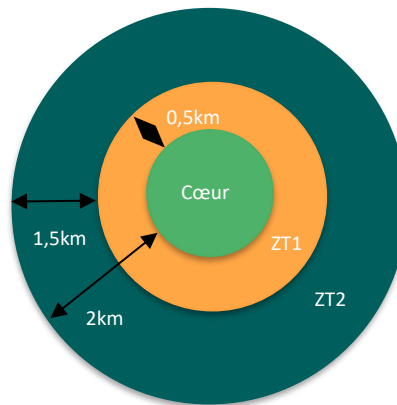
Pour chaque couche, discriminer dans la table attributaire les polygones inférieurs et supérieurs à 1 000 ha :

3. Ajouter un champ « Surface » à chaque couche
4. Ouvrir la calculatrice de champs, sélectionner le champs surface à modifier. Aller dans géométrie > \$area → la surface est calculée pour chaque polygone
5. Créer un champ AreaCond.
6. Code à entrer dans la calculatrice de champ pour le champ AreaCond :
"Surface">=10000000

Nota bene : C'est un booléen, si la surface est supérieure à 1000ha, alors AreaCond=1 sinon AreaCond=0

7. Pour chaque polygone, ajouter deux zones tampons circonscrits autour du polygone de respectivement 500 m et 1,5 km de largeur ce qui forme au total une zone tampon de 2km de large (voir schéma ci-dessous).

Type de tampon : plat



8. Avec l'outil différence, conserver seulement la zone tampon 1 autour de la zone cœur pour avoir un « anneau » (pas un cercle) et la zone 2 autour de la zone tampon 1.
9. Vérifier que les informations propres à la zone cœur (surface et catégorie) sont conservées dans la table attributaire des zones tampons.
10. Ajouter dans la table attributaire de chaque zone tampon et de chaque cœur d'espace, réglementé une colonne « Zone » avec l'information « C » pour cœur, « ZT1 » pour zone tampon 1 et « ZT2 » pour zone tampon 2.
11. Fusionner pour chaque type d'espace les couches cœur, zone tampon 1 et zone tampon 2 dans une même couche. On a donc une couche par type d'espace protégé.
12. Conserver seulement les champs AreaCond », « Zone » et « Catégorie » pour chaque entité.
13. Pour chaque polygone, ajouter une colonne « Indicateur » dans laquelle on attribue une note en fonction des 3 caractéristiques (catégorie, surface, zone).
Dans la calculatrice du champ « Indicateur » ajouter le code suivant :

CASE

```
WHEN "CATEGORIE" =1 AND "ZONE"='C' AND "AREACOND"=1 THEN 1
WHEN "CATEGORIE" =1 AND "ZONE"='ZT1' AND "AREACOND"=1 THEN 0,95
WHEN "CATEGORIE" =1 AND "ZONE"='ZT2' AND "AREACOND"=1 THEN 0,8
...
etc.
END
```

14. Faire le tri dans les tables attributaires pour ne conserver que la note de l'indicateur intermédiaire.
15. A l'aide de la fonction « Union » de QGis, dissocier les polygones qui s'intersectent ou se superposent. Faire ce traitement sur deux couches pour commencer. Puis entre la couche résultante et une autre couche, etc. jusqu'à ce que toutes les couches soient traitées. La fonction union conserve les champs de chaque entité et entre NULL lorsque l'information n'existe pas. Il en résulte une unique couche contenant tous les espaces protégés et réglementés avec la note associée.
16. Mettre à 0 les informations indiquées comme NULL
17. Créer un champ indicateur final
18. En fonction de la méthode choisie, faire la somme ou conserver le maximum pour chaque polygone dans le nouveau champ indicateur final créé.
19. Conserver seulement l'indicateur final et supprimer les autres colonnes.
20. Pour la méthode somme normalisée, appliquer l'équation de normalisation à l'indicateur final. Conserver cette dernière valeur et mettre cette couche finale sur R4RE.
21. Sur la plateforme R4RE, l'utilisateur entre une adresse, l'outil lit la valeur du polygone sur lequel il se situe. S'il n'y a pas de polygone, l'indicateur vaut 0.

Après phase de test

- 🔗 Tester les deux méthodes de maximum et de somme normalisée.
- 🔗 Ajuster les notes de chaque chemin en modifiant les « constantes » sur le document Excel
[04.8. BIG\03. Pôles\02. Criticité de la biodiversité\01. Méthode\01. Protocole\Espaces réglementés\Classement espaces réglementés protégés.](#)
- 🔗 Après tests, si la méthode par somme normalisée est retenue, identifier pour quelle valeur de l'indicateur intermédiaire « y » (voir ci-dessus : $y = \sum_{i=1}^n x_i a_i$), la courbe de normalisation doit-elle tendre vers 1 et en déduire la formule de normalisation $f(x)$.

