



COMMISSION  
DE RÉGULATION  
DE L'ÉNERGIE

# RAPPORT

**SEPTEMBRE 2023**

Rapport de la Commission de  
régulation de l'énergie sur le pilotage  
des bâtiments tertiaires

**Le pilotage du bâtiment :  
une flexibilité nécessaire pour accompagner le système  
électrique de demain**

**Rapport de la CRE**

Co-piloté par



Laurent BATAILLE, Président de Schneider Electric France

Esther FINIDORI, Vice-Présidente Stratégie

Guillaume CAYEUX, Directeur Développement & Prospective

Assistés de

Lorraine AEBERHARDT, Conseillère référendaire à la Cour des Comptes

## Le mot de la Présidente de la CRE

Face à l'accélération de la crise climatique, la sobriété et la flexibilité de nos systèmes électriques deviennent un enjeu majeur pas uniquement à l'approche de l'hiver. La guerre en Ukraine et les tensions qu'elle génère sur les marchés électriques, mais également à plus long terme la nécessité de s'adapter à un système électrique plus volatile compte tenu de la part croissante des énergies renouvelables renforcent ce besoin urgent de sobriété et de flexibilité.

La publication de ce rapport sur le pilotage des bâtiments s'inscrit dans ce contexte inédit. Il a été élaboré par le groupe de travail sur le pilotage des bâtiments tertiaires dans des délais contraints puisqu'il s'agit d'une mission flash lancée en janvier dernier. Il permet d'éclairer un gisement de sobriété et de flexibilité peu connu, néanmoins très important et sans doute mobilisable à court terme.

Au-delà des recommandations concrètes, de grands enseignements peuvent s'illustrer par cet exercice : la chaîne de décision dans ce secteur est extrêmement complexe, depuis le propriétaire du bâtiment jusqu'au gestionnaire de site, voire jusqu'au management de proximité, car ces sources de sobriété et de flexibilité dépendent de l'organisation du travail présente dans ces bâtiments. J'en veux pour exemple combien les débats passionnés que génère le télétravail (dont on a découvert les avantages, mais aussi les limites voire les excès à l'occasion de la crise sanitaire du Covid) montrent que notre mode de vie au travail est encore une question ouverte. Ces aspects, tout comme nos modes de fréquentations des centres commerciaux sont également concernés par le présent rapport – puisqu'ils représentent aussi un enjeu dans la transition énergétique à venir.

Ce travail collectif doit aussi permettre à chacun des acteurs de réfléchir à sa place dans la chaîne de valeur depuis les fournisseurs d'équipement jusqu'aux gestionnaires du bâtiment, voire jusqu'aux fournisseurs de services annexes qui peuvent également avoir un impact fort sur la consommation énergétique des bâtiments tertiaires, avec notamment l'exemple des véhicules électriques. Le rôle du régulateur est de s'assurer que les règles du jeu, concernant les tarifs de réseaux ou la concurrence dans les activités de recharge des véhicules électriques, soient appliquées de manière indépendante, transparente et impartiale. Cette application doit cependant autoriser une prise de risque nécessaire – eu égard aux changements profonds et rapides que le secteur pourrait connaître – afin d'accompagner et de tirer parti de la transition énergétique que nous allons connaître.

Je souhaite remercier chaleureusement l'ensemble des membres du groupe de travail qui ont été nombreux, fidèles et assidus à des débats parfois d'ailleurs très techniques, mais toujours empreint de volonté et de compréhension mutuelle.

La CRE sera attentive aux suites de ce rapport, dans son champ de compétence. Elle forme le vœu que tous les acteurs qui se sont mobilisés, puissent continuer d'approfondir le sujet au travers d'initiatives de mise en œuvre opérationnelle comme Cube Flex, mais plus largement en exploitant les recommandations de ce rapport.

Emmanuelle WARGON

## Le mot du Président de Schneider Electric France

J'ai eu le plaisir de co-piloter cette mission sur le pilotage de l'énergie dans le bâtiment et je tiens à remercier la la Prospective de la Commission de régulation de l'énergie et sa Présidente Madame Emmanuelle WARGON d'avoir lancé cette mission.

Cette étude est une première à plusieurs titres.

D'une part, parce qu'elle a rassemblé des acteurs de l'ensemble de la chaîne de valeur de la gestion énergétique du bâtiment tertiaire autour du sujet du pilotage : de la fourniture d'énergie aux responsables de parc immobilier, en passant par les gestionnaires de réseaux, les équipementiers, les installateurs et les gestionnaires des installations. Au total 70 organisations, entreprises des réseaux, du bâtiment, de logiciels, des associations de filière et autorités publiques ont partagé de concert leurs expériences et expertises pour dresser l'état des lieux du pilotage et proposer des recommandations concrètes et activables. Bravo pour ce travail collectif !

D'autre part, parce que la mission – c'était sa feuille de route – s'est déroulée sur un temps record. Il fallait aller vite car il y a urgence, urgence à activer le formidable gisement de flexibilité du bâtiment tertiaire au profit de la flexibilité du réseau électrique, de la sobriété énergétique et de la décarbonation.

C'est la première vertu de ce rapport : capitaliser sur les enseignements de l'hiver 2022-2023 pour établir le pilotage comme un levier actionnable rapidement et prometteur pour faire face à la crise énergétique et climatique. La technologie existe et est éprouvée, le cadre réglementaire est récent mais solide, les premiers accompagnements, publics ou privés, sont lancés. Il restait encore une prise de conscience générale de l'intérêt du pilotage et la mobilisation de tous pour passer à l'échelle. Ce rapport y participe et nous oblige.

La deuxième vertu est de penser le bâtiment tertiaire comme partie intégrante du réseau électrique, et d'identifier les leviers pour mettre cette technologie au service de la flexibilité. Le décret BACS va permettre le déploiement à grande échelle des solutions de pilotage dans les bâtiments tertiaires, notre défi collectif est de capitaliser sur cette dynamique pour la flexibilité.

Je me réjouis que la mission ait identifié 16 recommandations et actions concrètes, ci-après présentées. À nous tous, dès maintenant, de nous les approprier et d'agir. Appliquer ces 16 recommandations demandera certes des efforts, mais nous savons que, en quelques années, le changement d'échelle peut avoir lieu. Le pilotage va se déployer, les compétences, les accompagnements financiers et le cadre réglementaire vont se consolider et permettre d'atteindre les engagements climatiques et énergétiques, avec un impact positif sur l'économie du pays. Ensemble, nous avons les moyens d'être le pays pionnier du pilotage de l'énergie dans les bâtiments, puis de déployer notre *leadership* hors de nos frontières.

Je remercie tous les membres de la mission pour leurs contributions, leur esprit critique et conciliant, ainsi que les intervenants venus enrichir les réflexions, et les sites tertiaires qui ont accueilli les membres du groupe de travail. Bien sûr, je remercie l'équipe-cœur, très sollicitée et toujours présente, avec RTE, Enedis, Icade, Dalkia, Orange et le GIMELEC. Mes remerciements enfin à Esther et Guillaume de Schneider Electric, Didier et Ivan de la CRE, et Lorraine, notre rapporteure, pour avoir rythmé et animé les débats et fait émerger de nos travaux un état des lieux partagé et ces recommandations.

Laurent BATAILLE



## Le résumé et les principales recommandations

### *Le résumé du rapport*

La crise énergétique actuelle stimule les initiatives visant à maîtriser la consommation d'énergie et à réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ces efforts doivent être pérennes dans le temps pour répondre aux enjeux climatiques, tout en anticipant dès aujourd'hui les contraintes futures pour éviter les situations d'urgence, en garantissant la souveraineté et la stabilité du système énergétique.

L'essor des énergies renouvelables non pilotables d'ici 2035, comme l'éolien et le solaire photovoltaïque, modifie la disponibilité structurelle de l'électricité décarbonée, qui dépendra des périodes ventées et ensoleillées. L'électrification des usages progresse rapidement, notamment avec les pompes à chaleur et les bornes de recharge pour véhicules électriques.

Ces perspectives doivent donc s'accompagner d'efforts de sobriété et d'efficacité énergétique et d'un développement parallèle de moyens de flexibilité, pour ajuster en permanence production et consommation d'électricité.

**Les bâtiments tertiaires représentent un réservoir d'efficacité et de flexibilité inexploité : aujourd'hui seulement 6 % des bâtiments tertiaires de plus de 1 000 m<sup>2</sup> sont équipés d'un système de pilotage de l'énergie et les bâtiments équipés n'utilisent pas systématiquement le potentiel de ces systèmes. Peu disposent d'une offre d'électricité différenciée en fonction des périodes, incitant à moduler les consommations pour éviter les pointes.**

Par ailleurs, le déploiement des solutions de pilotage permet également d'aller plus loin en mettant les bâtiments tertiaires au service de la flexibilité du réseau électrique afin à la fois de « *consommer moins* » et de « *consommer mieux* ». En effet, le déploiement de ces solutions de pilotage pourrait représenter jusqu'à 6 GW en période de pointe pour les bâtiments tertiaires.

Le décret BACS (publié en 2020, puis renforcé en 2023) a instauré un cadre règlementaire pour le déploiement de solutions de pilotage de l'énergie pour les bâtiments tertiaires supérieurs à 1 000 m<sup>2</sup> dont la mise en œuvre semble, à ce jour, limitée.

Le présent rapport identifie les conditions de succès pour réussir le déploiement des solutions de pilotage dans les bâtiments tertiaires, notamment les bonnes pratiques pour la filière, la montée en compétences des solutions et les dispositifs de soutien et d'accompagnement.

Le rapport présente également des solutions pour exploiter ce gisement à travers des leviers réglementaires et organisationnels. Cela est notamment illustré au travers la restitution d'initiatives comme le concours Cube Flex, lancé par RTE et l'IFPEB qui permis de confirmer la faisabilité de décaler et de moduler certains usages (comme le chauffage, la ventilation, le traitement d'air ou la recharge des véhicules électriques), de manière régulière au quotidien et lors de journées de tests telles qu'EcoWatt. Il en est ressorti qu'entre 5 et 40 % de baisses de consommation d'électricité ont pu être recensées aux heures de pointe en semaine dans les différents bâtiments concernés.

Enfin, le rapport explore les mécanismes économiques à mettre en place pour valoriser cette flexibilité, et aligner les intérêts économiques de l'ensemble des acteurs.

### *Les principales recommandations du rapport pour les bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup>*

#### **1. S'assurer d'un déploiement réussi des solutions de pilotage dans les bâtiments tertiaires**

Il est nécessaire de diffuser la culture de la gestion de l'énergie dans l'ensemble de la filière afin d'accélérer et de fluidifier la mise en place et l'utilisation des systèmes de pilotage. Cela consiste notamment à renforcer la communication sur le décret BACS (opportunités, contraintes), à en assurer le suivi de son exécution par la mise en place d'un tableau de bord dédié, à généraliser les bonnes pratiques de mise en place, et à accompagner financièrement et de manière ciblée les acteurs.



- Accompagner le déploiement du décret BACS (*Building Automation & Control Systems*).

Dans un premier temps, des actions de communication et d'accompagnement de la filière sont prioritaires, ainsi qu'une sensibilisation sur l'importance de la maintenance des systèmes de pilotage.

Dans un second temps, la mise en place d'un suivi par l'intermédiaire d'un tableau de bord dédié permettra de vérifier que des systèmes de pilotage ont bien été installés et sont utilisés dans tous les bâtiments. Cela pourra être éventuellement complété par des dispositifs permettant de sanctionner les manquements.

- Identifier les conditions de généralisation des bonnes pratiques au sein de la filière :

- réaliser un diagnostic détaillé permettant d'alimenter un « *plan de comptage* » de qualité, avant toute mise en place d'un système de pilotage ou EMS (*Energy Management System*) ;
- clarifier les rôles, les droits et les obligations respectifs des différents acteurs, réaliser une revue des clauses contractuelles entre propriétaires, locataires et *facility managers* ;
- réaliser systématiquement des commissionnements ou recommissionnements ou rétrocommissionnements des systèmes en adéquation avec les usages évolutifs des bâtiments ;
- intégrer les exploitants dès la phase de conception et contractualiser avec eux sur du « *commissionnement en continu* », permis par la simplification et la standardisation du système de pilotage.

- Renforcer les aides financières sur des points précis :

- pérenniser la bonification des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) soutenant l'installation des systèmes de Gestion Technique des Bâtiments (GTB) instaurée sur l'année 2023 en réponse à l'urgence énergétique ;
- prévoir des aides au commissionnement ou recommissionnement ou rétrocommissionnement réguliers des systèmes de pilotage soient en adéquation avec les usages évolutifs des bâtiments ;
- prévoir des aides pour rendre les BACS « *flex ready* » (audit et mise à niveau pour la flexibilité).

## **2. Activer le gisement de flexibilité électrique des bâtiments tertiaires**

Il convient d'activer la flexibilité électrique des bâtiments tertiaires via l'amélioration des pratiques : systématiser la gestion de la flexibilité dans les systèmes de pilotage, paramétrier un mode « *EcoWatt d'urgence* », faire évoluer le cadre réglementaire actuel, développer des protocoles d'échanges de données amont/aval et assurer l'interopérabilité des systèmes.

- Quantifier le gisement de flexibilité dans le tertiaire et œuvrer à son activation pour préserver l'équilibre offre-demande du réseau électrique.

- Proposer systématiquement, lors des inspections techniques à réaliser dans le cadre du décret BACS, une mise à niveau « *flex ready* » du BACS.

- Systématiser la programmation, dans les systèmes de pilotage des bâtiments d'un mode d'urgence « *EcoWatt d'urgence* » permettant d'activer un effacement drastique des consommations d'énergie pendant des plages horaires courtes.

- Construire le cadre réglementaire de la gestion de la puissance dans les bâtiments tertiaires, concernant la construction neuve et la rénovation, par exemple au travers d'un calcul non contraignant lors de la révision prochaine de la réglementation sur les bâtiments existants.

- Pour favoriser les interactions entre acteurs sur la flexibilité tertiaire, accompagner le lancement de la plateforme GoFlex fin 2023 et faire reconnaître par les pouvoirs publics l'indicateur GoFlex comme la règle applicable pour tous les bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup>, tout en assurant sa bonne évolution dans le temps. Intégrer GoFlex aux attestations produites annuellement dans le cadre du décret tertiaire (plateforme OPERAT) ou encore dans la Réglementation Environnementale de 2020 (RE2020).

- Identifier les chaînes de données d'activation des gisements de flexibilité qui représentent les usages décalables, modulables et effaçables des bâtiments tertiaires par la mise en place d'un groupe de travail d'experts. Ce groupe de travail œuvrera à partir de cas d'usage concrets et identifiera l'ensemble des solutions techniques disponibles.

- Proposer la création d'un cadre numérique de confiance dédié à la filière Énergie, au service des acteurs du bâtiment et des réseaux énergétiques. Ce cadre d'interopérabilité des données de l'énergie, qui devra s'appuyer sur les référentiels européens, permettra la création de services innovants, à commencer par la flexibilité, en



exploitant des données nouvelles et multiples en garantissant les notions de propriété de la donnée, de la maîtrise de l'identité, du consentement à utiliser la donnée.

### **3. Valoriser la flexibilité dans les bâtiments tertiaires**

Il est nécessaire d'éclairer le choix de la flexibilité par l'intermédiaire de sa valorisation économique qui devra être attractive et accessible pour l'ensemble des acteurs. Cela consiste notamment à approfondir les expérimentations en cours par les opérateurs et à intégrer aux contrats/offres de fourniture d'électricité la flexibilité et la bidirectionnalité.

Considérer la flexibilité énergétique structurelle du quotidien (consommer chaque jour au bon moment) comme un levier privilégié pour éviter les pics de consommation, à valoriser à travers les offres incitatives de fournitures de l'électricité.

Valoriser davantage les flexibilités structurelles et dynamiques à travers les tarifs proposés aux bâtiments tertiaires :

- en incitant au développement de produits de marché de gros permettant ensuite d'inciter à la déformation des modes de consommation dans le marché de détail ;
- en engageant une réflexion sur la disparition progressive des structures d'offres « de base » (offres à prix unique) et sur le déploiement des structures de prix d'offre avec plusieurs plages horaires, voire de pointe mobile.

Par ailleurs, une piste de réflexion mérite une étude approfondie pour évaluer leur complexité de mise en œuvre et le ratio coûts/bénéfices sur l'ensemble de la chaîne de valeur (et notamment systèmes d'informations des gestionnaires de réseaux, des fournisseurs, des responsables d'équilibre et des clients) :

- accélérer l'innovation tarifaire, par exemple en facilitant la « cohabitation » de plusieurs fournisseurs auprès d'un même client, sous réserve de mener les analyses coût-bénéfice démontrant l'intérêt d'une telle évolution ;
- optimiser les actuelles modalités d'application du Tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE), notamment, le placement des Heures Pleines/Heures Creuses et sa saisonnalisation pour le rendre cohérent avec le signal prix au service de l'équilibre offre/demande, les contraintes des réseaux, et les capacités techniques de flexibilité des bâtiments tertiaires.

Suivre l'expérimentation initiée par RTE, Enedis et Eqinov, et œuvrer dès les premières conclusions positives, à une pérennisation de la valorisation des hausses de consommation sur la plateforme de Notification d'Échanges de Blocs d'Effacement (NEBEF).

Définir des méthodes alternatives de flexibilité dynamique adaptées aux spécificités des sites tertiaires pour le contrôle du réalisé des effacements sur le mécanisme NEBEF (effacements dans le marché) et sur le mécanisme d'ajustement.

Inciter – lors des demandes de raccordement – les clients ou leurs représentants à intégrer le potentiel de flexibilité dans l'estimation de leur besoin futur d'utilisation des réseaux pour modérer la puissance de raccordement du bâtiment. Lancer une réflexion pour évaluer l'intérêt d'étendre les Offres de Raccordement Intelligentes (ORI) au pilotage des usages électrifiés.

Faire des bâtiments un des acteurs du système énergétique :

- favoriser le développement de solutions de pilotage permettant de réaliser des effacements tournants, accompagner le développement du stockage d'énergie dans les bâtiments et inciter à la rédaction de contrats bidirectionnels avec les fournisseurs d'énergie ;
- faciliter le pilotage de la recharge des véhicules électriques dans les bâtiments, en définissant précisément les critères de standardisation et d'interopérabilité des points de recharge.



## SOMMAIRE

**Le mot de la Présidente de la CRE**

**Le mot du Président de Schneider Electric France**

**Le résumé et les principales recommandations**

**Introduction et méthodologie**

**La liste des participants et intervenants**

**Introduction**

### Table des matières

1.	LES TECHNOLOGIES DE PILOTAGE DANS LE BATIMENT TERTIAIRE : LEVIER D'EFFICACITE ENERGETIQUE ET DE FLEXIBILITE ELECTRIQUE	16
1.1	L'APPORT DES SOLUTIONS DE PILOTAGE A LA SOBRIETE ET A L'EFFICACITE ENERGETIQUE .....	16
1.2	L'APPORT DES SOLUTIONS DE PILOTAGE A LA FLEXIBILITE ELECTRIQUE.....	17
1.3	UN CADRE REGLEMENTAIRE DEJA EXISTANT POUR LE DEPLOIEMENT DES SOLUTIONS DE PILOTAGE .....	17
1.4	AU-DELA DE CE CADRE REGLEMENTAIRE, DES INCITATIONS « REPUTATIONNELLES » EXISTANTES .....	18
2.	DES BESOINS DE FLEXIBILITE EN EVOLUTION, LES BATIMENTS TERTIAIRES COMME LEVIERS DE FLEXIBILITE .....	20
2.1	UNE MODIFICATION DES BESOINS A HORIZON 2035, QUI JUSTIFIE LA GENERALISATION RAPIDE DE LA FLEXIBILITE ELECTRIQUE.....	20
2.2	DES GISEMENTS IMPORTANTS DE FLEXIBILITE DANS LES BATIMENTS TERTIAIRES .....	22
2.2.1	L'optimisation de la consommation passe par la connaissance des différents types d'usages du bâtiment : décalables, modulables et effaçables.....	23
2.2.2	Massifier les actions d'optimisation structurelle ou régulière .....	23
2.2.3	Flexibilité tertiaire : un gisement essentiel .....	25
2.2.4	Le secteur tertiaire présente un gisement de flexibilité diffus qui nécessite un travail important de pédagogie et la mobilisation d'acteurs de marché (agrégateurs et fournisseurs) capables d'agréger les capacités de bâtiments pour en tirer de la valeur et en faire bénéficier les consommateurs .....	25
3.	L'EVOLUTION NECESSAIRE DES MODES DE VALORISATION DE LA FLEXIBILITE .....	26
3.1	ÉTAT DES LIEUX DES MODES DE VALORISATION .....	26
3.1.1	La flexibilité structurelle (ou optimisation régulière) .....	27
3.1.2	La flexibilité dynamique (ou optimisation ponctuelle).....	27
3.1.3	Les flexibilités d'équilibrage .....	28
3.1.4	Les flexibilités de sauvegarde, pour répondre aux signaux d'alerte EcoWatt.....	28
3.1.5	En parallèle de leur valeur en énergie, les flexibilités structurelles et dynamiques représentent une valeur capacitaire .....	28
3.2	LES EVOLUTIONS ENVISAGEABLES DES MODES DE REMUNERATION .....	29
3.2.1	Des produits de marché non adaptés à la montée en puissance des EnR .....	29
3.2.2	Des systèmes de tarification qui devront apporter des évolutions et innovations pour la transmission du signal-prix au consommateur .....	30
4.	BONNES PRATIQUES ACTIVABLES POUR MASSIFIER LE DEPLOIEMENT DU PILOTAGE DES BATIMENTS .....	35
4.1	CLE DE SUCCES D'UNE MISE EN ŒUVRE REUSSIE : PLAN DE COMPTAGE, COMMISSIONNEMENT ET CLAUSES CONTRACTUELLES .....	35
4.1.1	L'importance d'un plan de comptage de qualité.....	35
4.1.2	Le « commissionnement », un outil au service du décret tertiaire.....	36
4.1.3	De bonnes pratiques à mettre en œuvre pour garantir l'exploitation et la maintenance des outils de pilotage tout au long de la durée de vie du bâtiment.....	37
4.2	L'IMPORTANCE D'UN SYSTEME DE PILOTAGE ADAPTABLE POUR POUVOIR ETRE CONSERVE SUR LE LONG TERME.....	39
4.2.1	Prévoir un système ouvert aux évolutions .....	39
4.2.2	Choisir des solutions qui ne feront pas obstacles aux améliorations techniques .....	39
4.3	LES ENJEUX DANS LE PARC DE BATIMENTS PUBLICS .....	40
5.	LA GESTION ET LE PARTAGE DE DONNEES DE QUALITE : UNE CONDITION INDISPENSABLE POUR L'EFFICACITE ENERGETIQUE ET LA FLEXIBILITE .....	42
5.1	LA GESTION DES DONNEES.....	42
5.2	LA TRANSMISSION ET L'UTILISATION DES DONNEES .....	43



5.2.1	Un potentiel d'utilisation immense, à exploiter encore davantage .....	43
5.2.2	Un partage encore insuffisant des données qui limite le champ des possibles.....	43
5.2.3	Le partage de données entre le réseau et le bâtiment.....	45
5.2.4	Mise en place d'un cadre d'architecture numérique pour le partage des données issues du pilotage de l'énergie dans les bâtiments.....	46
6.	LEVIERS POUR MASSIFIER LES SOLUTIONS DE PILOTAGE DU BATIMENT .....	48
6.1	SOUTENIR FINANCIEREMENT LES SYSTEMES DE PILOTAGE.....	48
6.2	LEVER LES FREINS JURIDIQUES ET FAVORISER UNE REGLEMENTATION INCITATIVE.....	49
6.2.1	Les freins aux actions opérationnelles d'optimisation des consommations par le pilotage .....	49
6.2.2	Une réglementation thermique et environnementale des bâtiments parfois caduque ou incomplète .....	49
6.2.3	Le déploiement du décret BACS à accompagner .....	50
6.2.4	Quantifier le potentiel de flexibilité de chaque grand bâtiment tertiaire .....	50
6.2.5	Anticiper dès aujourd'hui les usages des bâtiments de demain .....	52
7.	ANNEXE 1 : RESERVES D'EQUILIBRAGE ACTIVEES PAR RTE .....	60
8.	ANNEXE 2 : RETOURS D'EXPERIENCE SUR LE DEPLOIEMENT ET/OU L'USAGE DE SOLUTIONS DE PILOTAGE DE L'ENERGIE DANS LES BATIMENTS .....	61

*Remarque :* ce rapport a été collectivement revu et commenté par tous les membres du groupe de travail. Sa rédaction a été confiée à la rapporteure qu'il convient de remercier.

## Introduction et méthodologie

### Le contexte

Les bâtiments tertiaires et résidentiels représentent près de 45 % de la consommation finale d'énergie en France et 20 % des émissions directes de gaz à effet de serre du territoire. Or, les pertes énergétiques liées à l'exploitation des bâtiments représentent environ 30 % de leur consommation. Ces pertes pourraient toutefois être limitées par la mise en œuvre de dispositifs de pilotage permettant d'optimiser les consommations au juste besoin des occupants, et au moment propice pour le système énergétique.

Les usages du bâtiment, qu'ils soient résidentiels, tertiaires ou industriels, ouvrent d'ailleurs des potentiels de pilotage importants et spécifiques en raison des profils de consommation relativement homogènes qu'ils reflètent. Malgré ces gisements de flexibilité existants, on estime que seuls 6 % des bâtiments tertiaires de surface supérieure à 1.000 m<sup>2</sup> sont aujourd'hui équipés d'un système de pilotage. Partant de ce constat, la mission s'est fixée pour objectif d'identifier les freins au développement du pilotage énergétique des bâtiments et de proposer des évolutions en faveur de son accélération.

Le pilotage énergétique d'un bâtiment correspond à l'ensemble des moyens mis en œuvre, d'une part, pour réduire la consommation d'énergie d'un bâtiment en fonction des besoins, pour améliorer ses performances et son efficacité énergétique (pilotage interne des usages du bâtiment) et, d'autre part, pour moduler sa consommation à la demande du fournisseur d'énergie ou d'un agrégateur, en réponse à un signal tarifaire, du gestionnaire de réseau de distribution, en cas de contraintes sur le réseau, ou à la demande du gestionnaire de réseau de transport, en cas de déséquilibre entre l'offre et la demande nationale (pilotage externe ou flexibilité du bâtiment).

Des moyens de gestion automatiques des énergies peuvent être mis en place, mais la réussite du pilotage énergétique tient aussi à l'adoption des écogestes par les occupants du bâtiment, notamment dans le cadre de la sobriété énergétique.