Annexe 6 – Protocole de l'indicateur de criticité Connectivité

Indicateur de criticité - état

Objectifs

L'indicateur de criticité de l'outil BIODI-Bat sera composé d'un **indicateur état** et d'un **indicateur pression**. Dans ce protocole nous nous intéressons à la construction de l'indicateur état. L'état du territoire par rapport à l'enjeu biodiversité repose sur quatre familles de facteurs :

- 🌿 Espaces réglementés
- 🌿 Continuités
- 🌿 Espèces
- 🌿 Occupation des sols

Pour chaque famille un indicateur sera calculé. L'indicateur final d'état de la biodiversité sera la moyenne pondérée de l'indicateur chaque famille.

$$Ce = \frac{\sum_{i=1}^n p_i f_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

Avec :

- 🌿 Ce : Indicateur de criticité – état de la biodiversité [0 ;1] (nombre réel)
- 🌿 p_i : Poids associé à chaque famille [1 ; plus l'infini] (nombre entier)
- 🌿 f_i : Indicateur associé à chaque famille [0 ;1] (nombre réel)

Famille Connectivité

Données

L'UICN a mené un projet de cartographie de la naturalité (CartNat) et a mis à disposition des cartes produites (https://uicn.fr/CartNat/CartNat_Donnees/). La carte de naturalité repose sur trois cartes amont représentant :

- 🌿 L'intégrité biophysique de l'occupation du sol
- 🌿 La spontanéité des processus (influence humaine)
- 🌿 La continuité spatiale

Cette dernière carte a été développée avec le modèle Omniscape qui modélise la connectivité du flux écologique potentiel au sein des zones de naturalité en appliquant la théorie des circuits (McRae et al. 2016).

La carte qui en résulte est mise à disposition sous format raster à l'échelle 20m/20m.

L'objectif est de se servir de ces données pour évaluer la connectivité spatiale du territoire.

Quantification

L'échelle de l'indicateur est comprise entre 1 (faible connectivité) et 400 (forte connectivité). Afin d'obtenir un indicateur compris entre 0 et 1, nous ramènerons cette note dans l'intervalle souhaité.

Ainsi pour chaque entité géométrique de la cartographie, l'indicateur Connectivité sera établi de la manière suivante :

$$Connection = \frac{C}{400}$$

Avec

- 📍 Connection : l'indicateur de connectivité final
- 📍 C : valeur de l'état de la connectivité établit par l'UICN sur CartNat

Traitement SIG

La plateforme R4RE (Resilience for Real Estate) hébergera l'outil BIODI-Bat. Le modèle ne peut contenir qu'une couche finale vecteur avec une unique colonne contenant la valeur de l'indicateur. Afin de conserver une résolution importante sur les espaces urbains, la résolution de 20m par 20m sera conservée dans les grandes métropoles. Sur le reste du territoire, une résolution moins fine de 1 km par 1 km sera choisie pour alléger le fichier.

Ce protocole décrit les étapes du traitement SIG à effectuer pour construire ce modèle.

22. Depuis le fichier Layer3_FINAL qui comprend la carte de la connectivité du programme CartNat, modifier la résolution de la couche raster en pixel de 1 km par 1km
23. Sur le fichier initial avec la résolution fine de 20m par 20m, découper la couche raster Layer3_FINAL selon une couche masque vectorielle comportant les métropoles souhaitées (outil raster découper).
24. Vectoriser les deux couches résultantes : le territoire national avec une résolution de 1km par 1km et la couche composée des différentes métropoles avec une résolution de 20m par 20m. Outil polygoniser.
Si le fichier est trop lourd pour être vectorisé, il est possible de faire ce traitement pour chacune des 13 régions unes à unes puis de fusionner les 13 couches vectorisées résultantes.
25. Fusionner les deux couches
26. Sur cette couche finale fusionnée, ajouter un champ Indicateur
27. Dans la calculatrice de champ, recalculer l'indicateur en divisant par 400 la valeur du polygone.
28. Ne conserver que cette dernière colonne et supprimer les autres informations

Annexe 7 – Décryptage ZAN



EN CHIFFRES

	Taux de croissance de l'artificialisation	La pédosphère (couche externe de la croûte terrestre) regroupe	Objectif national de réduction de la consommation des ENAF de
5,6 %	3,7	25 %	50 %
du territoire français est artificialisé (INSEE)	fois plus important que la croissance de la population depuis 1981 (Fosse et al., 2019, d'après les données Teruti-Lucas)	de la biodiversité ce qui fait d'elle le milieu le plus dense en termes de biodiversité (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)	d'ici 2031 par rapport aux dix années précédant la loi Climat et Résilience de 2021 (Ministère de la transition écologique)

De quoi parle-t-on ?

OBJECTIF ZAN D'ICI 2050

A travers l'objectif Zéro Artificialisation Nette (ZAN), la France place l'artificialisation des sols au cœur des problématiques de planification territoriale. L'enjeu est de réduire progressivement le rythme d'artificialisation jusqu'à atteindre un bilan de surface artificialisée nul. À terme, cela signifie que le taux de surface artificialisée à l'échelle du territoire national n'augmentera plus tout en laissant la possibilité de compensation. Dans le cas où l'artificialisation de surfaces actuellement non-artificialisées est inévitable, des espaces artificialisés devront être désartificialisés afin d'atteindre la neutralité surfacique. L'artificialisation nette des sols est ainsi définie dans l'[article 192 de la Loi Climat et Résilience](#) comme « le solde de l'artificialisation et de la renaturation des sols constatées sur un périmètre et sur une période donnés ».