Cette mission a donc vocation à contribuer aux réflexions sur le pilotage des consommations énergétiques du bâtiment, qui est un enjeu critique pour notre système énergétique à un double titre :

- dans une démarche de sobriété, piloter le bâtiment permet de réduire les consommations. En passant d'un système décentralisé à une gestion centralisée des usages du bâtiment, il est possible de réaliser entre 20 à 50 % d'économies d'énergie en fonction du type de bâtiment ;
- du point de vue de la sécurité d'approvisionnement électrique, piloter le bâtiment permet de lisser la courbe de charge. Lors des pointes journalières de consommation (90 à 95 GW un jour ouvré de février, par temps froid), le secteur tertiaire représente aujourd'hui plus de 35 GW de consommation électrique selon RTE.

Les politiques publiques se saisissent depuis plusieurs années de la question de la consommation énergétique du bâtiment, sans pour autant fixer d'objectifs prescriptifs en termes de moyens pour renforcer le pilotage du bâtiment : plus de 90 % des bâtiments ne sont toujours pas connectés à un outil de visualisation de leurs informations énergétiques, préalable indispensable pour pouvoir piloter leurs consommations.

Le décret « tertiaire » du 23 juillet 2019<sup>1</sup> fixe un cadre ambitieux pour les économies d'énergies du secteur du bâtiment avec un objectif de réduction de 60 % de la consommation d'énergie finale à horizon 2050 pour les bâtiments tertiaires (propriétaires et locataires de bâtiments à usage tertiaire). Ce décret ne fixe qu'une obligation de résultat et non de moyens techniques pour les assujettis. Pour assurer le respect de ces objectifs d'économies d'énergie, il impose une obligation de transmission des données de consommation énergétique sur la plateforme OPERAT<sup>2</sup>.

La réglementation environnementale de 2020 (RE2020)<sup>3</sup> fixe quant à elle des objectifs en termes d'isolation, d'émissions du bâtiment au long de son cycle de vie et des températures extérieures, y compris en été, pour les bâtiments neufs faisant l'objet d'une demande de permis de construire à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2022 pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'habitation, à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2022 pour les bâtiments ou parties

<sup>1</sup> Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire, dit « décret tertiaire ».

<sup>2</sup> OPERAT (Observatoire de la Performance Énergétique de la Rénovation et des Actions du Tertiaire) : plateforme de recueil et de suivi des consommations d'énergie du secteur tertiaire.

<sup>3</sup> Décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine, dit « RE2020 » pour « Réglementation Environnementale 2020 » et son arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation.



de bâtiments de bureaux, ou d'enseignement primaire ou secondaire et à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023 aux extensions de ces constructions et aux constructions provisoires. Elle repose sur une transformation progressive des techniques de construction et s'adresse donc à ce titre prioritairement aux constructeurs, promoteurs, maîtres d'ouvrage. Néanmoins, et pour respecter les exigences d'émissions de gaz à effet de serre du bâtiment tout au long du cycle de vie, les acteurs de la filière peuvent et doivent équiper leurs bâtiments en solutions de mesure et de gestion des consommations d'énergie.

Plus récemment, le décret « BACS » (*Building Automation & Control Systems*) du 20 juillet 2020<sup>4</sup> fixe des objectifs de moyens pour les bâtiments tertiaires neufs, s'inscrivant dans le cadre de l'atteinte des objectifs du décret tertiaire. Il prévoit que ces bâtiments devront être équipés d'ici le 1<sup>er</sup> janvier 2025 de systèmes d'automatisation et de contrôle conformément à la norme EN ISO 52120-1 de décembre 2021<sup>5</sup> (système de gestion technique du bâtiment). Utilisées depuis plusieurs décennies pour faciliter le pilotage des équipements des bâtiments, aussi bien dans le secteur tertiaire que dans le secteur industriel, la Gestion technique centralisée (GTC) et la Gestion technique du bâtiment (GTB) permettent de distribuer l'énergie au sein du bâtiment, mais aussi de surveiller et maîtriser les consommations d'énergie des bâtiments. C'est sous cet aspect qu'elle est consacrée par le décret du BACS, qui rend obligatoire sa mise en œuvre au sein des bâtiments tertiaires neufs d'ici 2025, faisant ainsi des systèmes de GTB une obligation de moyens dans l'atteinte d'objectifs de performance énergétique des bâtiments, conformément au décret tertiaire (qui vise à économiser 60 % d'énergie finale d'ici 2050 dans ces bâtiments). Cependant, il a été constaté que les GTC et GTB des bâtiments existants sont très rarement utilisées au maximum du potentiel de sobriété énergétique, et très rarement pilotables pour permettre du décalage ou l'effacement de consommations.

Finalement, le décret « BACS » du 7 avril 2023<sup>6</sup> étend les dispositions décrites ci-dessus à tous les bâtiments tertiaires existants. L'objectif poursuivi est d'équiper tous les bâtiments tertiaires existants et neufs de systèmes d'automatisation et de contrôle d'ici le 1<sup>er</sup> janvier 2025 pour ceux possédant des systèmes de plus de 290 kW et d'ici le 1<sup>er</sup> janvier 2027 pour ceux équipés de système de plus de 70 kW. Une distinction est faite entre les bâtiments neufs et existants. L'exemption relative à l'entretien des systèmes techniques prévue dans le décret du 20 juillet 2020 est supprimée et une inspection des systèmes d'automatisation et de contrôle est rendue obligatoire.

### **Le périmètre de la mission**

Dans sa note de cadrage, la CRE a souhaité couvrir un périmètre large, incluant les bâtiments tertiaires (bureaux, commerces, enseignement, infrastructures destinées aux sports, aux loisirs, aux transports, cafés/hôtels/restaurants, établissements recevant du public, etc.), mais aussi industriels (pour les usages énergétiques hors process) – qui sont certes moins concernés par la réglementation actuelle, mais dont le gisement d'économies d'énergie est également important – de plus de 1.000 m<sup>2</sup>. Ce rapport n'aborde pas les spécificités des bâtiments industriels et des datas centers.

Le pilotage du bâtiment permettrait à une large variété d'acteurs de réaliser des économies : consommateurs, entreprises de toutes tailles, collectivités territoriales, État. Le plan de sobriété de l'État prévoit d'ailleurs 7 TWh/an d'économies d'énergies (gaz et électricité) d'ici 2024 directement liées à la mise en œuvre de la gestion intelligente des bâtiments (BACS). Le gaz et l'électricité sont en effet les deux énergies concernées pour les postes de consommation du bâtiment, qu'il soit résidentiel, tertiaire ou industriel : le chauffage, la production d'eau chaude sanitaire, la production de froid, l'éclairage, la ventilation, la mobilité, etc.

### **Les enjeux de cette mission**

Un des enjeux de cette mission était de clarifier les freins actuels au pilotage des bâtiments, afin d'identifier les conditions techniques, réglementaires, économiques voire de formation, pour permettre une généralisation rapide de dispositifs de pilotage du bâtiment.

Cette identification a pris en compte un large spectre de facteurs, comme : le coût des solutions, les caractéristiques techniques des bâtiments permettant ou non l'installation d'équipements de pilotage ou encore le niveau d'information et de formation des acteurs de la filière.

À ce sujet, l'exemple de l'éclairage est édifiant. Outre l'équipement en LED, la rénovation de l'éclairage peut inclure des fonctions de pilotage des consommations pour que les économies soient maximisées (jusqu'à 25 TWh de réduction des consommations énergétiques après rénovation, d'après l'ADEME et le Syndicat de l'éclairage). Pour

<sup>4</sup> Décret n° 2020-887 du 20 juillet 2020 relatif au système d'automatisation et de contrôle des bâtiments non résidentiels et à la régulation automatique de chaleur, dit « décret BACS » pour « Building Automation & Control Systems ».

<sup>5</sup> Norme ISO 52120-1 relative à la Performance énergétique des bâtiments – Contribution de l'automatisation, de la régulation et de la gestion technique des bâtiments – Partie 1 : Cadre général et procédures. Publiée en décembre 2021 et corrigée en septembre 2022.

<sup>6</sup> Décret n° 2023-259 du 7 avril 2023 relatif aux systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments tertiaires.



expliquer le faible rythme de rénovation de l'éclairage en France (entre 1,5 et 3 % annuels depuis 2015), la filière met en avant divers obstacles, dont, au premier chef, les faibles moyens investis pour rénover les parcs d'éclairage par les entreprises et les collectivités, ce qui ne favorise pas le passage à grande échelle. Par ailleurs, la faible information des acteurs et l'absence de dispositif de soutien public dédié, conduit les acteurs à mener des travaux de remplacement du parc lumineux sans aller jusqu'à l'introduction de dispositifs de pilotage, réduisant de fait le potentiel d'économies.

La mission devait formuler des propositions ou recommandations en vue d'une généralisation des dispositifs de pilotage des consommations énergétiques des bâtiments, afin de contribuer aux objectifs de sobriété énergétique et de sécurité d'approvisionnement. À cette fin, elle devait mettre en évidence les conditions de son succès, en prenant en compte plusieurs outils (réglementation, formation, information, innovation, etc.).

Compte tenu des implications significatives en termes d'économies d'énergie et de lissage de la courbe de charge à l'échelle nationale du développement du pilotage du bâtiment, ce sujet est à fort potentiel pour le système électrique français. Il est également dimensionnant pour le futur des interactions entre les réseaux d'énergie et les usagers : la généralisation de dispositif de pilotage permettra d'instaurer des systèmes plus interopérables, plus sécurisés, plus performants, plus simples à utiliser pour le partage des données de consommation.

### ***Les objectifs de la mission***

Ces réflexions donnent lieu à un rapport public, dont l'ambition première est de proposer des évolutions du cadre réglementaire et de formuler des recommandations, notamment organisationnelles, à l'égard des acteurs de filière, afin de permettre effectivement aux bâtiments de consommer au juste besoin (pilotage interne) et au bon moment pour le réseau (pilotage externe).

Les rapports de la Prospective de la CRE ont vocation à « éclairer » le débat public sur les grands enjeux énergétiques, à destination des décideurs politiques et économiques, mais également des citoyens qui s'y intéressent, des acteurs du monde académique et de la recherche, etc.

C'est dans ce contexte, que la Présidente de la Commission de régulation de l'énergie (CRE) Madame Emmanuelle WARGON a demandé début 2023 à Schneider Electric France de co-piloter un groupe de travail sur le pilotage des bâtiments tertiaires.

### ***La gouvernance retenue pour cette mission***

La mission était co-pilotée par la Direction de la Stratégie de Schneider Electric France et le Service de la Prospective et de l'Innovation de la CRE. Les membres du Collège et les services de la CRE, ainsi que ceux de Schneider Electric France ont contribué aux travaux de la mission.

Aux côtés des responsables de la mission, une « *équipe cœur* » composée de membres de la mission particulièrement investis sur les sujets de pilotage de bâtiment (voir ci-après), représentatifs de l'ensemble de la chaîne de valeur, a été chargée de contribuer à la réalisation de ces travaux : elle a été ainsi consultée pour l'organisation des travaux (visites, auditions) et a contribué de façon privilégiée aux arbitrages sur les orientations générales du rapport. Elle s'est réunie de façon régulière, avec l'organisation de séances supplémentaires par rapport aux séances « *plénières* » comprenant l'ensemble des participants à la mission, à l'instar de la séance de lancement.

Les responsables de la mission ont été accompagnés d'une rapporteure indépendante de la Cour des comptes, qui assurerait le rôle de secrétaire générale.

Les travaux ont débuté en janvier 2023 lors d'un évènement à la CRE et se sont échelonnés tout au long du premier semestre 2023. Le projet de rapport a fait l'objet d'une présentation au Conseil scientifique de la CRE, le 6 septembre 2023, qui l'a approuvé.



## La liste des participants et intervenants

### *La liste des participants de l'équipe cœur*

Plusieurs participants ont pu changer de fonctions ou d'entités entre le lancement des travaux et la restitution publique du rapport.

Philippe	<b>POLART</b>	Dalkia	Serge	<b>BURTIN</b>	Dalkia
Lydie	<b>SARTOUT-ROUMILHAC</b>	Enedis	Hélène	<b>PULCE</b>	Enedis
Delphine	<b>EYRAUD</b>	GIMELEC	Joël	<b>VORMUS</b>	GIMELEC
Benjamin	<b>FICQUET</b>	Icade/FEI	Éric	<b>MERCIER</b>	Icade/FEI
Gilles	<b>SABATIER</b>	Orange OBS	Gabriel	<b>CHEGARAY</b>	Orange OBS
Yannick	<b>JACQUEMART</b>	RTE	Gérald	<b>VIGNAL</b>	RTE
Esther	<b>FINIDORI</b>	Schneider Electric	Guillaume	<b>CAYEUX</b>	Schneider Electric
Didier	<b>LAFFAILLE</b>	CRE			

### *La liste des entités des membres du groupe de travail*

ABB	Ademe	ATEE	Bpifrance	CCI France	CdCF
Cerema	Covivio	CRE	CSF NSE	Dalkia	DHUP
EDF	Eficia	Eiffage	Enedis	Energy Pool	Enerplan
Engie	Engie Solutions	EPF Occitanie	Eqinov	Equans	Esmé Solutions
Fabelsi	Fedene	FEI	FFIE	FNCCR	FPI
GIMELEC	Hager	Icade	IFPEB	Legrand	Luciole
Naldeo	Orange OBS	Perifem	PUCA	Qualifelec	RTE
Schneider Electric	SERCE	Siemens	SBA	Socomec	Think Smartgrids
TotalEnergies	UFE	Veolia	Wavestone		

### *La liste des intervenants*

Christian	<b>BUCHEL</b>	Enedis	Yannick	<b>JACQUEMART</b>	RTE
Lydie	<b>SARTOUT</b>	Enedis	Jean-Benoît	<b>LAFOND</b>	IFPEB
Christophe	<b>PRACHE</b>	Dalkia	Sylvain	<b>FREY</b>	Eiffage
François	<b>KAUFMANN</b>	SNEF	Frédéric	<b>WILHELM</b>	Toulouse Métropole
Éric	<b>MERCIER</b>	Icade	Lionel	<b>GEORGES</b>	Carrefour Property
Guillaume	<b>LEHEC</b>	Engie	Natacha	<b>HAKWIK</b>	Luciole
Cyprien	<b>VIDELAINE</b>	Eqinov	Vincent	<b>MAILLARD</b>	Octopus Energy
Géry	<b>LECERF</b>	Alpiq	Gilles	<b>SABATIER</b>	Orange OBS
Catherine	<b>SIMONNIN</b>	Orange OBS	Adam	<b>SOUSSANA</b>	FNCCR
Sandrine	<b>CHEVALIER</b>	Enedis	Alex Nicolas	<b>Le MAIGNEN</b>	Enedis
David	<b>GRÉAU</b>	Enerplan	Claude	<b>RICAUD</b>	GIMELEC
Philippe	<b>RIFAUX</b>	FFIE	Joël	<b>VORMUS</b>	GIMELEC
Jean-Benoît	<b>LAFONT</b>	IFPEB	Delphine	<b>EYRAUD</b>	GIMELEC
Régis	<b>MARTIN</b>	Schneider Electric			



***La liste des personnes rencontrées lors des déplacements sur site***

Le groupe de travail s'est rendu le 21 mars 2023 à Nanterre pour visiter le bâtiment Origine de Technip Énergies et le 27 juin 2023 à Grenoble pour visiter le bâtiment IntenCity de Schneider Electric.

Frédéric	<b>Le MOIGNE</b>	Technip Énergies
Bruno	<b>GUILLAUMONT</b>	Schneider Electric

---

## Introduction

Le contexte de crise énergétique, qui remet en cause la sécurité d'approvisionnement et la stabilité des prix à court terme, a conforté et accéléré les initiatives déjà prises en faveur d'une meilleure maîtrise de la consommation d'énergie et de la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Ces efforts et gestes gagneraient à être pérennisés, à court terme tout d'abord, pour faire face à d'éventuelles nouvelles situations d'urgence, mais également à long terme compte tenu des enjeux climatiques et de l'évolution progressive attendue du système électrique français. En effet, d'ici 2035 ce sont principalement des moyens de production renouvelable non pilotables (éolien et solaire photovoltaïque) qui vont se développer.

Cette montée en puissance des énergies renouvelables vient modifier de façon structurelle la disponibilité de l'électricité décarbonée : les périodes ventées et ensoleillées vont rythmer les prix et les possibilités de consommer davantage d'électricité. Côté demande, l'électrification des usages s'accélère avec notamment le déploiement des pompes à chaleur et des bornes de recharge pour les véhicules électriques.

Ces perspectives doivent donc s'accompagner d'efforts de sobriété et d'efficacité énergétique et d'un développement parallèle de moyens de flexibilité, pour ajuster en permanence production et consommation d'électricité. La notion de flexibilité est ici entendue au sens large : il s'agit de la modulation de la consommation ou de la production, à la baisse ou à la hausse, que ce soit de façon structurelle (comme le dispositif heures pleines/heures creuses), ou lors de situations particulières, conduisant à des prix ponctuellement très élevés de l'électricité, la veille pour le lendemain ou en cours de journée.

Or, les bâtiments tertiaires qui représentent une part importante de la consommation d'électricité, constituent naturellement un « gisement » important de flexibilité encore largement inexploité et ce d'autant plus que l'on constate une augmentation des raccordements aux réseaux des bâtiments neufs. Lors des pointes journalières de consommation (90 à 95 GW un jour ouvré d'hiver, par temps froid), le secteur tertiaire représente à lui seul plus de 35 GW de consommation d'électricité selon RTE.

Surtout, les pertes énergétiques liées à l'exploitation des bâtiments peuvent représenter 30 % de leur consommation<sup>7</sup>. Elles peuvent être réduites en passant d'un système individuel à une gestion centralisée des usages au niveau d'un bâtiment.

Malgré ce potentiel pour consommer moins et mieux, on estime que seuls 6 %<sup>8</sup> des bâtiments tertiaires de surface supérieure à 1 000 m<sup>2</sup> sont aujourd'hui équipés d'un système de pilotage de l'énergie. Seule une faible fraction des bâtiments dispose d'une offre de fourniture d'électricité différenciant les prix selon les périodes de la journée ou de l'année, incitant à une modulation des consommations pour éviter les pointes.

Partant de ces constats, la mission s'est donc fixée pour objectif d'identifier les freins au développement du pilotage de l'énergie dans les bâtiments et de proposer des évolutions en faveur de son accélération.

<sup>7</sup> Source : Schneider Electric.

<sup>8</sup> Source : Les clés pour réussir son BACS, présentation du 22 mai 2023, DHUP : Direction de l'habitat, de l'urbanisme et des paysages, GIMELEC et Construction 21.



## 1. Les technologies de pilotage dans le bâtiment tertiaire : levier d'efficacité énergétique et de flexibilité électrique

### 1.1 L'apport des solutions de pilotage à la sobriété et à l'efficacité énergétique

Les solutions de pilotage permettent de réaliser des économies d'énergie substantielles dans les bâtiments tertiaires, grâce à l'optimisation de différents usages tels que le chauffage, la ventilation, la climatisation (CVC), les éclairages, l'eau chaude sanitaire, ou encore les stores. Ces économies d'énergie se traduisent sur l'ensemble des vecteurs énergétiques : électricité, gaz, réseaux de chaleur, etc.

Les solutions de pilotage constituent donc un outil essentiel de sobriété énergétique, car elles peuvent permettre de « *consommer moins, mais mieux* », en limitant, à un niveau suffisant, les biens et services consommés et donc la consommation d'énergie.

Elles sont aussi des vecteurs d'efficacité énergétique, lorsqu'elles sont utilisées pour minimiser la consommation d'énergie, mais en conservant un service rendu identique pour les usagers du bâtiment.

Par exemple, la norme européenne EN-15232, estime l'impact des systèmes d'automatisation, de régulation et de gestion technique du bâtiment, et établit 4 niveaux de performance (de A à D). La classe A, à haute performance énergétique, offre des systèmes de régulation prenant en compte, en temps réel, la présence ou non des occupants dans le lieu/bâtiment, des horaires d'occupation et des températures d'ambiance là où sont présents les personnes et les équipements à réguler, afin d'ajuster au plus proche du besoin le confort de l'occupant avec le minimum d'énergie nécessaire. Les gains d'efficacité énergétique associés aux technologies de classe A ou B sont d'ailleurs reconnus dans la fiche CEE BAT-TH-116.

Certaines solutions de pilotage des bâtiments portent d'autres cas d'usage, tels que la gestion des espaces, la sécurité des accès ou la gestion des consommations d'eau. Ces cas d'usage ne sont pas développés dans ce rapport.

#### Encadré :

##### **Exemples démontrant l'apport d'outils de pilotage performants en termes de gains d'efficacité énergétique (voir aussi Annexe 2)**

Des retours d'expérience sur le déploiement et l'usage de solutions de pilotage de l'énergie dans les bâtiments permettent de démontrer les gains substantiels permis par ces équipements et la multiplicité des solutions existantes, en fonction des caractéristiques des bâtiments et de l'utilisation des différents sites (détail des cas en annexe).

Ainsi, le choix pour une école d'une surface d'un peu plus de 5 000 m<sup>2</sup> d'installer une cinquantaine de dispositifs de température d'ambiance (un tous les 100 m<sup>2</sup>), d'ajouter à ces émetteurs un équipement de distribution performant avec notamment des circuits constants avec pompe variable, tout en isolant l'intérieur du bâtiment et ses combles et en mettant en œuvre une GTB de classe A, a permis d'économiser 48 % chaque année de la consommation d'énergie.

Dans une autre école, d'une surface de 3 000 m<sup>2</sup>, l'installation de quatre dispositifs de température d'ambiance (soit un tous les 750 m<sup>2</sup>), associés à une GTB de classe A, couplés à des équipements de distribution plus basiques et à une simple remise à niveau des fenêtres, a engendré un gain d'énergie de 30 %.

Dans des cas de faibles surfaces, l'optimum économique peut en effet consister à mettre en place un système de pilotage moins perfectionné, mais de procéder à davantage de travaux d'isolation ou d'organiser différemment l'utilisation du site (fermeture de l'école le mercredi par exemple). Ainsi, une autre école, d'une surface de 3 000 m<sup>2</sup>, qui a fait le choix d'une GTB de classe B, mais ayant réalisé des travaux importants d'isolation, a pu réaliser des économies d'énergie de 26 %.

Il est donc difficile de tirer des conclusions sur le poids de chacun des facteurs dans la performance énergétique du bâtiment, car, d'une part, les solutions sont multiples et, d'autre part, la performance dépend également de l'utilisation du site. En tout état de cause, pour des coûts qui restent circonscrits (environ 20 euros par m<sup>2</sup> pour une GTB de classe A et environ 5 euros par m<sup>2</sup> pour une GTB de classe B), les gains permis par les différents travaux mis en œuvre sont réels et se cumulent.



## 1.2 L'apport des solutions de pilotage à la flexibilité électrique

Les solutions de pilotage permettent, par ailleurs, de décaler ou moduler certaines consommations d'énergie, grâce à des consignes sur certains usages (par exemple, décaler la température de chauffe d'un bureau plus tôt le matin). Si cette possibilité est ouverte à l'ensemble des vecteurs énergétiques (par exemple, il est pareillement possible de décaler la période de chauffe d'un chauffage électrique que celle d'un chauffage gaz), elle est particulièrement intéressante pour l'électricité, où l'équilibre offre-demande du réseau doit être préservé à chaque instant. Ce rapport développe le cas d'usage de la flexibilité électrique.

## 1.3 Un cadre réglementaire déjà existant pour le déploiement des solutions de pilotage

Conscientes de l'importance des gisements d'économies d'énergie et de flexibilité associés, les politiques publiques se saisissent depuis plusieurs années de la question du pilotage de la consommation énergétique du bâtiment.

Le décret « *tertiaire* » tout d'abord, publié le 23 juillet 2019<sup>9</sup>, a fixé un cadre ambitieux pour les économies d'énergies du secteur du bâtiment avec un objectif de réduction de 60 % de la consommation d'énergie finale à horizon 2050 pour les bâtiments tertiaires d'une surface supérieure à 1 000 m<sup>2</sup> (propriétaires et locataires de bâtiments à usage tertiaire). Ce texte ne fixe cependant qu'une obligation de résultat et non de moyens techniques pour les assujettis. Il incite en revanche les propriétaires et occupants à réaliser des travaux de rénovation énergétique<sup>10</sup>, mais aussi à mettre en place des solutions de pilotage des consommations. Pour assurer le respect de ces objectifs d'économies d'énergie, il impose enfin une obligation de transmission des données de consommation énergétique sur la plateforme OPERAT<sup>11</sup>.

La réglementation environnementale 2020 (RE2020)<sup>12</sup> a établi quant à elle des objectifs en termes d'isolation, de consommations énergétiques, d'émissions du bâtiment tout au long de son cycle de vie et de confort<sup>13</sup>, y compris en été, pour les bâtiments neufs faisant l'objet d'une demande de permis de construire à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2022 (pour les bâtiments ou parties de bâtiments à usage d'habitation), à partir du 1<sup>er</sup> juillet 2022 (pour les bâtiments ou parties de bâtiments de bureaux, ou d'enseignement primaire ou secondaire) et à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023 (aux extensions de ces constructions et aux constructions provisoires). Elle repose sur une transformation progressive des techniques de construction et s'adresse donc à ce titre prioritairement aux constructeurs, promoteurs, maîtres d'ouvrage ; mais pour respecter les exigences d'émissions de gaz à effet de serre du bâtiment tout au long du cycle de vie, les acteurs de la filière peuvent équiper leurs bâtiments en solutions de mesure et de gestion des consommations d'énergie. Elle met l'accent, dans le prolongement des dispositions de la réglementation thermique 2012, sur l'enjeu de la traçabilité et de la réalisation d'un plan de comptage de la consommation.

Enfin, le décret « *BACS* » du 20 juillet 2020<sup>14</sup> fixe des objectifs de moyens pour les bâtiments tertiaires, s'inscrivant dans le cadre de l'atteinte des objectifs du décret *tertiaire*. Il prévoit que ces bâtiments devront être équipés d'ici le 1<sup>er</sup> janvier 2025 de systèmes d'automatisation et de contrôle de Classe C conformément à norme EN ISO 52120-1 de décembre 2021<sup>15</sup> (système de gestion technique du bâtiment). Utilisées depuis plusieurs décennies pour faciliter le pilotage des équipements des bâtiments, aussi bien dans le secteur tertiaire que dans le secteur industriel, la Gestion technique centralisée (GTC) et la Gestion technique du bâtiment (GTB) permettent de distribuer l'énergie au sein du bâtiment, mais aussi de surveiller et maîtriser les consommations d'énergie des bâtiments. C'est sous cet aspect que la GTB est consacrée par le décret du *BACS*, qui rend obligatoire sa mise en œuvre au sein des bâtiments tertiaires d'ici 2025, faisant ainsi des systèmes de GTB une obligation de moyens dans l'atteinte d'objectifs de performance énergétique des bâtiments, conformément au décret *tertiaire* (qui vise à économiser 60 % d'énergie finale d'ici 2050 dans ces bâtiments).

<sup>9</sup> Décret n° 2019-771 du 2 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage *tertiaire*, dit « décret *tertiaire* ».

<sup>10</sup> Isolation thermique, remplacement des équipements.

<sup>11</sup> OPERAT (Observatoire de la Performance Énergétique de la Rénovation et des Actions du Tertiaire) : plateforme de recueil et de suivi des consommations d'énergie du secteur tertiaire.

<sup>12</sup> Décret n° 2021-1004 du 29 juillet 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine, dit « RE2020 » pour « Réglementation Environnementale 2020 » et son arrêté du 4 août 2021 relatif aux exigences de performance énergétique et environnementale des constructions de bâtiments en France métropolitaine et portant approbation de la méthode de calcul prévue à l'article R. 172-6 du code de la construction et de l'habitation.

<sup>13</sup> Plus précisément, la RE2020 fixe un objectif sur la qualité du bâti (Bbio), mais aussi des exigences maximales sur les consommations énergétiques primaires (Cepmax) et sur les émissions de gaz à effet de serre à l'usage (Eges\_énergie) et en construction (Eges\_construction) tout au long du cycle de vie.

<sup>14</sup> Décret n° 2020-887 du 20 juillet 2020 relatif au système d'automatisation et de contrôle des bâtiments non résidentiels et à la régulation automatique de chaleur, dit « décret *BACS* » pour « Building Automation & Control Systems ».

<sup>15</sup> Norme ISO 52120-1 relative à la Performance énergétique des bâtiments – Contribution de l'automatisation, de la régulation et de la gestion technique des bâtiments – Partie 1 : Cadre général et procédures. Publiée en décembre 2021 et corrigée en septembre 2022.



Le décret a été actualisé au printemps 2023 pour être renforcé sur plusieurs points.

Tout d'abord, alors que l'obligation imposée par le décret concernait initialement les bâtiments tertiaires dont la puissance CVC (chauffage, ventilation, climatisation) est supérieure à 290 kW (soit en général les bâtiments tertiaires de plus de 2 000 m<sup>2</sup>), ce seuil a été abaissé à 70 kW si bien que le décret embarque désormais tous les bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup> environ et que son périmètre est davantage en phase avec le décret tertiaire et couvre environ 350 000 bâtiments, soit environ deux tiers des surfaces tertiaires. Les ambitions affirmées par le décret rénové sont donc importantes puisqu'en 2024 tous les nouveaux bâtiments dont la puissance CVC est supérieure à 70 kW seront concernés et qu'en 2027, l'obligation s'étendra à l'ensemble des bâtiments, neufs ou non<sup>16</sup>.

Par ailleurs, les aménagements apportés au texte prévoient une nouvelle obligation d'inspection, pour vérifier que les bâtiments tertiaires équipés d'une GTB l'exploitent correctement (notamment de manière adaptée à leurs usages), et l'utilisent, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui.

#### **1.4 Au-delà de ce cadre réglementaire, des incitations « réputationnelles » existantes**

La réglementation n'est pas le seul vecteur permettant aux gouvernements d'inciter le parc tertiaire à développer le pilotage de sa consommation et de sa production d'énergie : depuis plusieurs années, des normes et des labels ont été mis en place. Ils sont source de motivation dans les démarches de performance énergétique et, par l'engagement qu'ils requièrent, peuvent se révéler être de véritables outils, « assistants » à la maîtrise d'ouvrage et garants de la qualité environnementale et énergétique.

La norme ISO 50 0001, principale norme volontaire internationale, permet tout d'abord de guider les organisations publiques et privées, quelle que soit leur taille, pour réduire leur consommation énergétique. Mise au point par une cinquantaine de pays membres de l'Organisation internationale de normalisation en 2011, révisée en 2018 et reprise par les organismes de normalisation européens, elle fournit une liste de bonnes pratiques (plan de comptage, mesure avant-après, etc.) sans pour autant imposer de solutions techniques<sup>17</sup>. Elle permet de certifier un périmètre (un bâtiment, un groupe de bâtiments, etc.) et nécessite une démarche active de la part de l'exploitant.

La norme ISO 52120-1, définie en 2022, la complète et pose les principes et la définition de la gestion technique du bâtiment. Elle fournit les fonctions d'automatisation, de régulation et de gestion technique ayant un impact sur la performance énergétique des bâtiments : ces fonctions sont divisées en 4 classes (A, B, C et D) et portent sur les différents usages : chauffage, eau chaude, sanitaire, ventilation, climatisation, éclairage, ...

Des démarches de certifications existent et accompagnent la diffusion des normes. La certification BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) est un standard de certification britannique relatif à l'évaluation environnementale des bâtiments dont l'usage est assez répandu à l'international. La certification LEED-EBOM (*Leadership en Energy and Environmental Design*), a été développée aux États-Unis au début des années 2000. La certification HQE (Haute Qualité Environnementale) est une certification française basée sur une approche du « coût global » (financier et environnemental) d'un projet. Ces certifications ont de facto un pouvoir de prescription important dans la construction neuve et les rénovations lourdes. Il serait souhaitable de les voir évoluer pour intégrer l'importance du pilotage de l'énergie dans le bâtiment, tant pour aider à la réduction des consommations que pour leur apport en termes de flexibilité électrique.

La mise en œuvre de ces labellisations internationales s'appuie souvent sur l'application des protocoles IPMVP<sup>18</sup>, qui visent à mesurer et vérifier la performance énergétique des travaux réalisés dans des bâtiments.

Ces protocoles permettent de calculer les économies d'énergies et proposent une méthodologie se basant sur la comparaison de deux périodes : une période de référence permettant de récolter et analyser des données sur la consommation énergétique des bâtiments, qui sert de base de comparaison, et une période de suivi après la mise en œuvre des actions. L'évolution de la consommation d'énergie est alors mesurée et analysée pour en déduire les économies réalisées grâce aux travaux, et des plans personnalisés avec des engagements réalisistes sont ensuite définis dans le cadre de contrats de performance énergétique. Ces protocoles exigeant une certaine expérience et des compétences particulières, il existe des certifications qui attestent de leur maîtrise. Ce système gagnerait à être

<sup>16</sup> L'année 2025 reste l'échéance pour les bâtiments existants, de puissance supérieure à 290 kW.

<sup>17</sup> Elle est en pratique difficile à respecter sans GTB.

<sup>18</sup> Le protocole IPMVP ou PIMVP en français (Protocole International de Mesure et vérification de la Performance) est un protocole visant à calculer, à suivre et à favoriser les économies d'énergie d'un bâtiment. Ce protocole propose une méthodologie se basant sur la comparaison de deux périodes : une période de référence permettant de récolter et analyser des données sur la consommation énergétique des bâtiments, qui sert de base de comparaison, et une période de suivi après la mise en œuvre des actions : la consommation d'énergie est alors mesurée et analysée afin d'évaluer l'évolution de la consommation pour en déduire les économies réalisées grâce aux travaux.



généralisé, en travaillant avec plusieurs acteurs pour définir les variables d'influence pertinentes pouvant être modélisées dans les protocoles IPMVP.

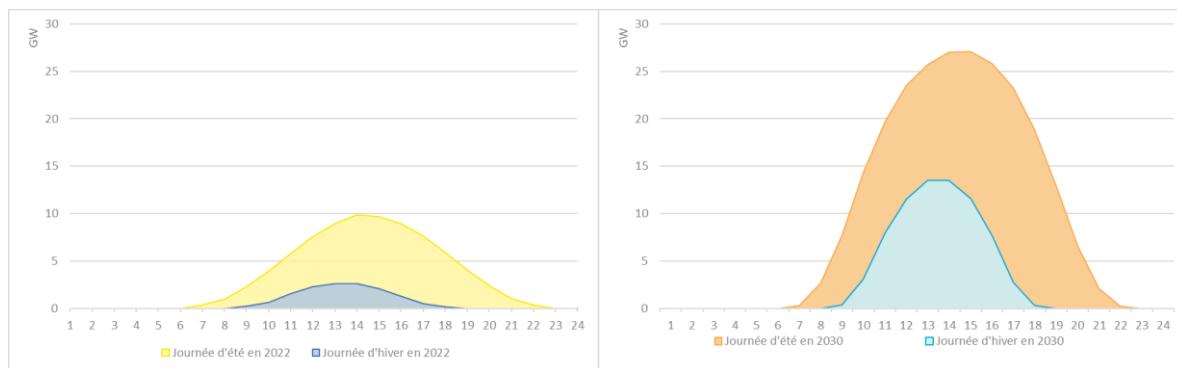
## 2. Des besoins de flexibilité en évolution, les bâtiments tertiaires comme leviers de flexibilité

### 2.1 Une modification des besoins à horizon 2035, qui justifie la généralisation rapide de la flexibilité électrique

La mise en œuvre de la transition énergétique engendre dès aujourd’hui et plus encore dans les prochaines années une déformation progressive de la courbe de consommation résiduelle<sup>19</sup> et des besoins accrus en flexibilité. Ces besoins seront le fruit de l’évolution des caractéristiques du mix de production et de la structure de la consommation française.

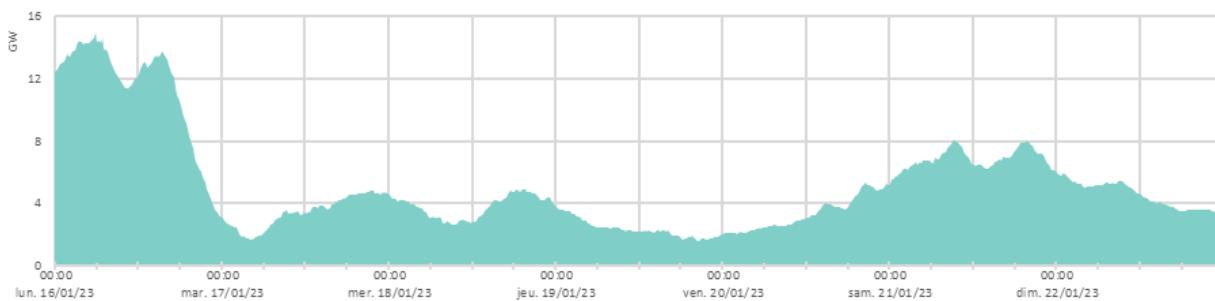
D’un côté, le mix de production va devenir, tout d’abord, moins pilotable du fait d’une part croissante des énergies renouvelables variables, principalement éolienne et solaire photovoltaïque, avec des périodes prévisibles de forte disponibilité et de bas prix de l’électricité décarbonée.

La montée en puissance de la production photovoltaïque entraîne en effet progressivement l’apparition d’une production concentrée sur la fin de matinée et l’après-midi, visible dès aujourd’hui et qui se renforcera à partir des années 2030. Elle se caractérise notamment par un pic de production en milieu de journée et par un niveau de production variable d’un jour à l’autre en fonction des conditions d’ensoleillement, de la durée du jour et de la capacité installée du parc.



Exemple de production solaire photovoltaïque pour une journée d’hiver et une journée d’été en 2022 et en 2030.  
Source : RTE, Eco2Mix.

En parallèle, la croissance de l’éolien conduira à une augmentation importante de la part de production décarbonée, mais présentant des fluctuations plus dynamiques, moins prévisibles pouvant varier d’un jour à l’autre au sein d’une même semaine voire d’une heure à l’autre au sein d’une même journée.



Production éolienne en France, la semaine du 16 janvier 2023. De fortes variations s’observent d’un jour à l’autre et au sein d’une même journée.  
Source : RTE, Eco2Mix.

De l’autre côté, la structure de la consommation présente des variations marquées selon la saison (hiver/été) et selon le type de jour (ouvré/non ouvré). Ainsi et à titre d’exemple, durant les jours ouvrés d’hiver, la courbe de consommation nationale est caractérisée par :

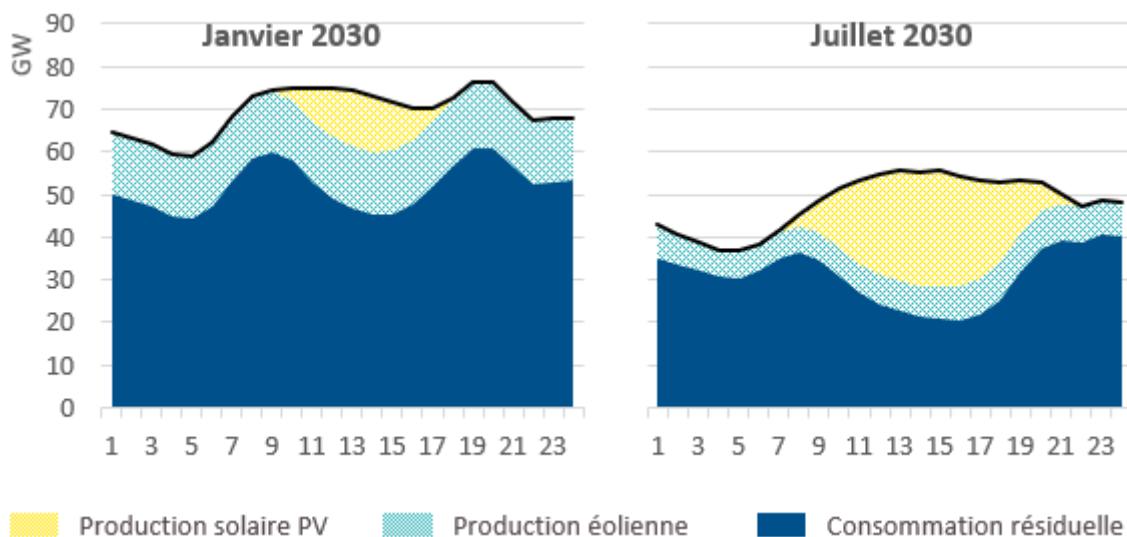
<sup>19</sup> La « consommation résiduelle » est la consommation totale moins les « productions fatales » générées par les productions éoliennes et solaires en particulier.

- une montée de charge rapide à partir de 6 heures du matin, liée à la reprise d'activité chez les particuliers, dans les transports ferroviaires et les bâtiments tertiaires et industriels, suivie d'un « plateau » durant la matinée ;
- une baisse en début d'après-midi ;
- un rebond en fin d'après-midi, de même niveau que le matin, lorsque se conjuguent les activités de fin de journée dans les bureaux et la reprise de la consommation résidentielle, qui se traduit par une pointe journalière à 19 heures.

Cette structure devrait être amenée à évoluer du fait de l'électrification des usages (mobilité, pompe à chaleur, production d'hydrogène par électrolyse, processus industriels), qui conduit au développement de plus de consommations décalables et modulables.

Ces évolutions de la consommation et de la production devraient dès lors avoir deux effets :

- tout d'abord, le niveau global de consommation résiduelle devrait diminuer, notamment pendant les jours ou sur les plages horaires où les conditions météorologiques sont les plus favorables. Cette réduction globale de la consommation résiduelle n'enlève pas l'intérêt d'une montée en puissance de la flexibilité, pour faire face, par exemple, à d'éventuelles nouvelles situations d'urgence, ou encore parce que les alternatives aux méthodes traditionnelles de production de gaz et d'électricité peuvent présenter des limites. À titre d'exemple, l'énergie produite par certains dispositifs de géothermie est limitée en quantité et ne peut excéder certains seuils au-delà desquels les nappes phréatiques peuvent se trouver fragilisées ;
- un autre effet de la montée en puissance de la production issue des énergies renouvelables est l'apparition d'un besoin plus général de flexibilité de la consommation. Il s'agira non seulement d'éviter des pointes aux moments où la demande ne pourrait être satisfaite, mais aussi de consommer davantage pendant les heures de production « fatale » excessive : le pilotage ne se limitera alors pas à l'écrêtement de pointes de consommation grâce à l'effacement, mais il inclura une gestion plus permanente des « creux » et des « bosses » de la production d'électricité renouvelable<sup>20</sup>.



Projection de l'évolution de la courbe de demande résiduelle, un jour ouvré de 2030 pour les mois de janvier et juillet si les plages creuses restaient inchangées.

Source : RTE.

Dans ce contexte d'évolution du paysage électrique, et en plus d'aider à répondre aux enjeux climatiques et à la réduction des consommations d'énergie, l'intérêt à mettre en place davantage de flexibilité sera donc triple :

- la flexibilité bénéficiera tout d'abord au client final, qui pourra éviter de modifier, voire d'adapter la configuration de son branchement électrique en limitant la puissance appelée de ses équipements (par exemple la recharge de ses véhicules électriques), ce qui conduit à une économie de facture (maintien de la puissance souscrite) et/ou du coût de raccordement. S'il dispose d'une offre de fourniture distinguant les prix entre certaines plages horaires, ou si l'offre d'un agrégateur lui permet de bénéficier d'une action

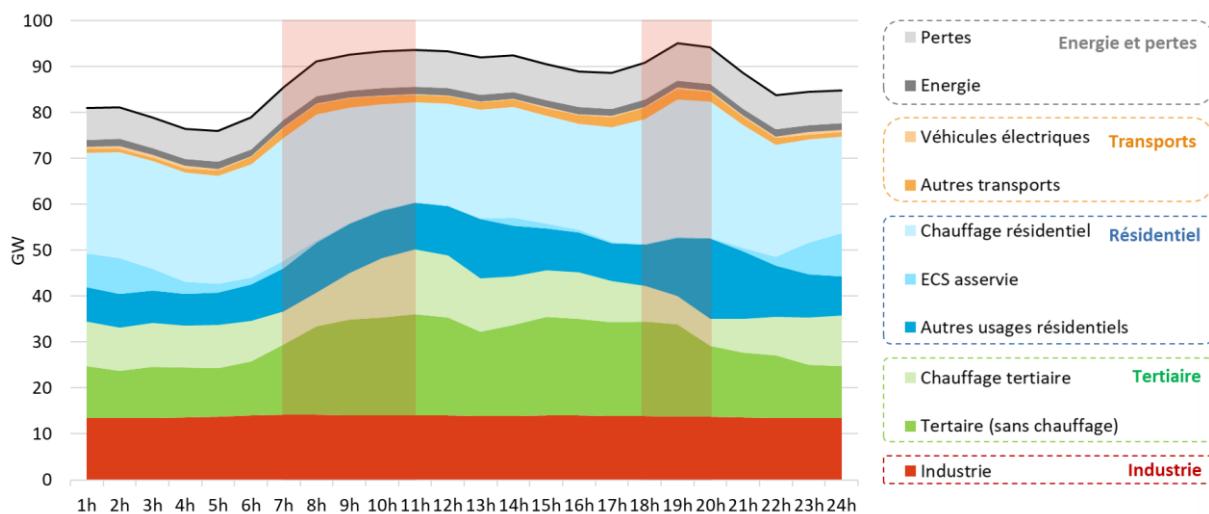
<sup>20</sup> Nota Bene : pas forcément le sujet des rampes, mais bien celui des bosses et des creux.

ponctuelle sur ses usages, le fait de décaler et/ou moduler certains usages lui permettra enfin de tirer un bénéfice économique de sa flexibilité, soit au travers de sa facture, soit au travers de son contrat d'agrégation ;

- elle bénéficiera aussi au système électrique lui-même, en agissant sur l'équilibre offre-demande et en renforçant la sécurité d'approvisionnement via une meilleure gestion des pics et appels de puissance ;
- elle sera enfin directement utile aux réseaux et répondra aux objectifs de décarbonation, en permettant de gérer, à moindre coût, les congestions de réseaux pour insérer davantage d'EnR. Cet aspect ne pourra se concrétiser sans prendre en compte les spécificités locales, en identifiant les possibilités de flexibilité selon un maillage géographique fin, pour des emplois particuliers du réseau<sup>21</sup> et en alternative à d'autres investissements.

## 2.2 Des gisements importants de flexibilité dans les bâtiments tertiaires

L'analyse des courbes de charge des bâtiments résidentiels et tertiaires met en évidence l'existence pendant les jours d'hiver, de deux périodes de pointe : d'une part le matin entre 7 heures et 11 heures, et d'autre part le soir entre 18 heures et 20 heures. Ces deux pics de consommation peuvent s'élever quotidiennement jusqu'à 90 à 95 GW et le secteur tertiaire en est un contributeur majeur (à l'inverse de l'industrie dont la consommation est en bandeau).

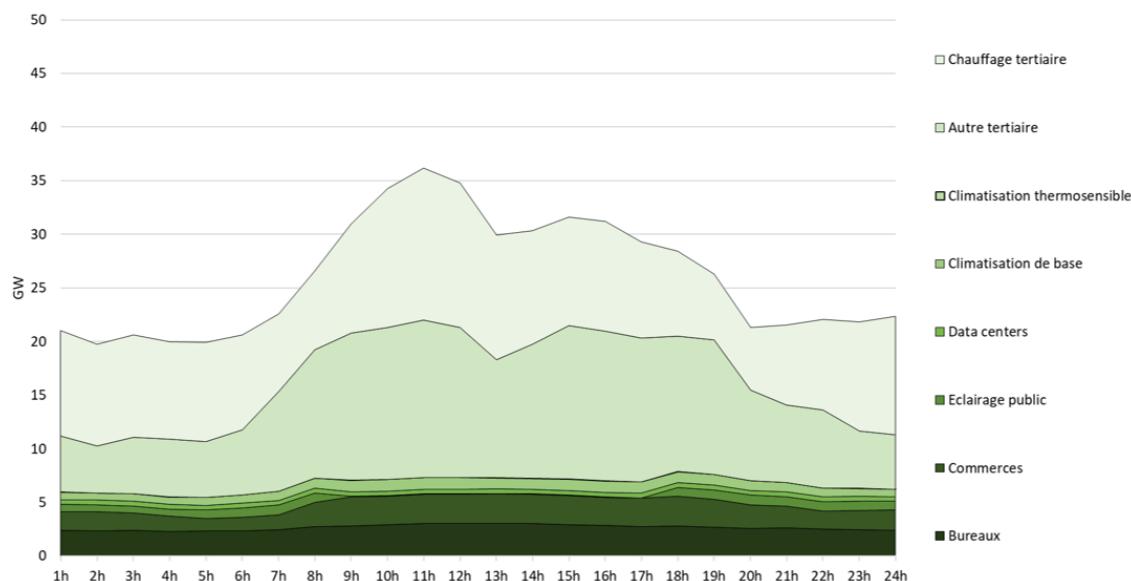


Courbe de charge journalière d'un jour ouvré, températures froides (hors vague de froid important).

Source : RTE.

L'analyse de la courbe de charge du secteur tertiaire en hiver dévoile des gisements de flexibilité importants, notamment sur la climatisation et le chauffage thermosensibles.

<sup>21</sup> Dans certaines zones géographiques par exemple, l'enjeu ne sera pas de faire face à des pics de consommation, mais plutôt de faire face à des pics de production.



Courbe de charge journalière d'un jour ouvré de février, températures froides (hors vague de froid importante).  
Source : RTE.

### 2.2.1 L'optimisation de la consommation passe par la connaissance des différents types d'usages du bâtiment : décalables, modulables et effaçables

La flexibilité, dans son acception très large, s'entend comme la capacité et la décision d'ajuster sa production ou sa consommation d'électricité de manière structurelle ou dynamique (c'est-à-dire suite éventuellement à un signal externe circonscrit dans le temps) : en ce sens, elle va au-delà des démarches de sobriété consistant à réduire en niveau et de façon pérenne les quantités d'énergie consommées. Elle consiste à optimiser les niveaux de production et de consommation de façon ponctuelle, régulière ou non.

Du point de vue de la consommation, la flexibilité peut être apportée par différents types d'usages (chauffage, ventilation, recharge des véhicules, etc.) qu'il est possible de classer en trois catégories :

- les consommations « *décalables* », qui peuvent être stockées : il s'agit notamment des ballons d'eau chaude ou d'eau glacée ou encore de la recharge des véhicules électriques ;
- les consommations « *modulables* » dont le niveau peut être un peu réduit sur un temps limité, en particulier pendant les deux à trois heures de pointe du matin ou du soir ; sans coupure complète<sup>22</sup> ;
- les consommations « *effaçables* », qui peuvent être drastiquement réduites, selon un signal-prix sur certains jours. Il s'agit alors de fournir des efforts supplémentaires (baisser fortement le chauffage), ou de mettre en place des organisations spécifiques (regrouper les occupants dans un même espace, passer en télétravail, par exemple).

Certains usages peuvent d'ailleurs rentrer dans plusieurs de ces catégories.

### 2.2.2 Massifier les actions d'optimisation structurelle ou régulière

Les plus gros gisements de flexibilité sont concentrés sur des actions simples d'optimisation structurelle des consommations. D'après Engie, 70 à 80 % de la valeur pour le client est concentrée sur des actions structurelles : réduction de consommation en volume, optimisation structurelle de la forme de la courbe de charge via des signaux tarifaires fixes. 20 à 30 % proviennent d'une capacité à déformer ponctuellement sa consommation, cette part étant amenée à augmenter dans les prochaines années avec l'accroissement de la volatilité des prix de l'énergie.

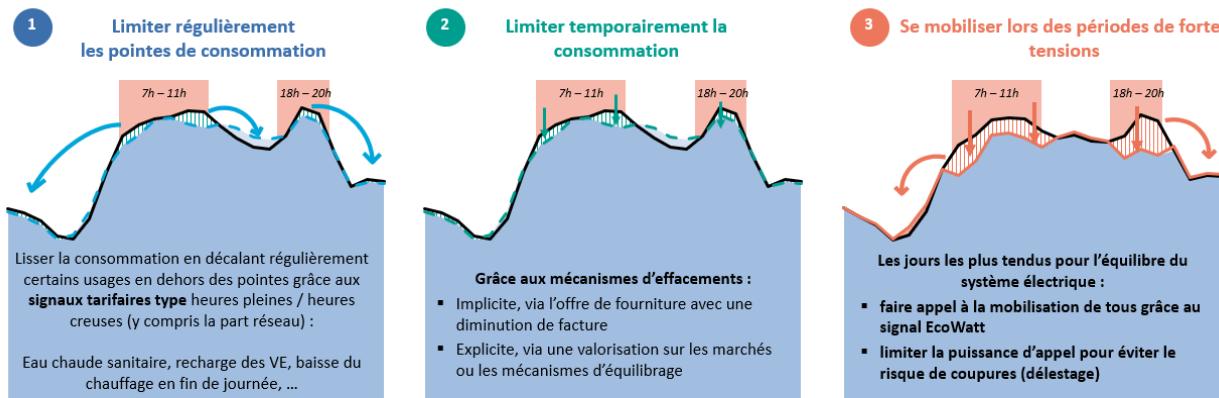
Pour les bâtiments tertiaires de plus de 1 000 m<sup>2</sup>, baisser de 10 % la consommation d'électricité permettrait de maintenir l'activité économique, tout en diminuant la consommation d'électricité dans des proportions suffisantes en cas de tensions importantes sur le réseau. Des exemples concrets ont par ailleurs démontré largement l'impact positif de ces gestes : en décalant simplement ses consommations et hors économies dues à l'efficacité

<sup>22</sup> Par exemple, la modulation de la recharge d'un véhicule électrique, la production de chaleur par une pompe à chaleur, etc.