Afin d'atteindre cet objectif ambitieux d'ici 2050, la stratégie nationale et les collectivités locales travaillent sur l'opérationnalité de la mise en œuvre et du suivi de l'artificialisation (définition et rythme).

La traduction de l'objectif ZAN implique de faire communiquer deux langages différents, celui de l'urbanisme et du foncier d'un côté, avec celui de l'environnement et de l'écologie de l'autre.

Les sols, un support de vie menacé par l'artificialisation

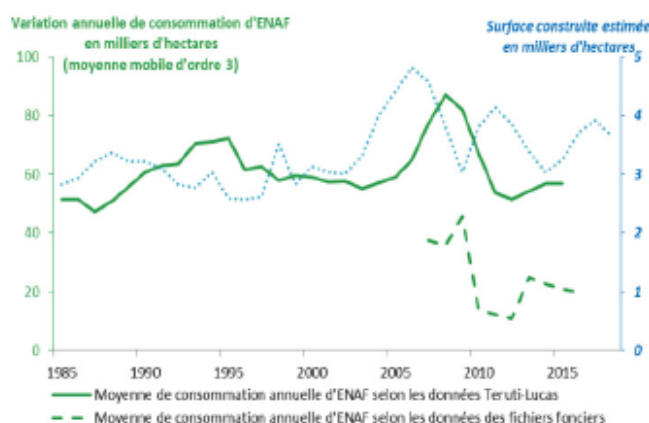
Longtemps sous-estimée, l'importance des sols est aujourd'hui de plus en plus connue et documentée. Ils sont le support de cinq principaux cycles qui rendent la vie possible sur terre :

- Le cycle de la matière organique (fèces animales, décomposition des végétaux...)
- Le cycle du carbone (stockage par la végétation)
- Le cycle des nutriments (principalement azote et phosphore issus de la décomposition de la matière organique et nécessaires aux végétaux)
- Le cycle de l'oxygène à travers la photosynthèse
- Le cycle de l'eau dont les sols sont des filtres efficaces pour purifier l'eau.

Par les fonctions de support évoquées, les sols remplissent les fonctions écologiques nécessaires à la survie des écosystèmes. Par des mécanismes physico-chimiques, ils représentent un tampon entre les actions humaines et leurs conséquences sur l'environnement.

Or, les sols sont aujourd'hui malmenés par plusieurs décennies de politiques d'urbanisation basées sur la consommation foncière et l'étalement urbain. Selon [France Stratégie](#), les surfaces artificialisées ont augmenté de 70% entre 1981 et 2020. En parallèle de ce phénomène, la démographie a augmenté de seulement 19%. Cet important décalage entre consommation foncière et évolution démographique souligne une consommation importante du territoire national. Cette artificialisation détruit les sols et affecte les fonctions écologiques associées.

VARIATION ANNUELLE DE LA CONSOMMATION D'ENAF ET ÉVOLUTION DE LA SURFACE DE PLANCHER À CONSTRUIRE DE 1985 À 2018



Source : France Stratégie, d'après les données Teruti-Lucas, Sitedel et des fichiers fonciers, 2019

Le changement d'affectation des sols, dont l'artificialisation est l'une des principales dynamiques, est la première cause de l'érosion de la biodiversité. Les actions anthropiques ont pour effet de détruire les habitats de l'échelle de la mégafaune jusqu'à celle des microorganismes. En effet, l'artificialisation entraîne la destruction de la couche pédologique qui est la plus dense en termes de biodiversité. Selon l'[Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture](#), les sols abritent plus de 25 % de la biodiversité de la planète et constituent le premier maillon des chaînes alimentaires de la biodiversité terrestre. Le second effet direct sur la biodiversité est la fragmentation écologique des territoires. La perte de continuité naturelle isole les habitats et perturbe l'ensemble des chaînes alimentaires ainsi que les processus de migration et de reproduction.

Le sol est un des puits de carbone naturels de la planète. L'artificialisation des sols empêche le stockage de carbone de la

végétation dans les sols et entraîne même un déstockage. Or la [Stratégie Nationale Bas Carbone](#) repose une partie de ses scénarios sur ces puits et « les leviers correspondant aux puits de carbone naturels sont la lutte contre l'artificialisation des terres [...] ». Selon [EFESE \(2019\)](#), la poursuite des tendances actuelles en matière d'artificialisation entre 2018-2050 pourrait conduire à un déstockage équivalent à 75% des émissions de 2015.

Les conséquences physiques sur les territoires artificialisés sont l'augmentation de la vulnérabilité des villes à l'aléa inondation ainsi que l'exposition aux pollutions. Le sol ne jouant plus sa fonction d'éponge naturelle, l'eau pluviale ruisselle sur les zones imperméabilisées. Elle lessive alors les surfaces et se charge en polluants. Les réseaux d'assainissement saturés et les eaux pluviales sont rejetées dans le milieu naturel sans traitement. Selon la [Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports \(DRIEA\)](#), pour les réseaux unitaires d'assainissement, les rejets directs de ces eaux au milieu naturel par temps de pluie est l'une des plus grandes sources de pollution actuelle de nos cours d'eau.

Par l'augmentation des surfaces artificialisées, les villes perdent la fonction de régulation du climat des sols et des espaces végétalisés. Les phénomènes d'îlots de chaleur urbains sont alors fréquents. Le retour de la nature en ville refroidit l'atmosphère en libérant l'humidité des sols par processus d'évapotranspiration (étape importante du cycle de l'eau).

La France s'engage dans la lutte contre l'artificialisation

UNE STRATÉGIE QUI SE CONSTRUIT SUR LE TEMPS

La lutte contre la consommation foncière est un enjeu de la planification territoriale avant même l'introduction de l'objectif ZAN dans la stratégie nationale. À partir de l'année 2000, la lutte contre l'étalement urbain est une priorité de la loi SRU (Loi relative à la solidarité et au renouvellement urbain). C'est la première loi qui intègre la lutte contre l'artificialisation des sols comme un objectif des politiques publiques. La loi Montagne de 1985 et la loi Littoral de 1986 restreignent la bétonisation de paysages sans ancrer réellement l'artificialisation des sols au cœur des politiques publiques. Dix ans plus tard, la loi Grenelle II impose aux collectivités l'analyse de la consommation des espaces à travers les SCOT et les PLU. C'est la première fois qu'un suivi de la consommation des ENAF est rendu obligatoire pour les politiques publiques locales. En 2014, la loi Alur qui débouchera sur la loi ELAN croise les objectifs de lutte contre l'étalement urbain et celle de consommation des ENAF ce qui crée une cohérence de stratégie territoriale.

POUR ÉVITER TOUTE CONFUSION...

Le changement d'occupation des sols consiste en une transformation de la couverture et de l'usage d'un sol par l'action humaine. Il peut s'effectuer sur un espace naturel vers un espace agricole. Il y a alors une modification des habitats et de la biodiversité accueillie. L'artificialisation est un des changements d'occupation des sols possible. C'est l'action de transformation d'un sol naturel, agricole ou forestier par une couverture perméable ou imperméable. Dans le cas d'une artificialisation imperméable, on parle alors d'imperméabilisation des sols.

La cause de l'artificialisation peut être le résultat de la pression foncière, de l'étalement urbain ou du mitage. On parle alors de consommation foncière des ENAF. L'artificialisation est l'action technique et physique de transformation des sols alors que la consommation foncière est la réalité de projet liée au zonage des documents d'urbanisme. La sobriété foncière consiste alors à réduire la consommation des ENAF en appliquant des leviers tels que la densification ou le renouvellement urbain.

APPARITION DE L'OBJECTIF ZAN

Afin de lutter contre les conséquences environnementales qui entraînent aussi des répercussions sociales et économiques, la France s'est fixé l'objectif ZAN d'ici 2050. L'objectif est posé en 2018 au sein du Plan biodiversité. C'est le premier document de politique publique à annoncer des actions structurantes à l'échelle nationale sur cet enjeu. Il propose la révision des politiques d'aménagement en se reposant sur la séquence ERC (éviter – réduire – compenser) afin de limiter la consommation d'Espaces naturels agricoles et forestiers (ENAF). La France intègre ainsi l'artificialisation des sols comme principe général du code de l'urbanisme. En août 2021, la loi Climat et Résilience inscrit cet objectif dans le cadre réglementaire, avec un jalon intermédiaire à horizon 2031. C'est aussi dans cette loi qu'est posé pour la première fois la définition de l'artificialisation qui

DÉFINITION DE L'ARTIFICIALISATION DES SOLS DE L'ARTICLE L101-2-1 DU CODE DE L'URBANISME

« l'altération durable de tout ou partie des fonctions écologiques d'un sol, en particulier de ses fonctions biologiques, hydriques, climatiques, ainsi que de son potentiel agronomique par son occupation ou son usage ».

repose sur le principe de fonctionnalités écologiques des sols. L'artificialisation n'est plus un simple indicateur surfacique en deux dimensions mais appréhende les sols en trois dimensions (profondeur comprise). A travers cette définition, les sols ne sont pas seulement un support d'usages surfacique (logement, transports, etc.) mais un support en termes de fonctions écologiques grâce à l'introduction de cette troisième dimension.

QUEL CALENDRIER ?

La première échéance en termes d'objectif est la réduction par deux du rythme de la consommation des ENAF d'ici 2031 par rapport à la période de 10 ans précédant la promulgation de la loi Climat et Résilience. Cet objectif est le premier palier décennal pour atteindre progressivement le ZAN. A partir de 2031 les objectifs porteront sur l'artificialisation et non plus sur la consommation foncière. Cela implique de structurer un suivi sur l'artificialisation avant 2031 afin d'avoir une référence.