énergétique, les gains pour les parties communes d'un centre commercial de 7 300 m<sup>2</sup> ont représenté entre 600 à 800 euros par jour, et ce pendant une phase d'expérimentation potentiellement plus coûteuse qu'un régime de croisière. Plus récemment, dans le cadre de la première saison du concours Cube Flex lancé par RTE et l'IFPEB entre janvier et avril 2023, entre 15 et 40 % de baisses de consommation d'électricité ont été recensées aux heures de pointe en semaine dans les galeries marchandes et entre 5 et 25 % dans les bureaux.

L'enjeu est donc de programmer, dans le système de pilotage, divers scénarios permettant de diminuer la consommation d'électricité des bâtiments :

- des scénarios d'usage réguliers, qui intègrent à la fois la sobriété et la modulation des consommations lors des pointes. Il s'agit ici de lisser la consommation en décalant régulièrement certains usages en dehors des pointes (par exemple : l'eau chaude sanitaire, la recharge des véhicules électriques, la baisse du chauffage en fin de journée, etc.) La valorisation économique est alors intégrée dans les tarifs de fourniture de l'énergie, et le bâtiment adapte son mode de consommation sur un signal prix fixe dans le temps ;
- des scénarios d'usage d'optimisation dynamique, permettant de programmer des modes « *flexibilités* », pour moduler à la hausse ou à la baisse certaines consommations, et activés la veille ou le jour même lorsque les prix le justifient (et sur la base de signaux dynamiques). Il s'agit ici de diminuer temporairement la consommation ou de l'augmenter pour absorber un surplus, lorsque les conditions du système électrique le justifient ;
- des scénarios de sauvegarde, limitant la puissance à 70 % ou 80 % de la puissance du bâtiment pendant quelques heures lors d'alertes de la part du gestionnaire du réseau d'électricité. Ici, le bâtiment se mobilise lors des périodes de fortes tensions sur le réseau.



**écoWatt**

Les trois niveaux de flexibilité pour répondre aux besoins du système électrique.

Source : RTE.

Ces écogestes techniques, qui sont différents selon les bâtiments doivent faire l'objet d'incitations pour faire évoluer les habitudes et d'un apprentissage de la part des usagers, pour définir les scénarios de vie, selon le niveau d'alerte et selon plusieurs facteurs (jours/nuit, absence/présence, par pièce, etc.), pour automatiser et programmer les écogestes et enfin se les approprier. S'agissant des cas de sauvegarde, un guide complet<sup>23</sup> décrit précisément les modes opératoires pouvant être mis en œuvre pour faciliter la baisse ponctuelle de consommation d'électricité dans les différents types de bâtiments : ajouter un thermostat sur les radiateurs électriques ou un contacteur au tableau électrique, programmer l'éclairage extérieur et installer des détecteurs de présence, impliquer les occupants des grands bâtiments (comme les centres commerciaux), etc.

Ce type de document gagnerait à faire l'objet d'une communication massive auprès des différents usagers.

<sup>23</sup> « Les écogestes techniques à adopter selon les bâtiments durant les heures d'alerte EcoWatt orange et rouge », publié en collaboration par RTE, le GIMELEC et IGNES. Lien : [https://assets.rte-france.com/prod/public/2022-12/Dossier-presse\\_ecogestes\\_techniques\\_RTE-Gimelec-IGNES.pdf](https://assets.rte-france.com/prod/public/2022-12/Dossier-presse_ecogestes_techniques_RTE-Gimelec-IGNES.pdf)

### 2.2.3 Flexibilité tertiaire : un gisement essentiel

En mobilisant une soixantaine de bâtiments tertiaires publics et privés<sup>24</sup>, le concours Cube Flex a confirmé la faisabilité de décaler et de moduler certains usages (chauffage, ventilation, traitement d'air, recharge VE, etc.), de manière régulière au quotidien et lors de journées de tests EcoWatt. Les participants ont ainsi montré qu'il était possible de réduire ponctuellement pendant quelques heures 20 % de la consommation de leurs bâtiments. En ordre de grandeur, 20 % de baisse sur l'ensemble du secteur tertiaire, c'est un potentiel d'environ 6 GW. Si ces valeurs demandent à être consolidées sur un panel de sites plus important – notamment au travers de la saison 2 du concours Cube Flex annoncée par RTE pour l'hiver 2023-2024 – ils confirment toutefois les estimations des acteurs du bâtiment sur les gisements exploitables à moyen terme par la mise en œuvre de certaines des recommandations proposées dans ce rapport.

Il est important de noter que les gisements de flexibilité de ces bâtiments diffèrent selon les types d'usage (chauffage électrique ou non, présence de bornes de recharge, etc.), selon leurs modalités d'exploitation technique (avec ou sans GTB) et selon l'accompagnement humain des mesures mises en œuvre (par exemple pour expliquer en quoi il est pertinent de préchauffer un bâtiment de bureaux tôt le matin pour pouvoir baisser le chauffage entre 7 heures et 11 heures en profitant de l'inertie du bâtiment pour ne pas avoir d'impact négatif sur le confort des occupants). Par ailleurs, deux effets induits s'opposent et ont une incidence sur les gisements disponibles : d'un côté, l'électrification des usages, au cœur de la décarbonation, va développer les consommations électriques ; de l'autre, les efforts de sobriété réduisent le gisement de flexibilité dans certains bâtiments (mais ce faisant contribuent également à réduire le besoin de flexibilité).

Recommandation :

Quantifier le gisement de flexibilité dans le tertiaire et œuvrer à son activation pour préserver l'équilibre offre-demande du réseau électrique.

### 2.2.4 Le secteur tertiaire présente un gisement de flexibilité diffus qui nécessite un travail important de pédagogie et la mobilisation d'acteurs de marché (agrégateurs et fournisseurs) capables d'agrégier les capacités de bâtiments pour en tirer de la valeur et en faire bénéficier les consommateurs

La valorisation de la flexibilité n'est pas la même selon les secteurs. Dans l'industrie, elle peut s'envisager par les mécanismes existants et le marché des effacements est assez dynamique. En revanche, l'effacement des bâtiments tertiaires est un segment de marché plus complexe par nature.

Premièrement, il est protéiforme, du fait d'une typologie variée de bâtiments et d'usages et d'une diversité d'acteurs qui se partagent les missions de gestion de l'énergie des bâtiments : propriétaires, occupants, gestionnaires de sites, *flexibility managers*), qui peuvent être logés ou non au sein d'une même entité légale. Il y a donc un réel enjeu à coordonner toutes ces différentes fonctions. Côté occupant, des silos existent également en interne : les personnes en charge de négocier les contrats de fourniture d'énergie ne sont pas celles qui sont chargées de la gestion technique du bâtiment. Par ailleurs, dans le parc de bâtiments tertiaires existants, les systèmes de pilotage disponibles sont parfois rudimentaires, très variés, avec des caractéristiques différentes en fonction notamment de leur date d'installation.

Un second enjeu est lié au gisement unitaire de flexibilité relativement faible par bâtiment. S'agissant de petits acteurs, les actions qu'ils peuvent mener au niveau individuel sont peu rémunératrices. L'enjeu est donc l'agrégation des effacements sur un nombre suffisamment important de bâtiments. Cette agrégation d'effacements peut être réalisée soit au travers des offres opérées par les agrégateurs, soit au travers des offres de fourniture proposées par les fournisseurs.

Enfin, le sujet de la flexibilité reste encore à ce jour relativement peu connu et compris par les consommateurs tertiaires, qu'ils soient publics ou privés. À titre d'exemple, les collectivités intègrent rarement les questions de flexibilité énergétique dans leurs appels d'offres de fourniture.

Il y a donc un réel enjeu d'accompagnement du secteur tertiaire, dans la durée et sur le long terme, et ce d'autant plus que le premier acte de pilotage énergétique est la prise de conscience : la réglementation (Certificats d'Économie d'Énergie CEE, etc.) soutient l'investissement dans des équipements, mais insuffisamment les « bons comportements ». À ce titre, des exemples à l'étranger (Royaume-Uni et Japon, notamment) montrent qu'il est

<sup>24</sup> 59 bâtiments, principalement des bureaux (26) et des galeries marchandes et surfaces commerciales (18).



possible de faire baisser la consommation des clients de façon significative lors des périodes de tension du système électrique avec de simples systèmes de récompense des comportements. Le bilan de l'hiver 2022-2023 dressé par RTE au printemps montre également que l'enjeu de réduction de la consommation et de décalage en dehors des heures de pointe semble de mieux en mieux compris et partagé.

Encadré :

**Retour d'expérience d'une municipalité : la ville de Poissy**

Les équipes responsables énergétiques de la ville de Poissy gèrent la partie comptage, la facturation gaz, eau, électricité et fioul de 110 bâtiments représentants 100 000 m<sup>2</sup> de surface chauffée au service de 40 000 habitants. Les bâtiments sont divers et d'importance variable (écoles et crèches, équipements sportifs, espaces socio-culturels, serres, bureaux administratifs, etc.).

Des GTB ont été installées dans quelques bâtiments (médiathèque, écoles, serres, notamment) et permettent de les piloter à distance. Des alarmes équipent certaines installations (serres par exemple) afin de signaler d'éventuelles pannes. Les élèves des écoles sont mobilisés, depuis 10 ans, pour participer à des challenges de sensibilisation.

La ville de Poissy a entamé des réflexions pour accélérer ces initiatives et déployer encore des solutions, comme installer la mesure sur l'ensemble du parc, piloter le confort d'été, investiguer l'autoconsommation. Elle souhaite aussi lancer un marché global regroupant l'ensemble du bâti qui permettrait de sélectionner une entreprise assurant le déploiement voire la maintenance d'un système de pilotage complet.

Pour les aider dans ces démarches, les équipes peuvent s'appuyer sur l'association des ingénieurs territoriaux de France, qui réunit deux fois par an les acteurs en poste dans les collectivités afin de leur présenter l'actualité et des retours d'expérience sur la gestion des énergies. Au quotidien cependant, l'encadrement de ces équipes, la collaboration et les synergies entre les différentes collectivités pourraient être renforcés. Le budget constitue un second frein au lancement de ces initiatives : pour la ville de Poissy, le respect du décret tertiaire pour ses 24 bâtiments assujettis, représenterait environ 1 millions d'euros d'investissements sur cinq ans.

### **3. L'évolution nécessaire des modes de valorisation de la flexibilité**

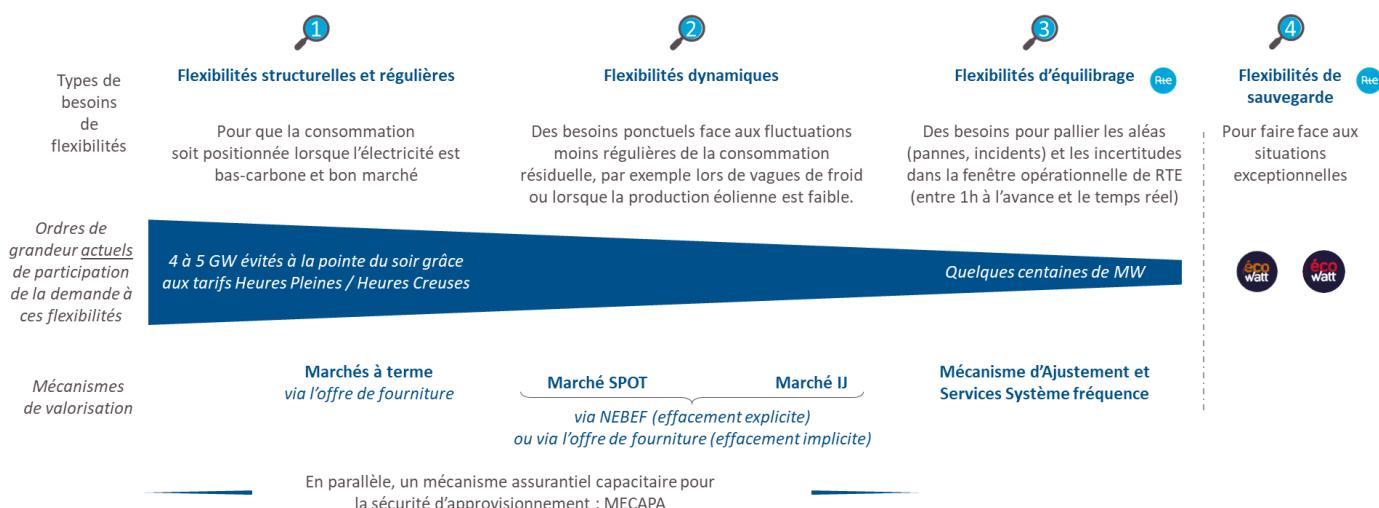
Le pilotage énergétique des bâtiments tertiaires constitue donc l'une des pistes stratégiques pour réaliser et orchestrer « facilement » des baisses de consommation. Il correspond à l'ensemble des moyens mis en œuvre pour (i) améliorer l'efficacité énergétique « active »<sup>25</sup> du bâtiment, afin de diminuer ses consommations énergétiques (tous usages) et (ii) moduler, décaler ou effacer ses consommations électriques, afin de répondre à la fois aux besoins de flexibilité du marché, c'est-à-dire pour l'équilibre offre-demande et lever les contraintes du réseau, tout en tenant compte des besoins du bâtiment et, de répondre grâce au pilotage interne de ses usages, à l'amélioration de ses performances et de son efficacité énergétique.

#### **3.1 État des lieux des modes de valorisation**

Selon RTE, quatre niveaux de flexibilité peuvent être distingués et les réflexions sur les évolutions envisageables, voire souhaitables, doivent tenir compte de cette segmentation.

<sup>25</sup> Ce qui relève de la mesure, du contrôle, de l'analyse et non pas des dispositifs d'efficacité énergétique passive (changement des fenêtres par exemple).





L'essentiel des besoins de flexibilité réside dans la satisfaction des besoins structurels et réguliers.  
Source : RTE.

### 3.1.1 La flexibilité structurelle (ou optimisation régulière)

Cette première forme de flexibilité ou d'optimisation régulière existe déjà, tout en ayant le potentiel d'être renforcée et est rémunérée, à travers les offres de fourniture d'électricité. Ce type de flexibilité représente l'essentiel des besoins. Elle consiste à déformer durablement la consommation sur la base d'un prix reflétant les fondamentaux de marché et les contraintes de réseaux : elle répond en effet à des besoins structurels et réguliers, prévisibles longtemps à l'avance (heures pleines/heures creuses, week-end par rapport à la semaine, hiver par rapport à l'été, etc.) et donc doit permettre de déplacer des volumes de consommation d'une période à une autre, de manière « routinière ».

Avec la montée en puissance des énergies renouvelables, et la croissance du photovoltaïque, une électricité bas-carbone et bon marché sera disponible en milieu de journée. Un des enjeux sera donc de prendre en compte l'accroissement de cette production quotidienne pendant les périodes les plus ensoleillées dans les nouveaux contrats conclus avec les clients et de développer davantage les mécanismes déjà mobilisés (heures pleines/heures creuses, notamment) dans le tertiaire (avec à titre d'exemple, une organisation raisonnée de la recharge des véhicules).

#### Recommandation :

Considérer la **flexibilité énergétique structurelle du quotidien** (consommer chaque jour au bon moment) comme un **levier privilégié** pour éviter les pics de consommation, à valoriser à travers les offres incitatives de fournitures de l'électricité.

### 3.1.2 La flexibilité dynamique (ou optimisation ponctuelle)

Un deuxième étage de flexibilité correspond à une modulation moins régulière de la consommation, sur la base des besoins du jour : il correspond à l'optimisation plus fine de la consommation en fonction de signaux de prix qui peuvent changer chaque jour (valorisation « day ahead », c'est-à-dire du jour au lendemain) et au sein d'une même journée (valorisation en infrajournalier).

Cette flexibilité répond ainsi à des besoins non-structurels dont une partie est prévisible quelques jours à l'avance (vague de froid, perspectives de vent, etc.), mais qui peuvent également se révéler la veille, voire en infrajournalier. Ces signaux peuvent être transmis par les marchés hebdomadaires, journaliers ou infrajournaliers de l'électricité, et relayés par les fournisseurs<sup>26</sup> ou les opérateurs d'effacement (offre d'effacement explicite).

Pour que cette flexibilité soit effectivement rémunératrice, il faut optimiser la gestion du bâtiment ou du parc de bâtiments, ce qui nécessite d'en avoir une connaissance détaillée : la mise en œuvre de ce type d'effacement – implicite ou explicite – dans un cadre mal piloté peut en effet être très coûteuse en temps humain.

<sup>26</sup> Au travers de l'offre de fourniture d'électricité du bâtiment, notamment offre du type effacement indissociable de la fourniture.

### 3.1.3 Les flexibilités d'équilibrage

Il s'agit des besoins de flexibilité pour permettre à RTE d'assurer l'équilibre du système électrique entre production et consommation, dans une fenêtre opérationnelle proche du temps réel.

En tant que gestionnaire du réseau public de transport d'électricité, RTE doit en effet assurer à tout instant cet équilibre offre-demande en maintenant la fréquence à tout instant à 50 Hz. À cette échéance, les déséquilibres sont principalement liés à des aléas (pannes, incidents), et des incertitudes (liés à la météo en particulier) en temps réel.

Pour cela, RTE s'appuie sur deux grandes familles de réserves :

- des réserves automatiques capables d'agir en moins d'une minute ou de quelques minutes : les services système fréquence (réserves primaire FCR et secondaire aFRR) ;
- des réserves manuelles, sollicitées via le mécanisme d'ajustement (réserves tertiaires mFRR et RR).

Ces besoins d'équilibrage ne représentent au total pas plus de quelques GW et devraient augmenter dans les prochaines années, mais dans une ampleur moindre que la flexibilité structurelle.

### 3.1.4 Les flexibilités de sauvegarde, pour répondre aux signaux d'alerte EcoWatt

RTE active également des flexibilités préventives en cas de crise, avec des alertes EcoWatt exceptionnelles, pour faire face à des risques particulièrement importants. Il s'agit d'un « mode d'urgence », un mécanisme de sauvegarde au cours duquel RTE alerte (alertes EcoWatt) jusqu'à trois jours à l'avance sur les risques de coupure d'électricité et appelle donc à un geste civique et citoyen pour réduire la consommation. Ces alertes EcoWatt précisent les heures à risque et exigent un effort supplémentaire, qui peut passer par un mode spécifique de pilotage du bâtiment (en baissant la puissance de son bâtiment sur quelques heures par exemple).

La mise en œuvre de mécanisme de sauvegarde est plus rare car elle correspond à des situations exceptionnelles d'extrême tension du système électrique, où la production serait très insuffisante pour couvrir le besoin de consommation.

Compte tenu de l'impact négatif d'éventuels délestages tournants – levier de dernier recours pour l'équilibre du système électrique – il est souhaitable de développer des mesures de sauvegarde alternatives en s'appuyant notamment sur le gisement de flexibilité que représentent les bâtiments tertiaires. Un mode d'urgence « EcoWatt » pourrait ainsi être programmé dans les stratégies d'exploitation des bâtiments grâce aux systèmes de pilotage de l'énergie et être activé lors d'alertes EcoWatt orange et rouges. En profitant de l'inertie des bâtiments et en programmant les usages concernés, il serait ainsi possible de réaliser cette flexibilité pendant des plages horaires courtes, plusieurs fois par jour (en respectant un délai de neutralisation entre activations), tout en limitant l'impact pour les occupants du bâtiment.

#### Recommandation :

**Systématiser la programmation systématique, dans les systèmes de pilotage des bâtiments, d'un mode d'urgence « EcoWatt d'urgence »** permettant d'activer un effacement drastique des consommations d'énergie pendant des plages horaires courtes.

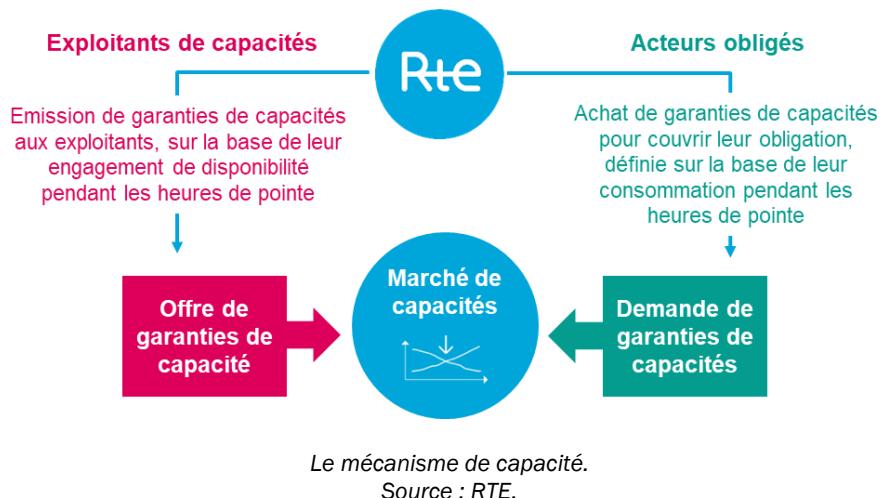
### 3.1.5 En parallèle de leur valeur en énergie, les flexibilités structurelles et dynamiques représentent une valeur capacitaire

Pour renforcer la sécurité d'approvisionnement pendant les périodes de pointe hivernale de consommation, la loi NOME<sup>27</sup> a créé un marché de capacités en France : le mécanisme de capacité. Les acteurs obligés (fournisseurs, gestionnaires de réseau pour leurs pertes et consommateurs s'approvisionnant directement sur les marchés de gros de l'électricité) sont contraints de prouver qu'ils sont en mesure de satisfaire leur consommation pendant les périodes de pointe. Pour cela ils doivent se procurer des garanties de capacité auprès d'exploitants de capacités :

<sup>27</sup> Loi n° 2010-1488 du 7 décembre 2010 portant nouvelle organisation du marché de l'électricité, dite « loi NOME ».



soit des producteurs, soit des opérateurs d'effacement capables de produire (ou de réduire une consommation) pendant les heures de pointe.



Le besoin de garanties de capacité des acteurs obligés est calculé sur la base de leur puissance moyenne appelée lors des jours de pointe « PP1 » signalés par RTE entre 7 heures et 15 heures et entre 18 heures et 20 heures. Les producteurs et opérateurs d'effacement qui valorisent des garanties de capacité doivent s'engager à être disponibles lors des jours de pointe « PP2 » signalés par RTE.

En présence d'une forte production locale avec le développement du photovoltaïque et parce que les bâtiments tertiaires sont en général en mesure de s'effacer pendant deux à trois heures au plus, la plage de mesure de « PP1 » pourrait être revue et sa durée pourrait être réduite. Ces évolutions seront abordées dans le cadre des travaux en cours sur la refonte du mécanisme de capacité à l'horizon 2026.

Parallèlement, pour développer la filière effacement et répondre ainsi aux objectifs des programmations pluriannuelles de l'énergie ou aux besoins mis en évidence dans le bilan prévisionnel pluriannuel, la DGEC a lancé un appel d'offres spécifique (« Appel d'offres effacement » (AOE)), opéré par RTE. Ces AOE offrent un complément de revenus aux revenus tirés du mécanisme de capacité à des consommateurs qui, sans ce dispositif, ne verrait pas d'intérêt à l'effacement. Cela permet aussi de disposer de visibilité dans le temps pour les investisseurs.

Au final, il existe une batterie de dispositifs complémentaires, ce qui doit permettre d'exploiter tous les gisements de flexibilité possibles. Le nombre et la complexité de ces dispositifs incitent cependant à engager une réflexion, notamment sur le tertiaire, d'une part, pour s'assurer de leur attractivité et de leur stabilité pour que les acteurs de la filière s'engagent et, d'autre part, afin de faciliter l'accès à l'ensemble des gisements de flexibilités disponibles, notamment sur le tertiaire.

### 3.2 Les évolutions envisageables des modes de rémunération

Le retour sur investissement d'un système de pilotage de l'énergie dans le bâtiment dépend de la valorisation des gains énergétiques. Par ailleurs, certaines technologies de pilotage apportent d'autres services au bâtiment telles que la gestion des espaces, de la qualité de l'air ou de la sécurité. Le coût d'un système de pilotage se compose du coût de l'investissement initial, ainsi que des coûts d'exploitation et de maintenance nécessaires au bon fonctionnement du système. Pour apporter des services de flexibilité, un investissement supplémentaire peut être nécessaire (voir le concept de « BACS flex ready », plus loin dans ce rapport), et d'autres coûts indirects peuvent intervenir.

Plusieurs évolutions pourraient être apportées aux différents modes existants, afin de rentabiliser l'investissement et les coûts d'exploitation-maintenance des systèmes de pilotage, et en particulier valoriser davantage les démarches de flexibilité.

#### 3.2.1 Des produits de marché non adaptés à la montée en puissance des EnR

Le marché de l'électricité est aujourd'hui structuré en différents marchés :

- Le marché « intraday » tout d'abord a pour but d'échanger de l'électricité en infrajournalier.

En France, il s'agit encore pour le moment d'un marché dit continu qui permet des transactions jusqu'à 5 minutes avant l'heure de livraison, ce qui permet de gérer les écarts qui peuvent intervenir à cause d'évènements imprévus.

- b) Le marché spot d'électricité est une enchère permettant l'achat et la vente d'électricité la veille pour le lendemain au pas horaire.

Le prix spot est un élément important du marché de l'électricité. Il correspond au prix fixé d'un volume d'énergie sur chacune des 24 tranches horaires du lendemain lors d'une enchère quotidienne entre des offres d'achats et de ventes, et il sert de référence pour les différents acteurs, publiée chaque jour à partir de 12h40. Lié à la production et aux moyens utilisés pour répondre à la demande, il fluctue en fonction des différents moments de la journée, et d'un jour à l'autre, notamment en fonction du niveau de la demande, qui a un effet haussier sur le prix d'équilibre, et du niveau de la production « *fatale* » qui a un effet baissier sur le prix d'équilibre. Le prix spot chaque heure reflète donc les coûts marginaux de production ou d'effacement permettant d'équilibrer l'offre et la demande.

Cependant, le marché spot n'a pas forcément une influence directe sur le prix facturé au consommateur *in fine*. Une grande partie de l'approvisionnement est anticipée et le prix spot s'applique, pour les contrats concernés, à l'écart entre la consommation prévue à long terme et celle effective à court terme : son influence sur le prix de consommation d'électricité payé par le consommateur est donc assez marginale à court terme.

Toutefois, à plus long terme, une hausse soutenue du prix spot indique un niveau de tension sur l'équilibre offre/demande, ce qui entraîne une répercussion sur les prix à terme, ceux-ci étant supposés se caler sur l'espérance des prix spot, à laquelle s'ajoute une prime de risque.

- c) Enfin, le marché à terme permet aux acteurs d'accéder à un prix moins volatil que le marché spot.

Les échanges sur le marché à terme sont soit de gré à gré soit via les bourses et reposent sur des produits avec un horizon plus lointain que les produits spots, dont le prix repose notamment sur la moyenne des prix spot anticipés pour une période considérée, intégrant la possibilité de prix très élevés. Ils sont donc moins volatils et servent généralement pour la définition des prix facturés aux clients finaux.

Contrepartie de cette sécurité, les marchés à terme peuvent manquer de liquidité et de profondeur, avec des produits qui ne vont pas au-delà de trois ans.

Il y a donc un enjeu à faire émerger de nouveaux produits à terme susceptibles d'être davantage adaptés aux nouveaux modes de production d'énergies renouvelables (et notamment photovoltaïque), éventuellement en s'inspirant de modèles d'autres pays qui auraient réussi à adapter leurs marchés.

### **3.2.2 Des systèmes de tarification qui devront apporter des évolutions et innovations pour la transmission du signal-prix au consommateur**

#### **3.2.2.1 S'agissant de la flexibilité structurelle, un développement insuffisant des offres incitatives**

##### **i. Favoriser la flexibilité structurelle à travers les tarifs**

Sur les marchés de l'électricité, les fournisseurs achètent en général à l'avance (marchés à terme) : ils signent des contrats et se couvrent financièrement sur les écarts entre ce qu'ils ont signé et ce qu'ils achètent par la suite. Ils bénéficient par ailleurs du dispositif ARENH qui leur garantit un certain niveau d'approvisionnement pour une durée d'un an.

Côté consommateurs, en particulier pour les clients raccordés en basse tension<sup>28</sup>, des prix globaux moyens, et fixes en général, sont négociés et ne reflètent pas, au contraire, toutes les fluctuations observées sur les marchés d'échange. Des tarifs à effacement existent<sup>29</sup>, mais sont encore insuffisamment développés.

<sup>28</sup> En revanche, pour les clients raccordés en HTA (moyenne tension), les contrats de fourniture sont plus négociés au cas par cas et peuvent très bien intégrer les prix de marché.

<sup>29</sup> Ces tarifs prévoient des niveaux élevés les jours d'effacement et en contrepartie des niveaux plus faibles les autres jours de l'année. Une autre approche repose sur la valorisation explicite des effacements sur les marchés, via un opérateur d'effacement. Il s'agit là d'obtenir une valorisation des effacements sur les marchés de l'énergie. Le consommateur peut ainsi recevoir un complément de revenu, correspondant à la valorisation de l'effacement sur les marchés, à laquelle est soustraite la part revenant à l'opérateur d'effacement et la part versée au fournisseur pour l'énergie correspondant à l'effacement réalisé.



Pour les clients « entreprises », ainsi que pour les collectivités locales, ces fluctuations sont d'autant moins bien identifiées que les personnes qui négocient les prix au sein des services achats ne sont pas celles qui sont chargées de la gestion technique du bâtiment.

Sur les marchés petit tertiaire et diffus (TPE, commerçants, etc.), les fournisseurs proposent à leurs clients des services adossés aux offres d'énergie : ces options ont pour objectif d'inciter les consommateurs à réduire leurs consommations notamment pendant les périodes hivernales de pointe de consommation et les récompensent financièrement. Pour autant, le taux de pénétration dans le marché tertiaire de ces offres reste encore faible. Les prix finaux pratiqués par les fournisseurs auprès de leurs clients sont en général fixes, calibrés pour se couvrir de la hausse des prix de base en heures pleines et permettant de capter une marge lors des consommations en heures creuses. Aujourd'hui, la plupart des petits professionnels ne sont pas en mesure de piloter leurs consommations énergétiques et craignent des surcoûts en heures pleines : ils ont donc une préférence pour des prix uniques sur toutes les heures.

En plus de la mise en valeur des offres de flexibilité existantes, pour inciter au pilotage régulier et à davantage de flexibilité structurelle avec des baisses de consommation en heures pleines, deux pistes de réflexion pourraient être explorées :

- une analyse pourrait tout d'abord être menée pour mesurer l'opportunité d'une disparition progressive des offres de fourniture adossées à une structure de type base (offres à prix unique), avec pour objectif de déployer en parallèle des structures de prix d'offres avec plusieurs plages horaires, voire de pointe mobile ;
- le déploiement d'offres de fourniture de ce type pourrait aussi être favorisé par davantage de concurrence sur le marché et d'une meilleure connaissance de ces offres par les consommateurs : en ce sens, il pourrait être envisagé d'offrir aux bâtiments tertiaires la possibilité de disposer de plusieurs fournisseurs différents. Cette « cohabitation » entre fournisseurs est possible. Il existe déjà pour les consommateurs, y compris en basse tension, la possibilité de signer avec le gestionnaire de réseau public de distribution un contrat d'accès direct au réseau (CARD) pour couvrir la part acheminement et de le compléter par un second contrat de fourniture passé avec un ou plusieurs fournisseurs. On rencontre à ce jour ce cas de figure pour un nombre infime de consommateurs : dans le cadre de l'autoconsommation collective, des parkings résidentiels de véhicules électriques<sup>30</sup>, ou pour les très grands consommateurs. Par ailleurs, l'accélération des contrats de type PPA (*Power Purchase Agreement*)<sup>31</sup> dans les bâtiments tertiaires va apporter des opportunités d'innovation tarifaire. La pertinence de cette piste doit cependant être étudiée en détail, à l'aune de sa complexité et de son coût de mise en œuvre et du gain pour le système électrique, d'une part, et pour les consommateurs, d'autre part<sup>32</sup>.

En tout état de cause, il conviendrait que les fournisseurs fassent preuve de pédagogie sur la décomposition du prix par plage horaire (entre énergie, capacitaire, TURPE et taxes) pour favoriser la prise de conscience des différentes composantes du prix final payé et donc des différents leviers sur lesquels agir pour limiter les coûts d'électricité.

## ii. Renforcer le signal prix grâce au TURPE

Le TURPE (Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité), élément constitutif du prix final payé par le client, est un instrument qui permet de financer l'acheminement de l'électricité par les gestionnaires de réseaux : RTE, Enedis et les Entreprises Locales de Distribution (ELD). Son calcul, réalisé par la CRE repose sur quatre grands principes de construction : la péréquation tarifaire (même coût d'accès sur tout le territoire français) ; le timbre-poste (même coût quelle que soit la distance parcourue par l'électricité sur le réseau) ; la non-discrimination et le reflet des coûts, ce qui se traduit par une tarification en fonction de la puissance souscrite et de l'énergie soutirée, horosaisonnalisée (reflet des coûts d'acheminement en fonction des périodes de l'année, des jours et des heures).

La question de la structure du TURPE, au sens adéquation du placement des divers plages tarifaires, pourrait être étudiée afin de renforcer le signal prix incitant la flexibilité structurelle. Cette possibilité est déjà inscrite dans le

<sup>30</sup> Dans le cas de l'autoconsommation, sans qu'il n'y ait toutefois deux fournisseurs ou responsables d'équilibre de plein exercice : il y a un fournisseur de complément en plus de la part de la production affectée à l'*« autoconsommateur »*. Par ailleurs, dans le résidentiel et lorsque le véhicule électrique est un véhicule de fonction, il peut y avoir coexistence de deux fournisseurs : celui du résident (au niveau du point de livraison) et celui de l'entreprise (au niveau du *« décompte »*). On parle alors plutôt d'affectation de flux aux différents réseaux électriques que de *« multi-fournisseurs »*.

<sup>31</sup> Contrats PPA, contrat d'achat d'électricité conclu directement entre un producteur d'énergie et un consommateur. Les contrats PPA peuvent agréger la consommation de plusieurs sites de taille moyenne et donc trouver aussi à s'appliquer à des bâtiments de taille modeste. Les contrats PPA peuvent prendre de nombreuses formes : *« pay as produced »*, *« annual baseload »*, *« monthly baseload »*, *« load-following »*, ou encore garantie de livraison d'énergie renouvelable durant les heures pleines, etc.

<sup>32</sup> La question du financement des investissements nécessaires pour les gestionnaires de réseaux de distribution d'électricité doit être notamment étudiée en détail : s'il devient possible d'avoir plusieurs fournisseurs et/ou producteurs, la demande sera alors plus importante imposant le financement de nouveaux moyens informatiques.



code de l'énergie<sup>33</sup>, qui indique que le TURPE sert à couvrir les frais de gestion, mais aussi de financer l'équilibrage du réseau. Par exemple, le TURPE 6 prévoit la généralisation de l'horosaisonnalité à 4 plages temporelles pour les utilisateurs raccordés en basse tension inférieure et avec une puissance souscrite inférieure à 36 kVA, qui se traduira par la suppression des options non saisonnalisées à partir du 1<sup>er</sup> août 2024. Une réflexion quant au placement plus optimal des plages tarifaires, en fonction des contraintes réseaux au premier chef, mais également des équilibres offre/demande et des capacités des acteurs du tertiaire à répondre à ces deux contraintes par leurs capacités de flexibilité, pourrait être engagée en complément des travaux déjà en cours.

Recommandation :

**Valoriser davantage les flexibilités structurelles et dynamiques à travers les tarifs proposés aux bâtiments tertiaires :**

- en incitant au développement de produits de marché de gros permettant ensuite d'inciter à la déformation des modes de consommation dans le marché de détail ;
- en engageant une réflexion sur la disparition progressive des structures « de base » (offres à prix unique) et sur le déploiement des structures de prix d'offre avec plusieurs plages horaires, voire de pointe mobile.

Par ailleurs, une piste de réflexion mérite une étude approfondie pour évaluer leur complexité de mise en œuvre et le ratio coûts/bénéfices sur l'ensemble de la chaîne de valeur (et notamment systèmes d'informations des gestionnaires de réseaux, des fournisseurs, des responsables d'équilibre et des clients) :

- accélérer l'innovation tarifaire, par exemple en facilitant la « cohabitation » de plusieurs fournisseurs auprès d'un même client, sous réserve de mener les analyses coût-bénéfice démontrant l'intérêt d'une telle évolution ;
- optimiser les actuelles modalités d'application du TURPE (notamment, le placement HP/HC et sa saisonnalisation) pour le rendre cohérent avec le signal prix au service de l'équilibre offre/demande, les contraintes des réseaux, et les capacités techniques de flexibilité des bâtiments tertiaires.

**3.2.2.2 S'agissant de la flexibilité dynamique, une méthodologie de valorisation des modulations explicites sur les marchés de l'énergie fondée sur des prix de marché de court terme plus élevés que les coûts de sourcing du fournisseur ou sur la volatilité des prix *intra-day***

Le développement de l'effacement repose sur une vision dans laquelle il y a un intérêt à s'effacer principalement si le signal prix du marché de court terme est supérieur au coût de sourcing d'un fournisseur.

Concrètement, dans le cadre de l'effacement explicite, les agrégateurs peuvent valoriser des blocs d'énergie correspondant aux effacements qu'ils sont en mesure d'activer sur les marchés de l'électricité. La valorisation de cette flexibilité est permise par le mécanisme NEBEF (Notification d'échange de bloc d'effacement) qui permet aux opérateurs d'effacement de certifier les effacements afin de les valoriser directement sur le marché de l'énergie. Ainsi, lorsque le client d'un opérateur d'effacement réduit ou stoppe sa consommation (« s'efface »), l'opérateur peut revendre directement le « bloc d'énergie » non consommée sur les marchés de gros via le mécanisme NEBEF.

La participation des effacements dynamiques de façon explicite aux marchés de gros de l'électricité a été conçue de façon à ce que le gain escompté pour un consommateur puisse être le même que l'effacement soit valorisé par un agrégateur d'effacement ou un fournisseur et que la valeur pour le fournisseur ou l'aggregateur soit équivalente.

Cela est notamment possible grâce au principe de « versement fournisseur » qui rémunère le fournisseur pour le bloc d'électricité dont la propriété sur les marchés est transférée à l'opérateur d'effacement. Ainsi, que l'effacement soit implicite ou explicite, la valeur est la même pour le consommateur ou pour celui qui valorise l'effacement :

- pour l'effacement implicite :
  - le gain pour le fournisseur consiste en une différence positive entre la revente du bloc effacé et le coût de l'achat de ce bloc ;
  - le gain pour le consommateur est l'économie de facture sur la durée de l'effacement plus un pourcentage du gain que fait le fournisseur.
- pour l'effacement explicite :
  - le gain pour l'opérateur d'effacement consiste en une différence positive entre la revente du bloc effacé et le coût du versement fournisseur qui représente le coût d'approvisionnement du fournisseur

<sup>33</sup> En application du code de l'énergie (article L. 341-2), le Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité couvre l'ensemble des coûts supportés par les gestionnaires de réseaux dans la mesure où ces coûts correspondent à ceux d'un gestionnaire de réseau efficace. Son rôle n'est pas de renvoyer un signal tarifaire concernant l'équilibre offre-demande, mais peut néanmoins y contribuer, de manière proportionnée (article L. 341-4), afin d'inciter les clients à limiter leur consommation à la pointe.



pour ce bloc. Le prix de rachat du bloc d'énergie par l'opérateur d'effacement est défini soit contractuellement avec le fournisseur du consommateur, soit par une grille de versement, calculé par RTE selon une méthodologie établie par la CRE et concertée avec les acteurs<sup>34</sup> ;

- le gain pour le consommateur est l'économie de facture sur la durée de l'effacement plus un pourcentage du gain que fait l'agréinateur.

La valeur de l'effacement correspond ainsi à la différence entre les prix de marchés de « court terme » (spot, IJ) et le coût d'approvisionnement du fournisseur. Ainsi, au regard des prix à terme élevés constatés en 2022, cette méthodologie de valorisation limite les effacements réalisables en 2023, puisque les prix spot depuis le début de l'année sont nettement inférieurs aux prix définis dans les grilles.

Par ailleurs, le dispositif NEBEF ne permet pas à ce jour de valoriser les modulations à la baisse ou à la hausse de consommations au sein d'une journée (c'est-à-dire une hausse de consommation lorsque les prix sont favorables et un effacement lorsque les prix sont élevés). Une expérimentation dans le cadre du bac à sable réglementaire de la CRE est en cours avec Eqinov, RTE et Enedis, afin de valoriser ces décalages de consommation pour inciter à consommer en période favorable (pic de production d'énergie renouvelable, prix de marché bas, etc.). Le retour d'expérience de cette expérimentation permettra d'établir la pertinence d'une telle disposition pour le placement des consommations aux périodes de prix faibles sur les marchés de gros et ainsi la contribution à l'efficacité économique et écologique du système électrique.

Recommandation :

Suivre l'expérimentation initiée par RTE, Enedis et Eqinov, et œuvrer dès les premières conclusions positives, à une pérennisation de la valorisation des hausses de consommation sur la plateforme de Notification d'Échanges de Blocs d'Effacement (NEBEF).

### **3.2.2.3 Améliorer les règles du contrôle du réalisé pour la valorisation des effacements explicites, en les adaptant aux spécificités des consommations du secteur tertiaire**

Les méthodes de contrôle du réalisé pour la valorisation des effacements explicites, dans le cadre du dispositif NEBEF et du mécanisme d'ajustement, présentent des limites en ce qui concerne le cas des effacements dans les bâtiments tertiaires.

Dans l'industrie, pour valoriser l'effacement, les méthodes de contrôle du réalisé « *par défaut* » sont en règle générale adaptées, car le niveau de consommation est globalement stable d'un jour à l'autre et au sein de la journée. En revanche, dans le tertiaire, les consommations dépendent beaucoup des conditions climatiques et peuvent dépendre d'autres facteurs tels que la fréquentation des bâtiments. Elles peuvent ainsi varier selon la saison et le jour de la semaine. Il est ainsi plus difficile de définir un « *contrefactuel* » clair, fiable et partagé.

Le groupe de travail estime que l'utilisation des données de comptage du gestionnaire de réseaux au niveau de l'ensemble du bâtiment est suffisante pour mesurer précisément et valoriser les effacements réalisés à l'interface entre le bâtiment et le réseau. Les données de sous-comptage pourraient être mobilisées pour établir un contrefactuel fiable pour les bâtiments tertiaires, notamment en prenant en compte l'impact de la thermosensibilité de certains usages.

Le processus de concertation de RTE, encadré par la CRE, pour l'évolution des règles relatives aux effacements de consommation, permet aux opérateurs d'effacement de proposer l'évolution de ces méthodes de contrôle du réalisé afin de répondre à cet enjeu d'adaptation au secteur tertiaire. Il a été décidé dans le cadre de la concertation relative à la valorisation des effacements sur NEBEF, sous pilotage de RTE, d'ouvrir une expérimentation sur la possibilité de contrôler les effacements sur des mesures réalisées à une maille inférieure à la maille site, dans un cadre expérimental et pour une période limitée, à l'issue de laquelle cette possibilité pourrait être prolongée (ou non), sur la base d'un retour d'expérience.

L'expérimentation vise à identifier si la mise en place de la sous-mesure (i) permet de faire émerger de nouveaux gisements, (ii) d'améliorer la précision de la mesure des effacements et (iii) ne génère pas de risque sur la réalité des effacements (effets de « *compensation au sein d'un même site* »). À l'issue de l'expérimentation, un retour d'expérience sera réalisé par RTE avec l'appui des gestionnaires de réseaux de distribution pour déterminer l'intérêt de la sous-mesure (contribution à l'émergence de nouvelles capacités, augmentation de la précision du contrôle du

<sup>34</sup> Cette méthode prend en compte les prix à terme sur les deux années précédant l'année de livraison, le prix de l'ARENH pour les volumes attribués et les prix de fin d'année AL-1 pour la part écrétée des volumes ARENH. Le montant du barème de versement est calculé pour les différentes catégories de consommateurs (profilé ou télé-relevé, avec tarif « Base » ou non).



réalisé) et identifier s'il existe des effets de bord indésirables (notamment effet de compensation entre consommation mesurée et le reste de la consommation du site). Les opérateurs d'effacement et les sites participants autoriseront RTE à publier des informations agrégées dans le cadre du retour d'expérience.

Recommandation :

**Définir des méthodes alternatives de flexibilité dynamique adaptées aux spécificités des sites tertiaires pour le contrôle du réalisé des effacements sur le mécanisme NEBEF (effacements dans le marché) et sur le mécanisme d'ajustement.**

### **3.2.2.4 D'autres ajustements pour favoriser la transmission du signal-prix : le dispositif ARENH**

Depuis 2011, tous les opérateurs fournissant des clients finaux peuvent avoir accès à l'électricité nucléaire produite par EDF via le dispositif législatif mis en place par la loi Nome en 2010, l'ARENH (Accès Régulé à l'Énergie Nucléaire Historique). Les volumes entre les fournisseurs (allocation des droits) sont répartis par la CRE selon les consommations de leurs clients pendant les heures de faible consommation nationale (juillet et août, samedi et dimanche entre avril et octobre, et entre 1 heure et 7 heures en semaine entre avril et octobre).

Ce mécanisme a un effet distorsif : en effet, les fournisseurs dont les clients consomment beaucoup d'énergie pendant la période de référence (clients utilisant par exemple abusivement de la ventilation ou des piscines pendant l'été) bénéficient de droits ARENH plus élevés que les autres. Il n'y a donc potentiellement aucune incitation à effacer une consommation pendant la période de référence de calcul des droits ARENH, et ce même si les prix spot (prix établis sur le marché de l'électricité par les bourses le jour J pour le lendemain) sont très élevés : un tel effacement conduit, en effet, à perdre des droits ARENH sur l'ensemble de l'année. L'intérêt d'un effacement pendant la période ARENH dépend donc des prix de marché sur l'ensemble de l'année. À titre d'exemple, un fournisseur ayant incité les collectivités locales clientes à moins consommer pendant l'été a perdu de l'argent et des droits ARENH.

Il y a donc un véritable enjeu, dans le cadre de la réforme du marché de l'électricité, pour s'assurer de transmettre un signal-prix au client qui soit compatible avec une bonne incitation à la valeur réelle de la flexibilité et aux économies d'énergie, en évitant que les mécanismes qui remplaceront l'ARENH ne déforment les incitations. Des travaux devraient cependant être engagés sur la transmission du signal-prix au consommateur afin de ne pas réduire l'incitation à la flexibilité.



## 4. Bonnes pratiques activables pour massifier le déploiement du pilotage des bâtiments

La valorisation de la flexibilité par les mécanismes exposés dans le chapitre précédent fixe un cadre favorable et motivant à l'activation de la flexibilité par le pilotage. Il existe aussi des leviers techniques et organisationnels, intrinsèques aux systèmes de pilotage, à exploiter pour faciliter leur mise en œuvre et tirer parti de leurs fonctionnalités.

### **4.1 Clé de succès d'une mise en œuvre réussie : plan de comptage, commissionnement et clauses contractuelles**

#### **4.1.1 L'importance d'un plan de comptage<sup>35</sup> de qualité**

Tous les acteurs de l'énergie s'accordent sur l'importance du diagnostic préalable, avant toute mise en place d'un système de pilotage.

Ce diagnostic doit permettre de s'assurer, par des audits précis et fiables des consommations effectives, des capacités de flexibilité et de son utilité. En effet, tous les bâtiments ou équipements n'ont pas à être flexibles, et, avant d'investir, il est donc nécessaire d'identifier et de connaître les caractéristiques techniques des gisements d'efficacité énergétique et de flexibilité.

Le diagnostic doit prendre en compte les équipements déjà existants, en réalisant un état des lieux énergétique des installations (grâce aux factures déjà disponibles, ainsi qu'aux compteurs déjà en place par exemple). Il est d'ailleurs important d'opérer au préalable de premiers réglages, qui peuvent permettre d'ores et déjà de réaliser des économies substantielles : adapter la consommation aux usages, en régulant le chauffage par bâtiment ou en évitant par exemple l'éclairage complet des open-spaces, rénover les GTB déjà installées, mais non efficientes, etc.

De nombreuses installations ne sont pilotables en outre qu'en mode manuel parce que les équipements ne sont pas motorisés : des premiers travaux de motorisation peuvent ainsi faciliter déjà largement le pilotage énergétique d'un bâtiment.

Le diagnostic doit aussi s'appuyer sur la connaissance du contexte local, afin de mettre en place l'outil de pilotage le plus adapté et en tenant compte de nombreux paramètres : les différents indicateurs d'usage et leur comptabilisation/extraction, les taux et plages d'occupation des locaux, les perspectives d'évolutions des bâtiments (travaux adaptatifs, optimisation et densification des espaces) et enfin les usages que le client peut/veut mesurer, piloter et analyser. L'implantation (mono-site ou multisites) conditionne tout particulièrement l'organisation du système de pilotage qui doit alors intégrer des enjeux de supervision et de gestion entre les différents bâtiments du parc.

À titre d'exemple, un suivi des parcours solaires et une analyse des ombres portées des bâtiments voisins ont été réalisés en amont du projet IntenCity, afin que le bâtiment s'insère parfaitement dans son environnement. Ce travail de détermination des usages, consommations et facteurs d'influence de la variation des consommations est indispensable pour définir les données et leur niveau de détail souhaités.

La réalisation d'un diagnostic de qualité est enfin nécessaire pour identifier avec précision les gisements potentiels de gains d'efficacité énergétique et de flexibilité : il alimente en effet un « *plan de comptage initial* », ou « *plan de mesurage* », outil essentiel d'exploitation et de pilotage, qui doit être réalisé par quelqu'un qui connaît bien le bâtiment et permettre de décrire dans le cahier des charges la performance attendue de façon la plus détaillée possible.

Le plan de comptage consiste en la définition d'un ensemble de mesures de consommation de plusieurs équipements du bâtiment, pour alimenter des indicateurs pertinents : ces indicateurs doivent permettre de savoir si les consommations sont justifiées et s'il y a des gains potentiels sur les installations énergétiques du bâtiment. Il s'agit ainsi de mesurer la réduction atteignable par mètre carré, de cibler les gisements potentiels dans le pilotage du bâtiment, ou encore de déterminer les meilleurs moyens de pilotage de ces gisements selon les configurations d'usages du bâtiment<sup>36</sup>.

<sup>35</sup> Suivant la norme EN 17267.

<sup>36</sup> L'optimisation de la recharge du parc de véhicules électriques ne repose par exemple pas sur les mêmes moyens que celle de la pompe à chaleur ou de la ventilation.



Pour mener à bien ces travaux, il est nécessaire de pouvoir apprécier la consommation énergétique et donc de disposer d'outils permettant de mesurer les besoins et les utilisations de chacun des usages du bâtiment. L'analyse des courbes de charges<sup>37</sup> doit ainsi permettre de dresser un état des lieux des équipements et d'identifier les équipements de gestion envisageables selon les différents segments (chauffage, ventilation, etc.) et pour chaque zone du bâtiment.

D'autres types d'outils sont mobilisables, comme des audits ou des outils pour se comparer à d'autres bâtiments similaires, ce qui suppose au préalable la mise en ligne de données variées (sur la consommation électrique, la consommation de chauffage, la répartition jours-nuits-semaines-week-end). Des études de cas pourraient être réalisées sur différents bâtiments de différentes surfaces et avec différents niveaux d'équipement, afin de constituer un catalogue de référence pour les maîtres d'ouvrage leur permettant d'identifier des bâtiments aux caractéristiques proches et les prescriptions types pour un contrat optimisé.

Pour faciliter son exploitation, la GTB doit être documentée systématiquement, par l'élaboration dès la phase de conception, des documents suivants :

- un plan de comptage pour comprendre les données énergétiques monitorées (chauffage, climatisation, etc.). Il apparaît essentiel de standardiser ce document clé pour que la GTB devienne un outil standard de référence pour suivre les consommations d'énergies de façon aisée ;
- une analyse fonctionnelle narrative expliquant le mode optimisé sur l'efficacité énergétique, les réglages par défaut et les modes dégradés ;
- la présentation de la formation à la GTB auprès de l'ensemble des parties prenantes : gestionnaire technique et technicien d'exploitation.

Enfin, la question se pose d'adapter la conception de la GTB en cas d'exploitation en mode diffus<sup>38</sup>. Ce sujet pourrait donner lieu à la constitution d'un groupe de travail pour élaborer un cahier des charges pour une GTB adaptée aux sites en mode d'exploitation diffus sur la chaîne de valeur complète : niveau terrain (capteur, actionneur), automates (régulateur), et de pilotage (superviseur et/ou hyperviseur).

#### **4.1.2 Le « commissionnement », un outil au service du décret tertiaire**

Pour que le déploiement d'un système de pilotage lors d'un projet de construction ou de rénovation énergétique atteigne le niveau des performances attendu, il est nécessaire de mettre en œuvre une « démarche qualité » s'étalant de la programmation à l'exploitation. Cette démarche est appelée « commissionnement », ou « commissioning ». L'ADEME la définit ainsi : « ensemble des tâches pour mener à terme une installation neuve afin qu'elle atteigne le niveau des performances contractuelles et créer les conditions pour les maintenir »<sup>39</sup>.