Afin d'atteindre les objectifs fixés par la France, les pouvoirs publics s'impliquent à tous les niveaux dans la lutte contre l'artificialisation. La déclinaison à l'échelle locale via les documents d'urbanisme permet de fixer des objectifs prenant en compte l'historique et les enjeux propres du territoire, et de mettre en place un suivi à l'échelle locale. Pour répondre aux objectifs nationaux, les conférences des SCoT se réunissent afin de proposer une territorialisation des objectifs de réduction de la consommation d'ENAF en vue de leur intégration dans le SRADDET. On parle d'objectif territorialisé car si l'objectif est de réduire de moitié la consommation d'ENAF à l'échelle nationale et régionale, les objectifs intercommunaux pourront être hétérogènes. Cela signifie qu'un territoire peut avoir comme objectif d'ici 2031 de réduire la consommation d'ENAF de 40% et un autre de 60%. Des outils opérationnels détaillant les critères à prendre en compte pour définir les objectifs territoriaux pourraient alors aider les acteurs locaux dans leurs décisions. Aujourd'hui seuls les grands principes démographiques et économiques permettant de répartir les taux de consommation ont été identifiés mais aucune mesure quantitative n'a pu être trouvée.

Pour donner suite à la conférence des SCoT, les orientations, méthodes et objectifs proposés pourront être intégrés dans les règles des SRADDET : un document de planification à l'échelle des régions et au SDRIF pour l'Île de France. Les régions n'ont cependant pas obligation de reprendre les propositions des conférences des SCoT.

Après l'intégration de l'objectif ZAN aux SRADDET, les objectifs et orientations seront intégrés progressivement aux SCoT puis aux documents de planification communaux et intercommunaux.

- 22 octobre 2022 : Échéance de remise des propositions par les Conférences des SCoT
- 22 février 2024 : Entrée en vigueur des SRADDET intégrant l'objectif de la loi Climat et Résilience
- 22 août 2026 : Déclinaison des objectifs territorialisés à travers les SCoT.
- 22 août 2027 : Déclinaison des objectifs territorialisés dans les PLU, PLUi et Cartes communales.
- 22 août 2031 : Réduction du rythme d'artificialisation par deux des ENAF.
- 2050 : Atteinte de l'objectif ZAN

Source : OJD, d'après la circulaire du premier ministre du 7 janvier 2022 de la « Mise en œuvre opérationnelle de la loi « Climat et Résilience » en matière de lutte contre l'artificialisation des sols »

Comment rendre opérationnel le ZAN ?

Afin d'intégrer l'enjeu d'artificialisation dans les documents de planification, des mesures et outils opérationnels permettant de répondre à la législation doivent être développés. Dans ce contexte, il est nécessaire de préciser les sols considérés comme artificialisés. Pour permettre aux acteurs de l'immobilier de s'en saisir et travailler de concert avec les acteurs du territoire, le développement de leviers réglementaires et fiscaux incitant les projets luttant contre l'artificialisation pourrait être un signal d'incitation ou d'accompagnement de la transformation de la filière.

DES OUTILS TECHNIQUES

NOMENCLATURE DES TYPOLOGIES DES SOLS

Une nomenclature des typologies des sols en fonction de leurs couvertures et de leurs usages est définie par [décret en date du 30 avril 2022](#). Elle a pour objectif de classer les surfaces comme artificialisées ou non-artificialisées en vue de permettre le suivi et la définition d'objectifs dans les documents de planification et d'urbanisme. Cette nomenclature sera applicable dans la décennie prochaine, à partir de 2031 (voir figure ci-dessous).

Les huit catégories de surfaces s'inspirent de la nomenclature définie par l'OCSGE (occupation du sol à grande échelle). Celle-ci croise à la fois les données de couverture et les données d'usage du sol.

DISTINCTION DES DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE LA NOMENCLATURE

La nomenclature proposée permet de qualifier les surfaces comme artificialisées ou non pour l'évaluation de l'objectif ZAN. Malgré son caractère opérationnel, plusieurs remarques soulignent son application limitée par rapport aux attentes.

La loi intègre dans la définition de l'artificialisation la dimension écologique des sols. Or la nomenclature ne traduit pas de manière opérationnelle l'atteinte aux fonctionnalités écologiques. Sa capacité d'évaluation reste strictement binaire (artificialisé ou non) ; deux surfaces artificialisées mais de catégories différentes peuvent avoir des fonctions écologiques très différentes (de même pour les surfaces non artificialisées). Prenons l'exemple

	Catégories de surfaces	Exemples
Surfaces artificialisées	1° Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison du bâti	Constructions, aménagements, ouvrages ou installations
	2° Surfaces dont les sols sont imperméabilisés en raison d'un revêtement (artificiel, asphalté, bétonné, couvert de pavé ou de dalles)	Routes
	3° Surfaces partiellement ou totalement perméables dont les sols sont stabilisés et compactés ou recouverts de matériaux minéraux	Graviers concassés stabilisés (chaille), agrégats de carrière
	4° Surfaces partiellement ou totalement perméables dont les sols sont composés de matériaux composites	Couverture hétérogène et artificielle avec un mélange de matériaux non minéraux
	5° Surfaces à usage résidentiel, de production secondaire ou tertiaire, ou d'infrastructures notamment de transport ou de logistique, dont les sols sont couverts par une végétation herbacée, y compris si ces surfaces sont en chantier ou sont en état d'abandon	Jardins, espaces végétalisés herbacés autour de locaux tertiaires
Surfaces non artificialisées	6° Surfaces naturelles qui sont soit nues, soit couvertes en permanence d'eau, de neige ou de glace	Sable, galets, rochers, pierres, surfaces d'activités extractives de matériaux en exploitation, cours d'eau
	7° Surfaces à usage de culture, qui sont végétalisées ou en eau	Agriculture, sylviculture, pêche, aquaculture, saliculture
	8° Surfaces naturelles ou végétalisées constituant un habitat naturel, qui n'entrent pas dans les catégories 5°, 6° et 7°	Forêts, zones humides, parcs urbains arborés

Source : OJD, d'après le [Décret n° 2022-783 du 29 avril 2022 relatif à la nomenclature de l'artificialisation des sols](#)

d'une surface couverte par une végétation herbacée à usage résidentiel et une surface imperméabilisée en raison du bâti (catégories 1 et 5 qualifiées comme artificialisées). In fine, elles seront traitées de manière similaire. Une des raisons est que les capacités d'observation sont limitées. Les projets de quantification de l'atteinte écologique de l'artificialisation tels que le projet [MUSE](#) qui vise à intégrer la multifonctionnalité des sols dans les documents d'urbanisme, sont encore au stade de la recherche. La nomenclature pose ainsi la question de l'intégration d'un outil quantitatif complémentaire différenciant l'impact de deux surfaces dont les potentiels écologiques sont distincts. Sans coefficient, le statut artificialisé attribué aux sols de la catégorie 5 ne favorise pas le développement de la nature en ville : un mouvement qui doit pourtant prendre de l'importance dans les projets urbains et immobiliers. Dans le cadre de la nomenclature, considérer cette catégorie 5 comme une surface non artificialisée sans distinction serait porter préjudice aux espaces naturels qui ne seraient pas valorisés, et ne permet pas de valoriser les projets plus denses.

LES SOLS DURANT LA PHASE D'EXPLOITATION DES PROJETS D'AMENAGEMENT

Cette démarche quantitative pourrait aussi être approfondie pour aller jusqu'à la prise en compte du type de gestion des surfaces. Ainsi en instaurant des coefficients, il serait possible de distinguer les modes de gestion écologique des parcs urbains par exemple (espaces de libre évolution, fauche tardive, paillage...), des gestions classiques relativement strictes et peu accueillantes pour la biodiversité urbaine. Certains outils, comme le [gradient de naturalité du CILB](#), appliquent ce principe.

La mise à disposition d'outils quantitatifs semble nécessaire pour le suivi d'objectifs eux même quantitatifs, néanmoins le risque est d'avoir une approche strictement mécanique de la planification territoriale qui optimise les surfaces consommées sans changer profondément les pratiques actuelles d'aménagement du territoire. Le territoire national n'étant pas homogène, proposer un outil qui soit à la fois assez détaillé pour prendre en compte les fonctionnalités écologiques des sols de manière opérationnelle tout en restant applicable à l'ensemble du territoire peut paraître plus qu'ambitieux. L'approche ZAN reste très planificatrice et peu souple mais elle représente un cordon de sécurité pour éviter l'inaction.

MISE EN APPLICATION DE LA NOMENCLATURE EN 2031

Cette nomenclature ne s'applique pas au cours de la première décennie, qui porte sur la réduction de la consommation des ENAF de moitié d'ici 2031. Dans un sens il est intéressant pour les collectivités territoriales que la nomenclature soit publiée si tôt avant son application car les SCoT ont une période de projection à 30 ans. Cela leur permet donc d'avoir de la visi-

bilité pour atteindre l'objectif ZAN. Néanmoins, les méthodes de quantification de l'artificialisation sont toujours à l'état de recherche, et vont continuer d'évoluer. Le risque est alors que la nomenclature ne soit plus adaptée aux méthodes d'évaluation et des objectifs des collectivités et entreprises d'ici 2031.

OUTIL D'ÉVALUATION DE LA COMPENSATION

Un outil technique complémentaire permettant de définir la désartificialisation en terme opérationnel manque aujourd'hui pour définir les mesures de compensations prévues dans l'objectif ZAN. Aujourd'hui la désartificialisation est définie dans l'article 192 de la Loi Climat et Résilience de la manière suivante : « La renaturation d'un sol, ou désartificialisation, consiste en des actions ou des opérations de restauration ou d'amélioration de la fonctionnalité d'un sol, ayant pour effet de transformer un sol artificialisé en un sol non artificialisé. ». Cette définition permet d'appuyer l'objectif de fonctionnalité écologique de la désartificialisation, néanmoins ce n'est pas une définition technique qui permet d'établir un suivi territorial quantitatif du ZAN. Son éventuelle inscription dans la séquence ERC pourrait permettre de rendre d'autant plus opérationnelle la désartificialisation des sols en développant cette pratique auprès des acteurs de l'immobilier. Cependant, à moins de travaux de renaturation lourds (déconstruction, dépollution, désimperméabilisation, construction de techno-sols, etc) la désartificialisation ne garantit pas toujours un retour à l'état initial en termes de fonctionnalité écologique. Eviter l'artificialisation de nouvelles terres est une approche à privilégier sur la compensation. La renaturation n'en demeure à ce stade pas moins une pratique relativement coûteuse, entre 100 et 400 €/m² sans les coûts de destruction selon la [Direction départementale des territoires et de la mer de l'Eure](#). Des outils incitatifs complémentaires seraient alors une mesure supplémentaire pour aider les professionnels de l'immobilier à mettre en œuvre de tels travaux.