Le commissionnement permet de :

- coordonner l'ensemble des intervenants pour garantir la cohérence de leurs interventions et le respect des objectifs du maître d'ouvrage pour le projet ;
- définir les moyens de contrôle des actions menées à toutes les étapes : lors de la conception, en cours de réalisation, à la réception, en phase de préexploitation et pendant la phase d'exploitation, pour atteindre les performances exigées par le maître d'ouvrage ;
- faciliter le transfert d'information et l'actualisation de la documentation technique par les intervenants sur les différentes phases du projet, pour une exploitation optimale.

L'agent de commissionnement a pour rôle de diriger le processus de commissionnement. Il ne doit pas être vu comme l'expert universel, mais comme un chef d'orchestre qui assure que chacun joue la même partition. Son rôle est de favoriser la communication entre les différents membres du projet, afin d'identifier et de résoudre les

<sup>37</sup> Les gestionnaires des bâtiments sont en général surpris par le talon de puissance c'est-à-dire la puissance résiduelle de consommation d'énergie quand le site est inactif.

<sup>38</sup> Un bâtiment est « diffus » quand il se caractérise par une exploitation sans technicien posté sur le site. L'expérimentation Cube Flex suppose que la surface pivot diffus/non diffus est de 15 000 m<sup>2</sup>. C'est un premier repère qui peut être précisé selon l'activité du site, l'offre de services associée : dans le tertiaire privé, avec une prestation « premium » ce seuil est entre 5 000 et 10 000 m<sup>2</sup>, mais pour de l'enseignement secondaire (sans faire de généralité en MOA public), ce seuil est à plus de 20 000 m<sup>2</sup> (seuls les très gros lycées professionnels ont un agent sur site à temps plein).

<sup>39</sup> Mémento du commissionnement pour des équipements techniques aux qualités durables, 2008, COSTIC, ADEME, FFB. Lien : [https://www.costic.com/sites/default/files/upload/rapport/memento\\_commissionnement\\_costic\\_2008.pdf](https://www.costic.com/sites/default/files/upload/rapport/memento_commissionnement_costic_2008.pdf)



problèmes de manière collective et systématique. Chaque acteur du projet conserve ses responsabilités et doit être impliqué dans le commissionnement.

L'agent de commissionnement peut également intervenir lorsqu'un équipement ou un bâtiment n'a pas été mis en service lors de sa phase de conception ou de construction. Il s'agit alors de déterminer les domaines à améliorer et à reconnaître les problèmes sous-jacents avant même qu'ils ne causent des problèmes de fonctionnement. On parle alors de rétrocommissionnement.

Un bâtiment évolue et change d'exploitant ou d'occupant, les usages sont donc différents. Les réglages et les performances énergétiques initiaux ne répondent plus forcément aux besoins actuels de l'exploitant et des usagers. Le rétrocommissioning permet d'optimiser le fonctionnement des installations et des équipements, anticiper les dérives de consommations énergétiques et améliorer le confort des usagers.

#### **4.1.3 De bonnes pratiques à mettre en œuvre pour garantir l'exploitation et la maintenance des outils de pilotage tout au long de la durée de vie du bâtiment**

##### **4.1.3.1 Clarifier les rôles des différents acteurs**

Une bonne concertation entre propriétaire/promoteur du bâtiment, d'une part, et bailleur/preneur, d'autre part, constitue un levier pour renforcer le pilotage énergétique du bâtiment et garantir l'utilisation optimale des systèmes de pilotage énergétique.

En effet, la GTB appartient le plus souvent au propriétaire du bâtiment, ce qui invite à réfléchir à une gouvernance de l'information énergétique, au-delà des dispositions de partage prévues de l'information par l'annexe environnementale.

A contrario, certaines labellisations nécessitent des démarches à réaliser par le preneur, si bien qu'il peut arriver, dans ce cas précis et lorsque le bâtiment change de locataire, qu'il perde ses certifications. De même, pour mettre en place un plan EcoWatt orange ou rouge ou toute autre mesure organisationnelle, il faut l'accord du chef d'établissement et la confirmation des exploitants techniques sur leur capacité à faire : le propriétaire ne peut donc rien décider seul en la matière.

Si la réalisation de ces démarches par un prestataire extérieur et professionnel peut constituer une solution, une clarification des rôles, des droits et des responsabilités permettrait de lever de nombreux freins au pilotage énergétique.

Il est proposé la formation d'un groupe de travail avec les différentes parties prenantes des secteurs de l'immobilier et de la construction pour rédiger ces cahiers des charges d'exploitation maintenance sur la GTB selon les niveaux de prestations souhaités. En effet, une GTB ne peut fonctionner sans interventions et surveillance à distance et physique sur site. Il convient donc de travailler sur ce cahier des charges d'exploitation maintenance pour la maintenir en conditions opérationnelles.

##### **4.1.3.2 Contractualiser sur l'exploitation, la maintenance et sur le « re-commissionnement »**

Pour être financièrement intéressant, il faut aussi que le système de pilotage soit optimal et optimisé de bout en bout, de sa conception jusqu'à son exploitation, afin de garantir à l'usager un retour sur investissement rapide.

L'utilisation des outils de pilotage dans la durée est donc conditionnée à la qualité de leur déploiement, mais aussi et surtout à la qualité de la gestion de la maintenance et de l'interruption, tout au long de la vie du bâtiment.

La supervision, le pilotage, ne peuvent en effet fonctionner sans une « bonne hygiène » des instruments disposés sur le terrain. Si une vanne fuit, si une sonde ne donne pas la bonne température, ou si un régulateur est mal réglé, la boucle de régulation concernée par ces équipements ne pourra pas donner les résultats attendus.

Pour éviter la construction ou la rénovation de bâtiments non performants, ou l'installation de systèmes de pilotage inexploitables, il est donc nécessaire d'associer les exploitants dès la phase de conception, en intégrant plus systématiquement l'exploitation et la maintenance dans les marchés de conception. Ces derniers pourraient ainsi être complétés, par exemple, sous la forme d'un lot « Smart », qui apporterait les clarifications nécessaires et qui pourrait comprendre l'ensemble des équipements de réseau local informatique ou de réseaux virtuels nécessaires



pour les échanges de données provenant des équipements connectés du bâtiment (GTB, systèmes de sûretés et de couverture du risque cyber, informations provenant d'autres usages).

L'intégration des exploitants dans les choix de conception est aussi un moyen d'améliorer le ratio coûts/bénéfices dans la durée : pour réduire le budget, il est en effet parfois décidé à tort, en phase de conception, de renoncer à certaines fonctionnalités, mais au prix de surcoûts ensuite en phase d'exploitation. À titre d'exemple, des contraintes financières peuvent conduire à renoncer à des fenêtres IoT puis, par la suite au cours de la vie du bâtiment à organiser des rondes physiques pour vérifier l'absence de fenêtres ouvertes en période de chauffe, ce qui n'est source, *in fine*, ni d'économies budgétaires ni d'économies d'énergie.

La collaboration étroite et nécessaire entre le constructeur, l'exploitant et les éventuels bureaux d'étude spécialisés gagnerait donc à être systématiquement formalisée, par la contractualisation de la maintenance et de la mise à jour des systèmes de pilotage, selon une périodicité semestrielle, ou alors définie en corrélation avec l'usage du bâtiment.

Il s'agit ainsi de maintenir un projet qui a déjà été mis en service, de vérifier que les composants du projet ou les systèmes du bâtiment sont toujours en bon état de fonctionnement après une période de temps et une fréquence d'utilisation spécifiques. Cette démarche de « commissionnement en continu », ou « recommissionnement » doit être mise en œuvre tout au long de la vie du bâtiment pour tenir compte régulièrement des besoins de modernisation et anticiper ces dépenses dans le budget initial.

À titre d'exemple, un système de pilotage parfaitement réglé et exploité ne parviendra pas à faire un réduit de chauffage si les radiateurs ne sont pas purgés, désemboués, équilibrés hydrauliquement. La mission de recommissionnement permet alors d'identifier ces causes et de réaliser ces actions pour maintenir le niveau des performances contractuelles.

#### **4.1.3.3 Intégrer les enjeux de flexibilité dans la contractualisation**

Enfin, les contrats d'accès aux réseaux devraient tenir compte davantage de l'émergence de la nouvelle filière des « *facility managers* ». Des retours d'expérience montrent, en effet, que la valorisation de la flexibilité de consommation impacte à ce jour essentiellement les titulaires des contrats d'accès au réseau, dont les gestionnaires de réseaux exigent un engagement. Or ces titulaires des contrats d'accès au réseau peuvent être nombreux dans un bâtiment et peu concernés par les enjeux de consommation énergétique, si bien que le développement de la flexibilité dans le tertiaire s'en trouve ralenti.

Au contraire, les « *facility managers* » ont dans leurs contrats un engagement de résultat, de performance énergétique vis-à-vis des locataires ou propriétaires, et trouvent donc aussi un intérêt à la démarche de flexibilisation des consommations. Les gestionnaires de réseaux pourraient donc modifier leurs exigences afin de permettre à des tiers porteurs d'un contrat de management des usages énergétiques dans le bâtiment d'engager une valorisation de la flexibilité des consommations.

Enfin, pour que le système de pilotage puisse être utilisé tout au long de la vie du bâtiment, il est nécessaire qu'il soit simple, et puisse aussi être pris en main par des non-spécialistes.

#### Recommandation :

Pour accompagner le déploiement du décret BACS, mener un travail de fonds **pour identifier les conditions de généralisation des bonnes pratiques au sein de la filière :**

- réaliser un diagnostic détaillé permettant d'alimenter un « *plan de comptage* » de qualité, avant toute mise en place d'un système de pilotage ou EMS (*Energy Management System*) ;
- clarifier les rôles, les droits et les obligations respectifs des différents acteurs, réaliser une revue des clauses contractuelles entre propriétaires, locataires et *facility managers* ;
- réaliser systématiquement des commissionnements ou recommissionnements ou rétrocommissionnements des systèmes en adéquation avec les usages évolutifs des bâtiments ;
- intégrer les exploitants dès la phase de conception et contractualiser avec eux sur du « commissionnement en continu », permis par la simplification et la standardisation du système de pilotage.



## **4.2 L'importance d'un système de pilotage adaptable pour pouvoir être conservé sur le long terme**

### **4.2.1 Prévoir un système ouvert aux évolutions**

Pour que l'installation d'un système de pilotage soit réellement incitative, son retour sur investissement doit être non seulement rapide, mais aussi pérenne.

Or, les solutions numériques présentent souvent un cycle de vie très court par rapport au cycle de vie d'un bâtiment et de ses principaux systèmes (CVC, éclairage, chauffage, ascenseurs, accès, etc.) et un premier enjeu est donc d'éviter l'introduction, dans les BACS, de pièces susceptibles d'être trop rapidement obsolètes.

Faire vivre sans coupure un système central, qui s'enrichit techniquement et fonctionnellement en permanence, avec des activités de déploiement et de décommissionnement continues compte tenu de la durée de vie des contrats, est en effet un défi, à la fois d'ingénierie et d'exploitation-maintenance. Un enjeu essentiel dans le déploiement des systèmes de pilotage est donc celui de la standardisation et de l'automatisation d'un maximum de tâches (programmes applicatifs des automates, procédure de mise en œuvre d'un objet IoT, récupération des données d'une GTB). Les systèmes d'automatisation et de contrôles prévus par le décret BACS devraient pouvoir être utilisés par les opérateurs de flexibilité : il faudrait ainsi faire en sorte qu'ils puissent être utilisés par différentes personnes pour éviter que, comme aujourd'hui, les différents systèmes de gestion des utilisateurs successifs se superposent dans les bâtiments.

Cette standardisation est d'autant plus cruciale que les applications d'usage et les automates présents sur le terrain sont très nombreux et divers (grande variété de constructeurs, différentes générations d'équipements, etc.) et il est donc nécessaire d'en uniformiser un minimum la lecture.

Il est aussi nécessaire d'éviter des systèmes fermés et de s'assurer du caractère évolutif de l'équipement mis en place et de son interopérabilité avec les autres systèmes : l'interopérabilité et l'existence de protocoles de communication entre les équipements sont en effet cruciales pour garantir au client le maintien et l'évolution dans le temps de ses installations avec tout type d'acteurs et de solution.

Cette interopérabilité des solutions installées doit être organisée, en agissant sur de multiples leviers : favoriser des interfaces de conduite et d'exploitation standards, limiter les systèmes propriétaires et verrouillés, ou encore simplifier les solutions pour les rendre plus accessibles aux techniciens. Pour des enjeux de sécurité, il est parfois nécessaire d'intégrer les différents outils en IP (*Internet Protocol*), mais il est possible d'intégrer des équipements de fabricants différents en IP.

Or, ce besoin de faire intervenir les fabricants/distributeurs agréés engendre des coûts importants, souvent non prévus par les clients et nécessite un délai non négligeable qui impacte l'atteinte des objectifs de performance dans le temps.

De plus, les bâtiments sont souvent conçus sans que ne soient connus ou intégrés tous les usages finaux : la mise au point de la conduite des installations doit se faire dans le temps, pour répondre aux évolutions, et pas uniquement pendant la phase de construction et de réception. Toutes ces étapes de réajustement devraient être systématiquement prévues, et devraient être budgétées, au-delà de la réception.

### **4.2.2 Choisir des solutions qui ne feront pas obstacles aux améliorations techniques**

De plus, plusieurs retours d'expériences ont mis en évidence des solutions techniques intéressantes pour favoriser l'ancrage des mécanismes de flexibilité dans le quotidien des consommateurs. Ces solutions sont matures d'un point de vue technique. Elles sont commercialisables en France et à l'étranger et les pouvoirs publics ont un rôle d'impulsion pour favoriser leur déploiement.

Elles s'appuient le plus souvent sur des algorithmes, qui ont parfois recours à des techniques d'intelligence artificielle permettant, par exemple, d'estimer la consommation nécessaire pour chacun des locaux compte tenu des usages, ou encore d'identifier et d'agrégner précisément les capacités de flexibilité d'un bâtiment ou d'un parc de bâtiment. Ces outils peuvent ensuite être mobilisés :

- pour informer le client sur le potentiel d'économies réalisables ;



- pour faciliter la prise de décision du client d'activer ou non l'effacement : des plateformes existent ainsi, permettant de suivre sa consommation et les prix de marché, de recevoir des propositions d'activation, de décider de les accepter ou non et de contrôler la rémunération perçue ;
- pour automatiser l'activation des offres d'effacement ;
- ou encore, pour renforcer la collaboration entre les différents propriétaires d'un parc de bâtiments via la mise en place de solutions automatisées de pilotages délivrant des consignes aux installations de production et de consommation.

### **4.3 Les enjeux dans le parc de bâtiments publics**

Des exemples d'initiatives montrent qu'il est possible de créer une dynamique locale en faveur d'un meilleur pilotage énergétique. Ainsi, la Mairie de Toulouse et Toulouse Métropole ont mutualisé leurs services, en étendant progressivement les compétences attribuées au Service Gestion Technique et Énergétique tout en séparant son action technique des fonctions de gestion, et en créant une « *mission énergie* », assortie d'*« ambassadeurs énergie »* sur le terrain. Elle a, notamment, pour rôle de favoriser une prise de conscience générale pour intégrer des sujets de pilotage énergétique dans la plupart des opérations et engager des travaux de rénovations globaux et non plus ciblés sur les principaux gisements d'économie d'énergie.

Des progrès pourraient par ailleurs être réalisés s'agissant des outils mobilisés par les administrations pour piloter la consommation d'énergie des bâtiments publics. Ainsi, si les questions de pilotage énergétique sont prises en compte explicitement dans la politique immobilière de l'État, les outils mobilisés présentent encore d'importantes défaillances (saisies manuelles, incertitudes sur la correspondance entre les données de suivi recueillies et les sites suivis) et les modalités de financement, qui s'appuient sur des appels à projets, ne favorisent pas des actions dans la durée. Le financement des investissements repose, d'ailleurs pour une très large part, sur les crédits des ministères, alors que les acteurs publics peinent parfois à se mobiliser collectivement sur ces enjeux, faute également de compétences associées au sein de la sphère publique. Au final, donc, malgré les efforts et les progrès réalisés récemment, la mise en conformité au décret BACS ne constitue pas encore un objectif de court terme.

Encadré :

#### **La performance énergétique du patrimoine immobilier de l'État**

Afin d'améliorer la performance énergétique de son parc immobilier, l'État s'appuie notamment sur l'action de l'Agence de Gestion de l'Immobilier de l'État (AGILE), bras opérationnel de la Direction de l'Immobilier de l'État (DIE).

L'activité de l'agence couvre plusieurs métiers de l'immobilier : la mise en place d'un plan solaire photovoltaïque, la maîtrise d'ouvrage pour aider les services de l'État à valoriser leurs bâtiments et notamment aider les différents sites à répondre aux enjeux du décret tertiaire, l'exploitation-maintenance enfin des sites multi occupants. Cette dernière mission est déployée sur six sites et AGILE est en charge des prestations de GMAO (Gestion assistée par ordinateur de la maintenance). Enfin, l'agence pilote une Taskforce opérationnelle territorialisée, en cours de déploiement depuis mars 2023, pour une durée de 24 mois. Elle a pour mission, à travers un audit de sobriété et la construction de plans d'actions de court terme aux coûts quasi-nuls, d'améliorer la gestion opérationnelle des sites et bâtiments de l'État.

Les outils mobilisés dans le cadre de cette gestion sont au nombre de trois :

- l'outil OSFI (outil de suivi des fluides interministériel) tout d'abord, est une solution informatique pour collecter les données de consommation d'énergie (données de facturation, courbes de charge, top 10 des usages) et les corrélérer aux données bâti mentaires issues du système d'information de la DIE. Il s'appuie sur une plateforme élaborée par l'entreprise Deepki, dans le cadre d'un partenariat avec la DIE. L'outil OSFI couvre désormais 70 % de la dépense en énergie, avec un historique au moins jusqu'en 2019. Ce déploiement devrait encore s'accélérer avec le renouvellement du partenariat entre l'État et Deepki signé le 15 mai 2023 ;
- le référentiel technique (RT), outil de stockage des données bâti mentaires collectées auprès de tous les ministères, qui recense et met à jour régulièrement de très nombreuses données (1 200 champs de data sur les surfaces, les états techniques, les données d'exploitation, etc.) relatives au parc immobilier de l'État ;
- l'outil d'aide à la décision (OAD), outil de restitution et de pilotage, qui se présente comme une application permettant de combiner de multiples données relatives à chaque bâtiment afin d'établir un diagnostic sur l'état et leur potentiel.

En termes d'équipements enfin, des démarches sont en cours pour installer dans les bâtiments des outils de pilotage énergétiques (GTB) : sur les six sites qui font l'objet d'une exploitation-maintenance par AGILE, seul un site



n'a pas de GTB, la plupart des autres sites sont en cours de rénovation ce qui constitue une opportunité pour les équiper.

L'amélioration de la performance énergétique des bâtiments détenus par l'État se heurte cependant à plusieurs difficultés :

- si l'outil OSFI présente de vraies richesses, l'ensemble des sites ne sont pas encore habilités à son usage, ce qui signifie qu'en pratique le responsable opérationnel du bâtiment ne peut pas valoriser les informations disponibles pour agir sur les consommations d'énergie. Un gros travail de fiabilisation des points de livraison (afin qu'ils soient associés aux bons sites) est par ailleurs en cours ;
- les deux outils, RT et OAD, sont par ailleurs largement perfectibles, car la plupart des données sur lesquelles ils s'appuient sont saisies manuellement : il y a donc un réel enjeu à rendre ces outils inter-opérables afin qu'ils puissent capter les données à la source, et ce d'autant plus que les remontées des GTB et GMAO, une fois les équipements installés, devront être exploitées ;
- les modalités de financement gagneraient à être revues. Les financements de la DIE passent en général par des appels à projets, ce qui peut nuire à la stabilité des actions entreprises et empêcher les gestionnaires de se projeter dans une logique d'exploitation-maintenance. Par ailleurs, si des crédits de fonctionnement couvrent les frais liés à la Taskforce sobriété, les investissements sont financés à 80 % par les ministères (le solde est financé par la DIE) : il y a donc un enjeu de mobilisation des différents acteurs publics ;
- or, cette mobilisation n'est pas évidente. AGILE a une démarche proactive auprès de gestionnaires de bâtiments dans le cadre de la taskforce sobriété pour réaliser des diagnostics, voire accompagner des actions concrètes comme le paramétrage d'équipements techniques ou le recommissioning des GTB. Ces actions nécessitent un réel accompagnement terrain et l'apport d'expertise. La conduite du changement peut également être difficile : la baisse du chauffage à 19 °C a fait parfois l'objet de réticences.

Concernant la mise en conformité du parc immobilier avec le décret BACS, la stratégie est encore en cours de définition, mais ne constitue pas un objectif de court terme à ce stade. À ce jour, la finalisation du déploiement de l'outil OSFI et la définition du futur « socle de gestion » (pour l'architecture des données) sont les priorités de la DIE.

La DIE anticipe d'ores et déjà les facteurs clés de succès suivants pour un déploiement réussi du décret BACS :

- l'interopérabilité des solutions de GTB avec le « socle de gestion » et l'OSFI, afin que les GTB soient des sources de données exploitables dans ces systèmes ;
- par ailleurs, pour activer le potentiel de flexibilité offert par les GTB, il faudrait prendre en compte les objectifs d'effacement dès la conception des nouveaux bâtiments ou lors des projets de rénovation lourde ;
- enfin, il y a des questions de compétences, avec un vrai turnover des spécialistes, qui pourrait, au moins en partie, être comblé par le redéploiement des membres de la Taskforce sobriété sur des missions d'exploitation-maintenance de l'État.



## 5. La gestion et le partage de données de qualité : une condition indispensable pour l'efficacité énergétique et la flexibilité

### 5.1 La gestion des données

Pour fonctionner de façon optimale, les systèmes de pilotage énergétiques doivent pouvoir mobiliser des données de consommation fines, au plus proche des différents usages et selon un pas de temps suffisamment court : la quantité et la complexité des données récupérées est donc croissante.

De plus, la fiabilité et la précision des données de comptage sont indispensables pour certifier de la performance des effacements réalisés afin de les valoriser (dans le cas des effacements explicites).

Enfin, du fait de la diversité des systèmes, hétérogènes, parfois même inaccessibles, l'accès et la collecte des données des bâtiments sont particulièrement complexes.

Concernant les données de comptage ne relevant pas des gestionnaires de réseaux<sup>40</sup>, certaines chaînes de données acquises et historisées (dites « séries temporelles ») sont parfois perdues. Certaines informations peuvent également poser des problèmes de qualité (valeur aberrante d'un index, dérive lente d'une température, etc.) ce qui complexifie les diagnostics de performance énergétique et rend difficile la mise en place de mesures correctives (comment détecter, par exemple, qu'une sonde de température sous-mesure de 1°C par rapport à une période antérieure ?).

Par ailleurs, les processus de recettes sur les systèmes numériques sources de données sont insuffisants au moment de la livraison : les référentiels digitaux des systèmes mis en place ne correspondent pas à la réalité des référentiels dans l'espace physique et dérivent progressivement, au gré des différentes interventions de la part de multiples prestataires et installateurs.

Ces problèmes imposent, avant toute installation d'équipement de pilotage, de dresser une cartographie des données existantes et de reconfigurer les référentiels, ce qui allonge les coûts et les délais de mise en œuvre. Les règles de gestion de projet et les règles de qualité des systèmes d'information sont pourtant connues et formalisées par les professionnels du secteur ainsi que par les grands référentiels qualité (PMI, ITIL notamment), mais de réelles améliorations pourraient être réalisées, en renforçant le contrôle du respect de ces règles et en insistant sur l'autodiscipline pour un bon recettage des systèmes et une bonne gestion des données.

Toutes les parties prenantes devraient ainsi s'engager sur la fiabilité des données et le niveau d'information qu'elles apportent.

L'introduction de méthodes de gestion de projet et de gestion des systèmes d'information aux systèmes numériques telles qu'elles se pratiquent par les professionnels du secteur des entreprises de service du numérique (ESN), pourrait aussi constituer une solution.

La métropole de Toulouse, par exemple, a dû prévoir un système pertinent tenant compte du fait que la procédure des marchés publics lui impose de changer régulièrement de fournisseur : elle monte ainsi une plateforme assise sur les données des gestionnaires réseaux, ce qui lui garantit davantage de stabilité dans les informations captées.

En synthèse, il apparaît important d'inciter tous les acteurs du secteur à s'engager sur une meilleure fiabilité des données d'exploitation et d'usage collectées à partir des systèmes de pilotage, et des recettages plus robustes des systèmes d'information.

<sup>40</sup> Pour la mesure et la validation des quantités d'énergie déplacées ou effacées, les données de comptage des gestionnaires de réseaux sont la référence, le besoin de flexibilité pour le système électrique comme pour les réseaux étant mobilisé au niveau du point de livraison à l'interface entre le bâtiment et le réseau public de distribution. Dans le cadre des mécanismes de marché (effacements explicites), la courbe de charge collectée sur les compteurs communicants déployés sur la quasi-totalité du parc de bâtiments tertiaires offre une précision suffisamment fine (5 minutes pour les utilisateurs raccordés en BT > 36 kVA et en HTA et 15 minutes pour les utilisateurs raccordés en BT ≤ 36 kVA) pour mesurer et certifier les effacements de consommation.



## 5.2 La transmission et l'utilisation des données

### 5.2.1 Un potentiel d'utilisation immense, à exploiter encore davantage

La potentialité des données remontées par les dispositifs de pilotage est immense. Dans le bâtiment IntenCity, de nombreux capteurs sont capables de fournir des données très fines, selon un pas de temps très fin, adressées à la GTB et elle-même associée à des outils de gestion énergétique performants.

Ces outils permettent d'améliorer le confort des espaces (en termes de chauffage, éclairage, ventilation, etc.), de mesurer *ex post* la qualité des travaux de rénovation énergétique menés, d'identifier les zones les plus difficiles à gérer et de mettre en place des mesures correctives adaptées.

L'utilisation de l'intelligence artificielle ouvre aussi des perspectives encore plus larges. Alors qu'une GTB classique nécessite un « paramétrage de scénarios », il devrait être possible à moyen terme, en mobilisant des méthodes d'auto-apprentissage et de jumeau numérique, de progresser dans de nombreux domaines : repérer de façon automatique des dérives de fonctionnement et anticiper les consommations des différents locaux du bâtiment, mettre en place des actions de pilotage tenant compte de prédictions extérieures (météo, occupation, etc.) et mettre à disposition du citoyen les données de consommation et les résultats, conséquences du pilotage et des comportements.

Des initiatives en ce sens existent déjà. La métropole de Toulouse a, par exemple, développé une plateforme de données qui couvre un champ plus large que le bâtiment (en englobant les données de climat, de services aux citoyens, etc.) : ces avancées se sont appuyées sur la montée en puissance de compétences internes, mais aussi sur le recours à des prestataires externes pour disposer des meilleures solutions (détection des pannes, des opportunités d'optimisation d'économies d'énergie, etc.).