Plusieurs initiatives comme le fond friche qui finance des

COMMENT LUTTER CONTRE L'ARTIFICIALISATION ?

- La maîtrise de l'étalement urbain,
- Le développement du renouvellement urbain,
- L'optimisation de la densité des espaces urbanisés,
- La protection des ENAF et de la biodiversité,
- La préservation de la qualité urbaine en développant la nature en ville et en renaturant les espaces artificialisés.

Source : [article L. 101-2-1 du code de l'urbanisme](#)

opérations de recyclage des friches et la transformation de foncier déjà artificialisé ont pu voir le jour pour encourager le renouvellement urbain, néanmoins il est nécessaire d'avoir des mécanismes de financement plus pérennes.

DES OUTILS FISCAUX

Certains dispositifs fiscaux peuvent favoriser l'étalement urbain et l'artificialisation des sols sans que cela ne soit leur objectif initial. Ces outils pourraient être adaptés pour encourager les nouvelles dynamiques représentant des leviers contre l'artificialisation (renouvellement urbain, densification...). Actuellement, la rentabilité du foncier bâti est supérieure à celle du non-bâti : 3 à 4 % par an contre moins de 1,5 % (Sainteny, 2018). L'étalement urbain apparaît souvent comme un moyen de permettre aux ménages d'accéder à la propriété car les prix surfaciques sont inférieurs aux centres urbains. Les exemples de ce type en termes de fiscalité sont multiples (laboratoire ESPI, 2021). Il revient alors à la législation de créer un cadre fiscal luttant contre l'artificialisation des sols et l'étalement urbain. Selon France Stratégie, la taxe d'aménagement qui vise toutes les opérations de construction, reconstruction ou agrandissement de bâtis existants à partir du moment où celles-ci obligent à une autorisation d'urbanisme, pourrait par exemple être supprimée des projets immobiliers qui ne modifient pas l'emprise au sol. Une composante artificialisation pourrait aussi être intégrée à la taxe dont les recettes pourraient financer les projets de renaturation et de densification du foncier bâti existant.

DES OUTILS RÉGLEMENTAIRES

Afin de rendre opérationnels les grands leviers connus de lutte contre l'artificialisation, des outils réglementaires incitant les

projets luttant contre l'artificialisation peuvent être développés à destination des professionnels de l'immobilier.

Instaurer des mesures restreignant l'artificialisation ainsi que des mesures incitatives pour les projets immobiliers de renouvellement urbain ou de densification peut permettre de soutenir la lutte contre l'artificialisation des sols. Un [projet d'ordonnance](#) mis à consultation publique en mars 2022 a vocation à mettre en place des outils dérogatoires au droit commun du code de l'urbanisme et de l'environnement sur certains projets de renouvellement urbain. Grâce à des adaptations et des simplifications des procédures réglementaires, certains projets de renouvellement urbain pourront être facilités et encouragés. Ces mesures restent néanmoins à l'échelle des grands projets : Opérations de revitalisation de territoire (ORT), grandes opérations d'urbanisme (GOU), projet partenarial d'aménagement (PPA), opérations d'intérêt national (OIN) et n'encadrent pas toute la politique d'urbanisation d'une commune. En restant de l'exceptionnel, cet outil ne facilite pas le ZAN de manière systémique. Généraliser ces mesures incitatives aux projets de plus petite échelle pourrait permettre d'accélérer la lutte contre l'artificialisation des sols.

Afin d'engager l'ensemble des acteurs de l'urbanisme et de l'aménagement dans la sobriété foncière (Etat, collectivités, acteurs fonciers et immobiliers), une mesure contractuelle engageante basée sur une convention de sobriété foncière mobilisant l'ingénierie territoriale pour accompagner les collectivités représenterait un soutien pour la réalisation des objectifs d'artificialisation locaux dont ils sont responsables. La [circulaire du 7 janvier 2022](#) a vocation à rappeler ce soutien nécessaire mais à moins d'intégrer un volet sobriété foncière à un CRTE, la loi n'a pas retenu cette démarche.

QU'EST-CE QU'UN SOL EN BONNE SANTÉ ?

Selon la Commission européenne, un sol sain est un sol en bonne santé chimique, biologique et physique et qui est par conséquent à même de fournir en permanence le plus grand nombre possible de ses services écosystémiques :

- Assurer la production d'aliments et de biomasse ;
- Protéger les nappes aquifères en absorbant, en stockant et en filtrant l'eau ;
- Fournir les éléments essentiels à la vie et à la biodiversité ;
- Jouer le rôle de réservoir de carbone ;
- Servir de plateforme pour les activités humaines et constituer un élément du patrimoine culturel ;
- Être une source de matières premières ;
- Constituer une archive du patrimoine géologique, géomorphologique et archéologique.