### 5.2.2 Un partage encore insuffisant des données qui limite le champ des possibles

Cependant, ces initiatives et l'utilisation pleine et entière des informations issues des systèmes de pilotage énergétique se heurtent parfois à un partage insuffisant des données, qui résulte de différents facteurs.

Du point de vue technique tout d'abord, si les systèmes du bâtiment progressent en ce sens, aucun standard n'a été défini, si bien qu'il y a aujourd'hui peu d'ouverture à des systèmes distants et virtualisés. Les connexions réseau sont absentes ou intermittentes, ce qui a pour conséquence la multiplication des coûts d'accès à différents systèmes, avec des failles de sécurité possible et des ruptures de liaisons qui font obstacle à la gestion de masse des données.

À ces problèmes techniques, s'ajoutent des questions juridiques : il manque aujourd'hui un cadre d'échange et de règles que chaque acteur devrait s'engager à respecter pour permettre aux données produites par les bâtiments et à ses systèmes d'être partagées.

Les travaux européens sur le numérique s'intéressent à la question du droit de l'utilisation des données : ils visent notamment à préserver la sécurité et la sécurisation des données sensibles, à garantir l'immunité aux législations non européennes et extra-territoriales<sup>41</sup>, à maîtriser la dépendance aux technologies étrangères et enfin à contenir l'impact environnemental, de l'infrastructure aux usages. À cet effet, deux textes constitueront les principales briques de la régulation : le *Data Governance Act* obligera tous les fournisseurs de données numériques à être certifiés, et le *Data Act* traitera des questions de propriété de la donnée et plus particulièrement des échanges de données autour de l'IOT (objets connectés). L'Union européenne finance et promeut, par ailleurs, des projets de *dataspace*, qui permettent de partager en toute confiance l'accès aux données innovantes, sans changer la propriété de ces données et garantissant la nécessité d'un consentement explicite de celui dont les données proviennent.

La question de la propriété de la donnée reste cependant complexe : à titre d'exemple, la GTB appartient le plus souvent au propriétaire du bâtiment, et il n'est donc pas évident de déterminer qui possède les données générées par cette GTB et qui est en droit de les utiliser. À ce jour, les textes estiment en effet qu'il y a deux propriétaires de la donnée : l'émetteur de la donnée, mais aussi celui qui est à l'origine de cette donnée. S'agissant des données générées par l'IOT, cela correspond, d'une part, à celui qui possède l'objet connecté et, d'autre part, à l'opérateur du système IOT.

Le recueil du consentement auprès du consommateur peut aussi être un frein au partage des données. Ce recueil est en effet un pré-requis pour la transmission des données aux fournisseurs d'énergie ou à tout tiers qui en

<sup>41</sup> Éviter que des données européennes ne soient manipulées sous d'autres législations.



exprimerait la demande (cf. article R. 211-27 du code de l'énergie). Les modalités de recueil sont particulièrement complexes s'agissant des données de consommation de gaz naturel, avec l'envoi d'un courrier au client pour qu'il confirme son accord.

Enfin, pour être partagées, les données doivent être conservées : or à ce jour, si les données des compteurs « Marché d'Affaires » sont enregistrées sans limitation de durée dans les systèmes d'information d'Enedis, pour les données issues de compteurs de type *Linky* (utilisateur raccordé en basse tension < 36 kVA), la durée de conservation est variable selon la nature des données et les finalités de traitement. Les clients ne disposent pas d'un relevé et d'un stockage de leurs courbes de charge par défaut, s'ils n'ont pas réalisé une démarche volontaire (principe de l'*« opt-in »*).

Une réflexion pourrait donc être engagée afin d'harmoniser les pratiques entre petits et gros consommateurs et d'aborder les « *conditions dans lesquelles les consommateurs seront en mesure de partager leurs données, de comprendre les informations énergétiques qui leur sont délivrées et, enfin, d'adapter leurs modes de vie, avec un impact massif sur leurs consommations énergétiques* »<sup>42</sup>. Ces travaux pourraient s'appuyer éventuellement sur la construction d'agrégats de courbe de charge, dont les contours sont à définir et qui permettraient d'offrir une photographie des principales caractéristiques de consommation.

Encadré :

**Les modalités de collecte et de conservation des données de comptage des gestionnaires de réseaux de distribution d'électricité**

L'accès aux données de consommation par les gestionnaires de réseaux publics de distribution d'électricité est encadré et limité à l'accomplissement des missions qui lui sont conférées (cf. article D. 322-16 du code de l'énergie)<sup>43</sup>, notamment pour contribuer au suivi des périmètres d'effacement des sites raccordés sur ses réseaux.

S'agissant de la collecte de ces données, au périmètre d'Enedis, la collecte de la courbe de charge (au pas 5 min) est systématique depuis fin 2022 pour la quasi-totalité des clients raccordés en basse tension > 36 kVA ou en HTA, couvrant ainsi une large majorité des sites tertiaires de plus de 1 000 m<sup>2</sup>.

La transmission des données collectées nécessite cependant de recueillir le consentement des clients, quel que soit le demandeur des données, fournisseur d'énergie ou à tout autre tiers qui en exprimerait la demande (cf. article R. 211-27 du code de l'énergie). En tant qu'opérateur de confiance de la donnée, Enedis est, en effet, garant de la protection des données, en particulier vis-à-vis des données personnelles ou commercialement sensibles. Elles peuvent être mises à disposition du client ou d'un tiers désigné par le client (fournisseur d'énergie, agrégateur, prestataire de service, etc.) seulement sous réserve d'un accord exprès du client et dans le cadre des services de transmission récurrente de la courbe de charge (fréquence quotidienne, hebdomadaire ou mensuelle) inscrits au catalogue des prestations Enedis (prestation non-facturée)<sup>44</sup>.

Enfin, s'agissant de la conservation des données par Enedis :

- les données issues des compteurs « Marché d'Affaire » (BT > 36 kVA et HTA) sont enregistrées dans les SI d'Enedis sans limitation de durée ;
- pour les données issues de compteurs de type *Linky* (BT ≤ 36 kVA), la durée de conservation est en revanche variable selon la nature des données (index quotidiens, courbes de charge) et les finalités de traitement des données. Ainsi, les index de consommation quotidiens sont conservés 36 mois contre 24 mois pour les courbes de charge horaires à destination des clients, des fournisseurs ou tiers autorisés par les clients<sup>45</sup>.

Enfin, les politiques de cybersécurité, qui font l'objet d'un déploiement parallèle, constituent des évolutions « *contraintes* » dont le secteur du bâtiment doit prendre conscience et qu'il convient d'intégrer dans les installations de systèmes de pilotages énergétiques. Alors que les exigences en matière de sécurité étaient auparavant limitées aux Opérateurs d'importance vitale (OIV) et de Services essentiels (OSE) désignés, la directive européenne NIS2<sup>46</sup>

<sup>42</sup> Préambule du rapport du groupe de travail numéro 3 de la saison 4 du Comité de Prospective de la CRE : « *La confiance des consommateurs dans les nouveaux services énergétiques* ».

<sup>43</sup> L'article D. 322-16 du code de l'énergie stipule que : « *Les gestionnaires des réseaux de distribution ne peuvent collecter la courbe de charge de manière systématique et généralisée. Cette collecte est limitée à l'objet de la mission considérée et proportionnée à sa finalité* ».

<sup>44</sup> Catalogue des prestations Enedis & Les entreprises, les professionnels, version en vigueur du 1<sup>er</sup> août 2022.

<sup>45</sup> Source : <https://www.enedis.fr/donnees-personnelles>.

<sup>46</sup> Révision en janvier 2023 de la directive de 2016 sur les réseaux et les systèmes d'information (NIS) : conçue pour répondre à plusieurs cyberattaques, la directive NIS2 renforce les exigences de sécurité, rationalise les obligations de signalement et introduit des mesures de surveillance et des exigences de mise en œuvre plus strictes.



et le projet de règlement Cyber Résilience<sup>47</sup>, ainsi que le projet de code réseau sur la cybersécurité<sup>48</sup>, vont en effet faire passer une large partie des entreprises dans un périmètre régulé : en particulier, tous les opérateurs de flexibilité et les fabricants de matériels impliqués, de la GTB, en passant par les agrégateurs et les opérateurs de production EnR ou de réseaux IRVE devront respecter des règles plus strictes, sous peine de pénalités en cas de non-respect.

Il est donc essentiel de sensibiliser tous ces acteurs aux nouveaux enjeux et de leur fournir des outils leur permettant de respecter les nouvelles obligations imposées par les textes. Le guide GIMELEC de sensibilisation à la cybersécurité OT dans les hôpitaux<sup>49</sup> et le livre blanc de la SBA « *La cyber sécurisation des bâtiments tertiaires* »<sup>50</sup> décrivent, par exemple, les sources de risques cyber, les référentiels existants et les solutions de cybersécurité potentielles pour sécuriser les bâtiments. Des changements de pratiques pourraient, en outre, être imposés, avec une obligation de traitement intégré du risque cyber dans les projets. Des partages de bonnes pratiques permettraient de diffuser rapidement les solutions existantes. Des solutions, mobilisant par exemple des systèmes SD-Wan<sup>51</sup> pour configurer, ségrégner ou encore éviter des problèmes d'interférences entre des actions centrales par des actions locales, sont par exemple en cours de déploiement avec des opérateurs télécoms. Le niveau d'exigence retenu est classiquement le niveau SD1 des audits cyber.

Par ailleurs, les acteurs doivent prendre conscience que le risque cybersécurité n'est qu'une petite partie, certes visible, d'un système d'information et mis en avant à juste titre. Il ne faut cependant pas négliger l'ensemble des dispositions à prendre lorsqu'un bâtiment est équipé d'objets connectés et de BACS : c'est bien l'ensemble des recommandations vis-à-vis d'un système d'information qu'il faut prendre en compte pour des projets réussis, des données fiables et sécurisées. Ces recommandations sont synthétisées dans le document de la SBA « *Les 10 recommandations Smart & Green* »<sup>52</sup>. Par exemple, mettre en place un schéma directeur notamment pour prendre en compte le risque cybersécurité et l'infrastructure numérique est indispensable.

### 5.2.3 Le partage de données entre le réseau et le bâtiment

Pour activer les gisements de flexibilité que représentent les usages décalables, modulables et effaçables du bâtiment, cinq étapes sont nécessaires concernant les données :

- définir les données nécessaires au pilotage des usages, et au contrôle du réalisé – le cas échéant – à la maille du bâtiment, et leur pas de temps ;
- définir les durées de conservation nécessaires pour chaque type de donnée ;
- mettre en œuvre une solution d'optimisation et de pilotage, prenant en compte les préférences et contraintes de l'utilisateur du bâtiment (par exemple, préférences de charge de la flotte de véhicules, tunnel de températures acceptées, etc.) et pouvant recevoir des signaux extérieurs en vue d'agir sur les usages du bâtiment et d'activer ainsi un potentiel de flexibilité. Plusieurs solutions techniques existent et présentent des caractéristiques propres ;
- disposer de modes de communication et de protocoles interopérables permettant de connecter les équipements du bâtiment avec la solution de pilotage, d'envoyer les données relatives à l'état du bâtiment et de recevoir des ordres ;
- enfin, pour permettre le contrôle du réalisé et la facturation, il faut des solutions adaptées basées sur les données de comptage des gestionnaires de réseau : index et consommations voire courbe de charge dans certains cas.

L'hiver 2022-2023 a été l'occasion de développer l'envoi d'informations du système électrique vers les bâtiments, via des API comme EcoWatt, qu'il est possible d'interfacer automatiquement avec les GTB. Dans certains bâtiments récents équipés, les équipes en charge du pilotage énergétique ont par exemple établi des scénarios adaptés et optimisés pour chaque alerte EcoWatt : des calendriers sont mis en place et il suffit de cocher une date pour mettre en application automatiquement un scénario. Certains systèmes de pilotage permettent également d'optimiser les

<sup>47</sup> Proposition de règlement datant de septembre 2022 qui élargit le champ du cadre juridique de l'Union européenne en matière de cybersécurité et fournit un cadre de cybersécurité cohérent pour veiller à la sécurité des produits proposés par les fournisseurs et en faciliter la conformité.

<sup>48</sup> Projet de code de réseau révisé datant de juillet 2022 qui vise à contribuer davantage au maintien de la sécurité et de la résilience du système électrique à travers l'Europe.

<sup>49</sup> Lien : <https://gimelec.fr/wp-content/uploads/2022/11/GIMELEC-Club-Cyber-OT-Presentation-Hopitaux-112022.pdf>

<sup>50</sup> Lien : <https://marketing.smartbuildingsalliance.org/cybersecurisation-batiments-tertiaires>

<sup>51</sup> Il s'agit d'une nouvelle façon de concevoir la gestion des réseaux de l'entreprise dans une optique d'optimisation permanente, en s'appuyant sur un environnement logiciel permettant d'attribuer la bande passante en fonction des besoins du nombre et du type d'utilisateurs.

<sup>52</sup> Lien : <https://www.smartbuildingsalliance.org/10-recommandations-smart-green>



consommations d'énergie et les appels de puissance à partir des informations météo et données tarifaires, également obtenues par API.

Par ailleurs, les informations de la Télé-information Client (TIC) sont à ce jour sous-exploitées et gagneraient à être davantage mobilisées, en facilitant l'accès aux signaux de la TIC pour les utilisateurs de sites tertiaires. Ainsi, l'accès à la TIC est possible sur l'ensemble de la gamme de compteurs Enedis installés dans les bâtiments tertiaires<sup>53</sup>.

Les spécifications techniques de la TIC sont publiques et permettent à tout équipementier de développer des produits compatibles avec les signaux de la TIC. Plusieurs produits, dont des bornes de recharge pour véhicule électrique, sont d'ores et déjà disponibles sur le marché. À cet effet, une réflexion pourrait être menée pour inciter à un asservissement des installations de bornes de recharge au compteur du gestionnaire de réseaux. Pour activer tout le potentiel de la TIC, il faudrait également soutenir le développement et la mise sur le marché français d'équipements électriques, en particulier les infrastructures de recharge VE, compatibles TIC.

Enfin, pour que le pilotage du bâtiment et de ses annexes (parking et parc de véhicules électriques par exemple) se déroule dans de bonnes conditions, le système de pilotage a besoin de données de consommation, et si possible sur des pas de temps courts. Il pourrait donc être envisagé de veiller à la comptabilité des systèmes de pilotage avec les solutions de comptage du gestionnaire de réseaux, avec par exemple la mise en place d'un label sur le modèle de « *Linky Ready* ».

En tout état de cause, l'ensemble des chaînes d'activation possibles devraient être examinées de façon pragmatique, à partir de cas d'usage concrets. La complexité des analyses à mener appelle à la mise en place d'un groupe de travail d'experts, susceptible de faire apparaître les solutions comme les besoins.

Recommandation :

**Identifier les chaines de données d'activation des gisements de flexibilité** que représentent les usages décalables, modulables et effaçables des bâtiments tertiaires par la mise en place d'un groupe de travail d'experts. Ce groupe de travail œuvrera à partir de cas d'usage concrets et d'identifier l'ensemble des solutions techniques disponibles.

#### **5.2.4 Mise en place d'un cadre d'architecture numérique pour le partage des données issues du pilotage de l'énergie dans les bâtiments**

Afin de permettre l'émergence de services de modulation de la charge dans les bâtiments tertiaires et, plus largement, d'accélérer l'innovation servicielle et logicielle dans le secteur, il serait intéressant de définir un cadre d'architecture numérique, sécurisé et ouvert, gouverné en fonction des besoins et droits des parties prenantes : le réseau actif des données devrait être inclus dans la réglementation.

Recommandation :

Proposer la création **d'un cadre numérique** de confiance dédié à la filière Énergie, au service des acteurs du bâtiment et des réseaux énergétiques. Ce cadre d'interopérabilité des données de l'énergie, qui devra s'appuyer sur les référentiels européens, permettra la création de services innovants, à commencer par la flexibilité, en exploitant des données nouvelles et multiples en garantissant les notions de propriété de la donnée, de la maîtrise de l'identité, du consentement à utiliser la donnée.

Encadré :

##### **Exemple de projet pour la création d'un espace numérique sécurisé de partage des données**

L'initiative SmartFlex a pour ambition de créer un Espace Numérique de services énergétiques, au service de la filière énergie, décliné dans un premier temps sur l'enjeu de la flexibilité énergétique sur le segment du « *tertiaire* », s'appuyant sur un socle de confiance ouvert, architecturé autour d'un référentiel « *officiel* » (référentiel Européen Gaia-X), qui garantit une gouvernance structurée des données et une capacité d'interopérabilité des services cyber-sécurisés.

Concrètement le gestionnaire du bâtiment peut rentrer des données et pré-programmer des scénarios de consommation sur cette plateforme, qui, en cas d'alerte EcoWatt, mesure en amont le potentiel de flexibilité du

<sup>53</sup> L'accès à la TIC est possible sur l'ensemble de la gamme de compteurs d'Enedis installés dans les bâtiments tertiaires (*Linky* et PME-PMI).



bâtiment et transmet l'information à RTE. RTE diffuse alors l'information aux différents acteurs de marché qui prennent position. Le jour de l'alerte, la plateforme devient un processus d'activation de la flexibilité et enregistre les flexibilités réellement activées : ces informations peuvent être ensuite réutilisées par EcoWatt pour améliorer ses capacités de prédition.

Le projet a été lancé en 2022, développe en 2023 ses premiers cas d'usage concrets ainsi que sa recherche de support et de financements publics. Des cas d'usage destinés aux acteurs de la sphère concurrentielle font également partie des ambitions de ce programme.



## 6. Leviers pour massifier les solutions de pilotage du bâtiment

### 6.1 Soutenir financièrement les systèmes de pilotage

Le verrou le plus important à la massification du déploiement du pilotage énergétique est économique, compte tenu du coût d'installation, d'opération et de maintenance des équipements.

Si les aides existantes, en particulier les CEE sur GTB constituent un premier levier incitatif, elles gagneraient à être renforcées sur certains points précis. Ainsi, la question de la pérennité de la bonification actuelle de la fiche CEE BA-TH-116<sup>54</sup> se pose, compte tenu des volumes encore faibles de GTB installées à la suite du décret BACS. Le groupe de travail recommande de maintenir ce coup de pouce pour créer une dynamique et accroître la notoriété des systèmes de pilotage.

Il est aussi regrettable que les CEE n'aient vocation à ne financer que de l'équipement et pas des services de pilotage énergétiques des bâtiments en propre. Ainsi, malgré un coût souvent inférieur à 1 % de l'enveloppe totale, sans subventions, les maîtres d'ouvrage sont tentés de se passer d'agents de commissionnement. Par ailleurs, lorsqu'un agent de commissionnement est sollicité, il arrive que ses préconisations ne soient pas mises en œuvre, par souci économique.

Il pourrait être ainsi envisagé de mettre en place une fiche CEE spécifique au commissionnement ou au recommissionnement, sur le modèle des CEE dédiés aux plans de mobilité, et permettant de financer des études ou diagnostics.

En parallèle, la prise en compte systématique de cette phase de commissionnement dans les contrats de performance énergétique (CPE)<sup>55</sup> constitue un second levier. Le dispositif *Intracting*<sup>56</sup> proposé par la Banque des Territoires, de même que les subventions accordées par le Fonds Vert<sup>57</sup> peuvent d'ailleurs être aussi mobilisés pour financer ces dépenses dans le tertiaire public.

Ces aides doivent permettre la transition de la filière, le décret BACS imposant une montée en compétences et en capacité importante à toutes les étapes de la chaîne de valeur. À moyen terme, le déploiement de tarifs incitatifs à la flexibilité structurelle devrait permettre d'améliorer le temps de retour sur investissement des systèmes de pilotage, mais à court terme un besoin fort d'accompagnement de la filière et de rentabilité des investissements subsiste.

#### Recommandation :

##### **Renforcer les aides financières** sur des points précis :

- pérenniser la bonification des Certificats d'Économies d'Énergie (CEE) soutenant l'installation des systèmes de Gestion Technique des Bâtiments (GTB) instaurée sur l'année 2023 en réponse à l'urgence énergétique ;
- prévoir des aides pour inciter au commissionnement ou recommissionnement ou rétrocommissionnement réguliers des systèmes de pilotage soient en adéquation avec les usages évolutifs des bâtiments ;
- prévoir des aides pour rendre les BACS « *flex ready* » (audit et mise à niveau pour la flexibilité).

<sup>54</sup> Fiche mise en place par l'Ademe indiquant les performances à atteindre pour pouvoir financer une opération d'efficacité énergétique dans le cadre des Certificats d'économie d'énergie (CEE). En l'occurrence, la fiche d'opération standardisée BAT-TH-116 indique les modalités d'installation d'un système de gestion technique du bâtiment pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire. Dans le cadre des CEE, elle est réservée aux entreprises du tertiaire.

<sup>55</sup> Contrat entre le maître d'ouvrage et un opérateur qui garantit, sur une durée fixée, un certain niveau de performance énergétique au regard des investissements réalisés (travaux, fournitures et/ou services) : l'investissement peut être porté par le maître d'ouvrage ou par un tiers investisseur.

<sup>56</sup> Il s'agit d'un dispositif financier qui s'adresse aux collectivités territoriales, aux établissements d'enseignement supérieur, aux établissements de santé et aux syndicats d'énergie, et qui consiste à réaliser des travaux de performance énergétique générant des économies d'énergie avec un temps de retour de l'ordre de 13 ans : ces économies sont affectées au remboursement des avances consenties par la Banque des Territoires.

<sup>57</sup> Le « *Fonds vert* » a été mis en place en août 2022 et doté de 2 milliards d'euros de crédits déconcentrés aux préfets pour financer des projets présentés par les collectivités territoriales et leurs partenaires publics ou privés dans le domaine environnemental.



## **6.2 Lever les freins juridiques et favoriser une réglementation incitative**

### **6.2.1 Les freins aux actions opérationnelles d'optimisation des consommations par le pilotage**

Malgré les révisions régulières des principaux textes sur lesquels reposent les règles relatives au pilotage énergétique des bâtiments, plusieurs points n'ont pas mis à jour et sont donc éloignés des réalités du terrain.

Certaines normes de sécurité peuvent apparaître comme caduques : c'est le cas, par exemple, de l'interdiction d'ouvrir les fenêtres en été dans certains types de bâtiments.

Par ailleurs, certains clients sont frileux à l'idée de couper des installations, car leur responsabilité juridique est engagée en cas d'interruption de certains équipements : ainsi, lors d'un accident suite à l'extinction des éclairages ou à l'arrêt d'escaliers mécaniques, par exemple, l'entreprise ou la collectivité est responsable, car elle n'a pas offert les conditions de sécurité adéquates.

Enfin, l'évolution des modes de travail pourrait conduire à envisager une modification des normes de confort, qui ne sont aujourd'hui pas adaptées à la modulation des usages. À titre d'exemple, la ventilation à débit fixe, de même que le traitement de l'eau en continu ne sont pas adaptés à une variation des usages et la réglementation pourrait être adaptée afin de permettre des asservissements à la qualité de l'air ou de l'eau.

### **6.2.2 Une réglementation thermique et environnementale des bâtiments parfois caduque ou incomplète**

Une clarification de l'organisation des pouvoirs publics, sur le sujet du déploiement des technologies de pilotage énergétique des bâtiments, semble tout essentielle pour garantir la bonne mise en œuvre des textes administratifs existants et à venir. La répartition des codes – celui de l'énergie pour la DGEC et celui du bâtiment pour la DHUP – peut rendre parfois délicat le traitement transversal du sujet du pilotage énergétique du bâtiment, qui se situe par nature à l'intersection de ces deux domaines administratifs.

En conséquence, la réglementation existante est incomplète sur de nombreux points. L'absence des BACS dans les réglementations environnementales et thermiques dans les bâtiments neufs et existants pose un vrai problème de visibilité pour ces systèmes. Compte tenu de l'importance, dans le monde du bâtiment des réglementations thermiques, véritables références, si un équipement n'y est pas mentionné, il y a peu de chances qu'il soit mentionné dans les autres réglementations.

Les solutions de pilotage les plus performantes sont également insuffisamment prises en compte dans les réglementations thermiques. Ainsi, le cadre du moteur de calcul de la RE2020 empêche par nature de simuler les propositions les plus performantes, de par leur pas de temps horaire trop « grossier » : le levier d'amélioration de la performance énergétique via la GTB n'est ainsi pas suffisamment modélisé et donc identifié comme un élément important et pertinent dans les phases de conception des bâtiments.

Les textes réglementaires n'évoquent d'ailleurs pas le sujet de la puissance et le cadre relatif à la gestion de la puissance reste entièrement à construire. Il pourrait être conçu en deux temps, en commençant par l'intégration progressive d'un calcul non contraignant de puissance dans les réglementations environnementales et thermiques du bâtiment, sur la base d'éléments pédagogiques. En parallèle, un travail de fond serait mené pour inclure à terme le sujet de la puissance dans les réglementations du neuf et de l'existant. Ces enjeux et ces pistes mériteraient d'être évoqués dans la perspective de la révision prochaine de la réglementation sur les bâtiments existants<sup>58</sup>.

#### Recommandation :

**Construire le cadre réglementaire de la gestion de la puissance dans les bâtiments tertiaires**, concernant la construction neuve et la rénovation, par exemple au travers d'un calcul non contraignant lors de la révision prochaine de la réglementation sur les bâtiments existants.

En outre, alors que la prise en compte d'un nouveau lot « pilotage » dans la rédaction des clauses techniques du bâtiment pourrait permettre de véritablement installer la GTB, rien n'impose à ce jour d'introduire au sein des cahiers des charges des projets de construction et rénovation des dispositions claires liées au pilotage. Ainsi, sans

<sup>58</sup> Un Groupement d'intérêt écologique (GIE) a été formé suite à la concertation menée par le Plan Bâtiment Durable en 2021 pour dessiner les premiers contours du label accompagnant la RE2020. Ce GIE est désormais chargé de poursuivre les travaux afin d'établir un cadre commun de référence, « Cap 2030 », au-delà de la RE2020.



modifier réglementairement le champ des bâtiments concernés par le décret BACS, une solution serait de systématiser un lot BACS dans le cahier des charges des constructions privées ou publiques pour tous les bâtiments assujettis<sup>59</sup>.

### 6.2.3 Le déploiement du décret BACS à accompagner

Le décret BACS va apporter une accélération claire du déploiement de systèmes de pilotage de l'énergie dans les bâtiments tertiaires. Il convient de s'en féliciter, et la priorité doit être d'accompagner son déploiement. En effet, le décret BACS souffre encore d'un manque de visibilité. Des actions de communication et d'accompagnement de la filière sont prioritaires dans un premier temps. Puis dans un deuxième temps, des actions pour vérifier que des systèmes ont été effectivement installés dans tous les bâtiments, voire sanctionner en cas de manquement, seront à envisager. Ces contrôles se situent en amont des inspections qui vont être développées suite à la refonte du décret BACS et qui consisteront à examiner la conformité des installations par rapport aux exigences fixées dans le décret.