Source : [Stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030](#)

L'Europe aussi s'engage contre l'artificialisation des sols

Selon la [Commission européenne \(2021\)](#) « l'UE n'a à ce jour pas été en mesure de se doter d'un cadre juridique adéquat accordant au sol le même niveau de protection que celui accordé à l'eau, au milieu marin et à l'air ». Le 17 novembre 2021, la Commission européenne a publié la [stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030](#). L'objectif est de proposer une législation sur la santé des sols d'ici 2032 afin que l'ensemble des écosystèmes des sols de l'UE soient en bonne santé et ainsi plus résilients. Cette stratégie européenne place la lutte contre l'artificialisation à l'échelle européenne comme une des principales contributions pour la santé des sols. L'ambition est ainsi d'atteindre le ZAN à l'échelle européenne d'ici 2050. D'ici 2023, la Commission a pour rôle de définir le concept d'artificialisation nette des sols dans la législation sur la santé des sols ainsi que de cadrer le rythme de l'artificialisation en introduisant des indicateurs et objectifs quantitatifs pour 2050.

Elle examinera les possibilités des progrès et fournira des orientations aux autorités publiques et aux entreprises privées sur la manière de réduire l'artificialisation des sols afin d'élaborer une méthodologie commune s'appuyant sur l'expérience des Etats membres.

L'échelle européenne n'est pas suffisamment fine pour lutter de manière opérationnelle contre l'artificialisation des sols. Elle a plutôt une compétence de définition et de contrôle des objectifs à l'échelle européenne et d'orientation des Etats vers les « [bonnes pratiques](#) ». L'hétérogénéité du territoire en termes d'écosystèmes, d'aménagement du territoire, de fiscalité, de législation et de réglementation limite l'action de la Commission européenne. Il est donc nécessaire d'affiner les objectifs à l'échelle nationale afin d'atteindre l'objectif européen ZAN d'ici 2050. Les stratégies nationales devront être déclinées jusqu'à l'échelon local pour des raisons opérationnelles et le suivi du rythme de l'artificialisation des sols. La France s'inscrit donc pleinement dans les objectifs européens en structurant sa stratégie ZAN.

Conclusion : vers un changement de paradigme ?

Au-delà d'une stratégie de planification, réglementaire, fiscale et technique, l'objectif ZAN est l'occasion pour les acteurs immobiliers d'orienter leurs projets vers de nouvelles formes urbaines. C'est un changement de paradigme et de nos imaginaires sur le logement idéal et sur les formes d'activité économique qui s'initie en révisant par exemple notre utilisation de la ressource immobilière. Le développement de la multiplicité fonctionnelle des espaces au sein des bâtiments, la valorisation des espaces vacants, sont autant de sujets d'innovation qui vont modifier le marché de l'immobilier.

RELECTEUR

Nous remercions Madame Oriane Cebile, conseillère environnement à l'association des Intercommunalités de France



RESSOURCES

[Investissement immobilier et objectif « zéro artificialisation nette » - Catuarias-Villesuzanne et al., 2021](#)

[Stratégie de l'UE pour la protection des sols à l'horizon 2030 – Commission européenne, 2021](#)

[Mission Economie de la Biodiversité, CDC Biodiversité \(2021\)](#)

[Décret n° 2022-763 du 29 avril 2022 relatif à la nomenclature de l'artificialisation des sols pour la fixation et le suivi des objectifs dans les documents de planification et d'urbanisme](#)

[Objectif « zéro artificialisation nette » : quels leviers pour protéger les sols ? - France Stratégie, 2019](#)
[L'étalement urbain – Guillaume Sainteny, 2008](#)

A PROPOS

L'Observatoire de l'Immobilier Durable – OID – est l'espace d'échange indépendant du secteur immobilier sur le développement durable et l'innovation. Penser l'immobilier responsable est la raison d'être de l'OID qui rassemble plus de soixante-dix membres et partenaires parmi lesquels les leaders de l'immobilier tertiaire en France sur toute sa chaîne de valeur. L'OID est une association qui participe activement à la montée en puissance des thématiques ESG en France et à l'international.





POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Philomène Pagès

2021-2022

Chargée de projet Energie-Climat et Biodiversité dans l'immobilier

Abstract :

The sustainable real estate observatory (OID) is a general interest association which works for the application of the ESG criterias. The internship in the observatory was the opportunity to work on energy and biodiversity subjects. I took part in the redaction of publications and the creation of decision support systems to encourage the real estate business to take part in the environmental transition. To pick but one example, the program BIG, an OID's initiative, is developing a cartographic tool to quantify parcel criticity regarding biodiversity issues. This open source tool aims at reducing the real estate's pressures on the environment.

Mots Clés :

Immobilier durable ; Energie Climat ; Contrat de performance énergétique ; Paris la Défense ; Biodiversité ; Biodiversity Impulsion Groupe ; Indicateur de criticité

Observatoire de l'Immobilier Durable

16 rue Saint Fiacre, 75002 Paris

Tutrice entreprise :

Sabine Brunel

Directrice adjointe et responsable du programme Bâtiment Décarboné

Tuteur académique :

Sébastien Larribe