Par ailleurs, un potentiel d'amélioration du décret persiste. Des dispositions pourraient être envisagées pour inciter, voire contraindre, la mise en place de plans de comptage lors des projets de BACS. La réglementation pourrait également être plus incitative pour favoriser les solutions plus innovantes, avant tout communiquant avec l'extérieur afin de pouvoir notamment traiter les signaux des fournisseurs et agrégateurs, ainsi que les alertes du responsable d'équilibre.

L'objectif de la réglementation doit être également de s'assurer que la mise en œuvre soit opérationnelle : or à ce jour, les textes existants ne stimulent pas l'offre de maintenance des BACS. Il est donc nécessaire de réfléchir à des mécanismes pour sensibiliser le secteur sur l'importance de la maintenance : à titre d'exemple, il pourrait être envisagé d'obliger les fournisseurs des équipements à joindre une offre de maintenance et d'exploitation à l'offre de fourniture d'équipement. Cette proposition n'est toutefois pas directement opérable compte tenu de la réalité actuelle du marché et un travail complémentaire mériterait donc d'être mené.

Recommandation :

**Accompagner le déploiement du décret BACS (*Building Automation & Control Systems*).** Dans un premier temps, des actions de communication et d'accompagnement de la filière sont prioritaires, ainsi qu'une sensibilisation sur l'importance de la maintenance des systèmes de pilotage.

Dans un second temps, la mise en place d'un suivi par l'intermédiaire d'un tableau de bord dédié permettra de vérifier que des systèmes de pilotage ont bien été installés et sont utilisés dans tous les bâtiments. Cela pourra être éventuellement complété par des dispositifs permettant de sanctionner les manquements.

### 6.2.4 Quantifier le potentiel de flexibilité de chaque grand bâtiment tertiaire

Plusieurs initiatives volontaires sont en émergence et en cours d'expérimentation pour qualifier et quantifier le potentiel de flexibilité des grands bâtiments tertiaires et faciliter l'agrégation des effacements : l'utilisation de ces indicateurs devrait être davantage systématisée.

Au niveau européen, le référentiel SRI (*Smart Readiness Indicator*), issu de la Directive européenne EPBD 2018 permet ainsi d'évaluer le taux de technologies intelligentes dans le bâtiment<sup>60</sup>.

Au niveau français, la SBA (*Smart Buildings Alliance*) développe des cadres de référence, dont certains sont ensuite transformés en label.

Le label R2S, créé en 2018, constitue par exemple un référentiel proposant des spécifications sur plusieurs thèmes centraux (connectivité, architecture réseau, équipements et interfaces, sécurité numérique, management responsable, services). Il a été complété par le label R2S-4Grids qui permet d'améliorer la performance énergétique du bâtiment à la fois sur la réduction des consommations, mais également sur les fonctionnalités de flexibilité (effacement, production locale et autoconsommation, injection sur le réseau, appel de puissance).

<sup>59</sup> En revanche, alors que le périmètre du décret BACS a exclu pendant longtemps les plus petits bâtiments, la version révisée du décret BACS de 2023 a abaissé le seuil de puissance à 70 kW, correspondant en moyenne à des bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup>. La généralisation de dispositifs BACS du type de ceux destinés aux bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup> à des bâtiments de plus petite taille serait coûteuse et pas forcément pertinente. Pour ces derniers et selon les cas, d'autres solutions sont disponibles (systèmes BACS plus légers, technologies des gestionnaires d'énergie HEMS, TIC du compteur des gestionnaires de réseaux, etc.).

<sup>60</sup> Article EdEn Mag n° 12-2020 : « Un nouveau critère de performance : l'indicateur SRI de potentiel d'intelligence ».



Enfin, l'indice GoFlex, créé par le GIMELEC en 2018 combine trois indicateurs (classe du système de pilotage, durée de préavis de la demande de flexibilité, puissance modulable exprimée en kW pour l'été et l'hiver). Il constitue un repère commun simple qui doit permettre de mesurer le potentiel de flexibilité d'un bâtiment et de transmettre l'information aux agrégateurs. L'outil a déjà été testé par différents pionniers publics et privés : un projet pilote a été lancé en 2022 et devrait être opérationnel pour l'hiver 2023. Il est enfin compatible avec les autres référentiels français et européens.

L'outil a notamment vocation à intégrer une plateforme en ligne facile d'utilisation. Cette plateforme permettrait aux utilisateurs de réaliser aisément leur évaluation GoFlex et de rentrer en contact avec des agrégateurs, des opérateurs et des fournisseurs d'énergie, ou encore avec d'autres acteurs qui souhaiteraient récupérer des informations sur la caractérisation du gisement et de son potentiel de flexibilité.

Certaines normes pourraient évoluer et intégrer ces méthodes d'évaluation des gisements de flexibilité : la norme NF EN 16247 gagnerait par exemple à s'inspirer de l'indicateur GoFlex.

#### Encadré :

#### L'indicateur GoFlex

L'indicateur GoFlex constitue un référentiel fiable, simple et lisible pour documenter le potentiel de flexibilité d'un bâtiment, tout en étant suffisamment robuste pour permettre à des fournisseurs de service de faire des propositions commerciales de services.

L'indicateur s'appuie sur trois informations :

- la classe du système de pilotage ;
- la puissance modulable en réel qui peut être calculée en fonction du type de flexibilité demandée ;
- la puissance souscrite du bâtiment ce qui permet d'en déduire l'effort consenti à la flexibilité en pourcentage.

L'outil s'intéresse aux services (systèmes de pilotage), mais aussi aux usages (CVC pour la grande majorité des bâtiments et, de façon plus ponctuelle, l'éclairage) et est compatible voire complémentaire à d'autres référentiels français et européens. Il est ainsi articulé avec les indicateurs R2S développés par la SBA, et quantitatif, il peut abonder les indicateurs plus qualitatifs SRI sur les 30 % dédiés à la flexibilité au sein de ces indicateurs.

Lorsque l'utilisateur donne son accord, la mesure du potentiel de flexibilité par GoFlex est mise en ligne sur une liste accessible aux agrégateurs qui peuvent le contacter pour lui proposer des dispositifs d'effacement.

À mi 2023, une vingtaine de collectivités soit 650 bâtiments ont fait l'objet d'une mesure de leur potentiel de flexibilité via GoFlex, grâce à des financements publics (programme Eff'ACTEE).



Source : GIMELEC.

Recommandation :

Pour favoriser les interactions entre acteurs sur la flexibilité tertiaire, **accompagner le lancement de la plateforme GoFlex fin 2023 et faire reconnaître par les pouvoirs publics l'indicateur GoFlex comme la règle applicable pour tous les bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup>, tout en assurant sa bonne évolution dans le temps. Intégrer GoFlex aux attestations produites annuellement dans le cadre du décret tertiaire (plateforme OPERAT), ou encore dans la Réglementation Environnementale de 2020 (RE2020).**

## 6.2.5 Anticiper dès aujourd'hui les usages des bâtiments de demain

### 6.2.5.1 Faire des bâtiments un des acteurs du système énergétique local

Des réflexions devraient tout d'abord être engagées pour adapter davantage la pilotabilité des sites à l'effacement. En effet, les possibilités de pilotage sont souvent du type « tout ou rien », alors qu'il est possible de programmer sur les grands sites des « effacements tournants »<sup>61</sup>.

De plus, compte tenu de la montée en puissance des énergies renouvelables variables, le stockage dans les bâtiments devrait être encore davantage encouragé pour faciliter l'insertion des énergies renouvelables.

Les bâtiments construits récemment avec des objectifs ambitieux de performance énergétique montrent qu'il est possible de faire d'un bâtiment un acteur du système énergétique : ainsi, le bâtiment IntenCity autoconsomme, stocke, mais aussi revend le surplus d'électricité produit à la régie municipale Gaz Électricité de Grenoble, grâce à du solaire, de l'éolien, de la géothermie et des batteries de stockage stationnaires. Ce type d'expérience montre qu'il est utile, voire essentiel, dans le cadre de l'opération d'un bâtiment performant, de prévoir un contrat bidirectionnel (fourniture et achat d'énergie verte) avec le fournisseur local d'énergie.

Encadré :

### Compte-rendu de la visite du bâtiment IntenCity à Grenoble

Un facteur clé de succès de la transition énergétique des bâtiments réside dans la qualité de leur conception : la performance énergétique et environnementale dépend en effet des choix de matériaux et des équipements retenus pour la construction.

Ainsi, à titre d'exemple, les besoins énergétiques du bâtiment IntenCity à Grenoble s'élèvent seulement à 37 kWh/m<sup>2</sup>/an, tous usages confondus (hors charge des véhicules électriques) : ils sont bien inférieurs à la moyenne de 330 kWh/m<sup>2</sup>/ an relevée dans les bâtiments tertiaires en Europe.

Ce bâtiment a été construit à partir de matériaux très performants : sa structure en béton a été retenue pour la forte inertie thermique qu'elle procure, des vitrages très isolants équipés de protection solaire ont été posés dans les étages tandis que le rez-de-chaussée est doté de vitrages électro-sensibles, qui ont la propriété de pouvoir passer de transparent à translucide via une simple commande électrique et donc de s'adapter aux besoins de chauffage et de rafraîchissement.

Le bâtiment dispose de nombreux équipements permettant de maximiser son autonomie énergétique. De nombreux capteurs photovoltaïques et des éoliennes verticales ont été installés sur l'ensemble de la toiture, et IntenCity profite de son emplacement proche d'une nappe phréatique pour en exploiter l'énergie géothermique à l'aide de systèmes performants : à la différence des pompes à chaleur classique, le dispositif de thermo-frigo-pompe retenu permet en effet de produire simultanément du chaud et du froid et d'optimiser le rendement. Enfin, plusieurs centrales de traitement d'air sont à double flux, à récupération d'énergie et la qualité de l'air est pilotée par la mesure en continu du taux de CO<sub>2</sub> dans le bâtiment. Le bâtiment est également équipé d'une capacité de stockage de l'énergie.

<sup>61</sup> Effacement tournant sur un groupe de bâtiments : Afin de permettre à des bâtiments peu flexibles d'accéder à la flexibilité, il est possible de mutualiser des effacements courts sur des groupes d'immeubles. Ainsi, par exemple, 6 immeubles pouvant s'effacer chacun et successivement 20 minutes, permettent un effacement global de 2 heures.



*Une partie du groupe de travail en déplacement à Grenoble.*

#### **6.2.5.2 Tenir compte des nouveaux usages dans la conception des bâtiments**

Le besoin de flexibilité va également être guidé, au cours des prochaines années, par la montée en puissance de nouveaux usages et, en particulier, par le développement de la recharge des véhicules électriques. La mobilité électrique est en effet en croissance importante : la consommation des véhicules électriques représente 1,3 TWh en 2022, mais devrait atteindre 35 TWh en 2035, tous lieux de recharge confondus. Le nombre de points de charge a d'ailleurs augmenté de + 43 % entre fin mars 2022 et fin mars 2023, principalement dans les parkings des commerces et dans les parkings des entreprises : on dénombre désormais environ 600 000 points de charge sur des bâtiments tertiaires, soit une capacité installée de 5 GW. Seulement 20 % de ces points de charge cependant sont aujourd'hui pilotables.

Pourtant, la recharge des véhicules électriques est un des usages de l'électricité pilotable : le décalage temporel de la charge, ou encore la modulation de la puissance de la charge en fonction de la capacité disponible sur le réseau, peuvent être rendus transparents pour le propriétaire de la voiture électrique. Le pilotage apporte de nombreux bénéfices, que ce soit au niveau du bâtiment (réduction de la période de pointe et donc économie de puissance souscrite, garantie de non-disjonction pour les installations à puissance limitée, accès à des offres tarifaires plus favorables) ou au niveau du réseau (limitation de l'appel de puissance maximale, mise à disposition d'une capacité de stockage). Sous réserve d'un bénéfice financier évident, la nature bi-directionnelle des bornes de recharge des véhicules électriques pourrait être en outre davantage mobilisée.

Le pilotage de la recharge des véhicules électriques est donc à encourager pour des bénéfices pour le système électrique (équilibre offre-demande national) et pour le client (économies de factures liées à une puissance souscrite plus faible, consommation pendant les heures les moins chères).

Encadré :**Charge des véhicules électriques : un besoin en puissance de pointe très réduit grâce au dispositif de pilotage qui permet le foisonnement**

L'application de deux approches différentes sur un même bâtiment constitue un bon exemple illustratif. Le bâtiment examiné est un bâtiment tertiaire de 1 000 m<sup>2</sup> avec un parking équipé de 50 bornes de recharge pour véhicules électriques (VE) qui chargent à 7,5 kW. Le besoin énergétique est d'environ 9 kWh par jour pour chaque véhicule (sur la base de 50 à 60 km par jour, s'agissant de véhicules de salariés et non pas de véhicules utilitaires) : ainsi, si tous les véhicules se rechargent sur le parking du bâtiment, le besoin total représente 450 kWh en moyenne par jour.

- a) La première approche est une approche dans laquelle il n'y a pas de pilotage collectif des bornes de recharge : pour calculer le besoin énergétique moyen, il est en général tenu compte d'un foisonnement à 40 %, c'est-à-dire que seuls 40 % des véhicules en moyenne ont besoin d'une recharge chaque jour (des salariés sont en déplacement, ou des véhicules arrivent déjà chargés, etc.). La puissance à laquelle il faut dimensionner l'installation et le raccordement pour ce foisonnement de 40 % est donc de 150 kW (50 véhicules \* 40 % \* 7,5 kW). Le taux de 40 % n'est cependant qu'une probabilité et pas une garantie : les limites de puissance prévues peuvent être dépassées et notamment sur chaque phase. Cette première approche, sans aucun pilotage, n'offre donc pas la garantie de « *non-disjonction* ».
- b) La seconde approche est une approche dans laquelle il y a un pilotage collectif, soit temporel, soit en modulation de puissance (écrêtement de la puissance, arrêt de certaines recharges avec différents modes de pilotage système premier arrivé/premier servi, rotation entre les VE, voire même pilotage en fonction du besoin de recharge des VE). Dans ce cas précis, un raccordement à 62 kW suffit pour limiter la puissance souscrite<sup>62</sup> : une recharge disponible de 8 heures à 17 heures permet de disposer au total de 648 kWh, à comparer au besoin moyen de 450 kWh soit une marge d'un facteur 1,4. Ces résultats nécessitent cependant une stratégie de pilotage un peu sophistiquée, avec un pilotage flexible pour prioriser et organiser la recharge.

Si le pilotage des bornes peut souvent s'opérer sans impact significatif pour l'utilisateur, il convient néanmoins d'obtenir son accord, pour pouvoir ajuster les consignes de pilotage à chaque cas d'usage. Ainsi, un commercial de passage pour quelques heures au bureau aura par exemple besoin de charger son véhicule sans délai et plus rapidement qu'un collègue présent pour la journée. Le pilotage des points de recharge devra donc faire l'objet d'un accord de l'utilisateur, par exemple *via* des tarifs différenciés (tarif différent pour une recharge imposée tout de suite et une recharge avec possibilité de différer).

Pour que le pilotage de la recharge puisse se dérouler dans de bonnes conditions, des progrès doivent également être réalisés dans les domaines de la réglementation et de l'accès aux données énergétiques. S'agissant de la réglementation tout d'abord, le décret de 2021 relatif aux infrastructures de recharge de véhicules<sup>63</sup> impose la standardisation et l'interopérabilité de l'ensemble des points de recharge, publics et privés, mais l'arrêté qui doit préciser les conditions imposées n'a toujours pas été publié. Il devra être suffisamment prescriptif et inciter à un pilotage performant.

Par ailleurs, il conviendrait d'imposer l'accès aux données énergétiques du véhicule en charge, mais aussi du bâtiment, et ce à la fois en temps réel et en prévisionnel. L'accès aux données d'usage est notamment nécessaire pour mettre en place des systèmes d'apprentissage d'intelligence artificielle et optimiser ainsi la stratégie de pilotage.

Recommandation :**Faire des bâtiments un des acteurs du système énergétique :**

- favoriser le développement de solutions de pilotage permettant de réaliser des **effacements tournants**, accompagner le développement du stockage d'énergie dans les bâtiments et inciter à la rédaction de **contrats bidirectionnels avec les fournisseurs d'énergie** ;
- faciliter le pilotage de la recharge des véhicules électriques dans les bâtiments, en définissant précisément les critères de standardisation et d'interopérabilité des points de recharge.

<sup>62</sup> Mais pas forcément de répondre aux besoins de flexibilité du système électrique.

<sup>63</sup> Décret n° 2021-546 du 4 mai 2021 portant modification du décret n° 2017-26 du 12 janvier 2017 relatif aux infrastructures de recharge pour véhicules électriques et portant diverses mesures de transposition de la directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014 sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants alternatifs.



### 6.2.5.3 Aider le gestionnaire dans le choix de son système BACS, proposer des solutions « *flex ready* »

La réglementation BACS impose à tous les gestionnaires à s'équiper d'un système de niveau C au sens de la norme NF EN ISO 52120, en vue de réaliser à court terme des économies d'énergie. Pour que ces gestionnaires puissent également être en mesure de faire de la flexibilité (décaler, modular ou effacer ponctuellement leurs consommations), le système BACS doit intégrer quelques spécifications particulières du type BACS communicante et un système de mesure suffisamment fin.

Un travail de clarification des spécifications pour un BACS *flex ready* est en cours. Il aborde les attentes pour chacun des acteurs de la chaîne de la flexibilité, par exemple :

- celles du gestionnaire de bâtiment pour comprendre et exprimer son besoin d'investissement ;
- celles du bureau d'étude pour intégrer ces spécifications techniques ;
- celles des metteurs en œuvre et exploitants pour assurer le suivi de la fonctionnalité dans le temps ;
- celles des opérateurs des gisements de flexibilité (fournisseurs, agrégateurs) ;
- celles des autorités qui ont ainsi les contours d'une mesure incitative/aide financière éventuelle, etc.

La réalisation de l'audit et la mise à niveau des BACS pour devenir « *flex ready* » pourraient faire l'objet d'une aide financière, et ce d'autant plus que la mise en œuvre de solutions de pilotage performant implique également des équipements suffisamment pilotables coûteux. Il serait enfin intéressant de proposer systématiquement cette mise à niveau lors des inspections techniques à réaliser dans le cadre du décret BACS.

Recommandation :

Proposer systématiquement, lors des inspections techniques à réaliser dans le cadre du décret BACS, **une mise à niveau « *flex ready* »**.

### 6.2.5.4 L'absence de prise en compte du pilotage par le client en amont de la demande de raccordement

Pour les nouvelles installations, la puissance de raccordement exprimée par le demandeur au gestionnaire de réseaux est un des paramètres essentiels pour déterminer la solution technique de raccordement et le coût de celui-ci. Les règles appliquées par les gestionnaires de réseaux de distribution d'électricité assurent un dimensionnement optimal du raccordement visant à répondre aux besoins exprimés par le demandeur et à anticiper les besoins futurs d'adaptation sur toute la durée de vie du bâtiment (50 ans en normatif, bien plus dans certains cas).

Pour diverses raisons propres au client ou à l'acteur responsable de son projet (aménageur, promoteur, bureau d'études, etc.), la puissance de raccordement exprimée lors de la demande de raccordement est souvent sensiblement supérieure aux besoins du bâtiment pouvant être constatés après sa mise en exploitation.

La motivation de cet écart entre la demande initiale et l'utilisation effective des réseaux est potentiellement plurielle : elle peut correspondre à une logique assurantielle visant à garantir la compatibilité de l'installation aux besoins sur toute la durée de vie du bâtiment, en anticipant les évolutions des activités hébergées (par exemple, la consommation d'un même immeuble de bureaux variera fortement selon qu'il héberge des activités administratives standard ou une banque d'affaires) ou encore l'électrification des usages, en particulier vis-à-vis de la recharge des VE ou l'électrification du chauffage. Le client pourra accéder ultérieurement à des niveaux de puissance supérieurs, dès lors qu'ils restent en deçà de sa puissance de raccordement. Il peut s'agir également d'une volonté de renforcer l'attractivité commerciale du programme, l'impact financier du coût de raccordement étant relativement limité au regard du coût global du projet.

Pourtant, exprimer une demande de puissance de raccordement au plus près des besoins prévisionnels des utilisateurs d'un bâtiment, notamment en intégrant le potentiel de flexibilité mobilisable pour diminuer les appels de puissance au périmètre du bâtiment, est une démarche bénéfique pour le client qui minimise son coût de raccordement et potentiellement les délais de réalisation.



Le décret BACS va généraliser les systèmes de pilotage en tertiaire neuf, ce qui devrait naturellement conduire les futurs demandeurs à prendre en compte les capacités de pilotage et de flexibilités offertes par les nouvelles installations. En devenant une brique nécessaire au demandeur pour maîtriser son appel de puissance futur en-deçà de la puissance de raccordement initialement demandée et donc des capacités physiques du réseau qu'il pourra mobiliser, le système de pilotage devra assurer un service robuste (potentiellement redondé) pour garantir dans la durée la sécurité de l'alimentation du bâtiment.

Enfin, pour faciliter l'optimisation du dimensionnement des ouvrages de raccordement, des réflexions pourraient être engagées pour accélérer davantage le déploiement des « Opérations de raccordement alternatives » (ORA, anciennement appelées « Offres de raccordement intelligentes » (ORI)) pour lesquelles le nombre de demandes reste encore faible, malgré les expérimentations menées depuis 2017 et l'évolution récente du cadre réglementaire<sup>64</sup>.

Recommandation :

Inciter – lors des demandes de raccordement – les clients ou leurs représentants à intégrer le potentiel de flexibilité dans l'estimation de leur besoin futur d'utilisation des réseaux pour modérer la puissance de raccordement du bâtiment. Lancer une réflexion pour évaluer l'intérêt d'étendre les Offres de Raccordement Intelligentes (ORI) au pilotage des usages électrifiés.

#### 6.2.5.5 Enjeu humain : faire émerger une nouvelle filière de professionnels

##### i. Renforcer le rôle de chacun des acteurs

Pour un pilotage efficace et optimal, il faut un suivi important du côté gestionnaire du bâtiment et du côté des entreprises d'exploitation-maintenance. L'évaluation du temps à consacrer à ces travaux, et la rédaction de cahiers des charges « types » devraient permettre de mieux définir et de mieux valoriser ces missions de « pilotage du bâtiment », et ce d'autant plus que les objectifs de performance énergétique ne sont pas les mêmes selon que les sites sont gérés par des techniciens diffus-multisites ou par des techniciens postés.

Côté gestionnaire du bâtiment, il semble ainsi essentiel de nommer une ou plusieurs personnes responsables de la conduite du bâtiment. Le rôle de ces personnes, mission à part entière et prioritaire dans leur fiche de poste, devrait être décrit précisément dans les contrats d'exploitation-maintenance, de même que les obligations de suivi régulier de l'entreprise titulaire du marché (bilans trimestriels, analyse des consommations, bilan des actions entreprises, etc.). Chaque gestionnaire devrait en outre prévoir une passation, avec des « check-lists » sur le volet pilotage, en cas de changement d'agent ou de changement d'entreprise d'exploitation-maintenance.

Côté entreprise d'exploitation-maintenance, il serait utile qu'elles se positionnent désormais non seulement comme « exploitants », mais aussi comme « forces de propositions » pour détecter ou résorber des dérives, et permettre de réaliser des économies importantes de consommation d'énergie.

Et en tout état de cause, si le développement des techniques d'intelligence artificielle et l'automatisation progressive des systèmes sont source de gains, les acteurs « humains » restent à ce jour indispensables, sur de nombreux métiers accompagnant le processus de pilotage énergétique, notamment pour agir en amont. Il est en effet encore nécessaire de paramétrier correctement divers scénarios, pour les relier ensuite éventuellement à des signaux d'alerte : il s'agit alors plus de programmation que d'intelligence artificielle et, dans l'état actuel des techniques existantes, l'action humaine, de la part d'une personne responsable du pilotage et qui connaît le bâtiment, demeure cruciale. Pour optimiser l'utilisation des systèmes de pilotage, leur déploiement et leur mise en œuvre doivent donc être portés par des acteurs multi-techniques, intégrateurs, formés et qualifiés dans de nombreux domaines (GTB/GTC, pilotage, comptage, régulation, maintenance, exploitation), ce qui justifie la création d'une filière professionnelle dédiée.

<sup>64</sup> Enedis a testé en 2017 deux Opérations de raccordement alternatives (ORA) avec des producteurs d'énergie renouvelable, consistant soit à fixer une puissance de raccordement inférieure à celle demandée, mais en permettant des soutirages complémentaires si besoin ; soit à fixer une puissance de raccordement égale à celle demandée, mais en limitant les injections sur certaines périodes. Suite à ces expérimentations, la CRE a pris deux délibérations en 2019 demandant aux gestionnaires de réseaux d'intégrer les ORA dans leurs procédures de traitement des demandes de raccordement, tandis que l'arrêté du 12 juillet 2021 détaille les conditions permettant aux producteurs de demander une offre de raccordement alternative à modulation de puissance.



## ii. Créer une véritable filière professionnalisée et formée

Mais à ce jour, les recruteurs subissent une tension accrue sur les recrutements, du fait d'un vrai besoin de compétences et d'un niveau d'expertise en baisse. Le secteur du pilotage énergétique du bâtiment connaît en effet une forte hausse de son activité, avec des besoins en compétences de plus en plus techniques sous l'effet de la montée en puissance du numérique. La pyramide des âges n'est pas favorable : les nombreux départs à la retraite ne sont pas remplacés par des jeunes que la filière peine à mobiliser de par son déficit d'image et d'attractivité. Environ 19 000 jeunes sont actuellement en formation initiale spécialisée dans les installations électriques, les fluides énergétiques et la domotique (CAP à BTS, hors ingénieur) : ce chiffre est à rapprocher des 200 000 salariés du secteur du bâtiment<sup>65</sup>, 400 000 en comptant les salariés travaillant sur les fluides et CVC. Les besoins sont également très importants pour les collectivités : le programme ACTEE 2 finance par exemple 500 postes d'économies de flux et il est prévu de financer 1 000 postes sur ACTEE + dans les collectivités.

Pour faire face à ces besoins croissants, plusieurs pistes doivent être envisagées.

Un réel effort doit tout d'abord porter sur la communication autour des besoins de la filière : à cet effet, les différents organismes et les différents métiers doivent parler d'une même voix et abandonner l'approche sectorielle en silo (métiers nucléaires, métiers EnR, etc.) pour montrer que les enjeux sont stratégiques et nécessitent une mobilisation nationale. Le dialogue entre les différentes compétences métiers (intégrateur électrique, frigoriste, énergéticien, fabricant, etc.) doit donc être favorisé et une journée de communication dédiée à la valorisation de l'ensemble des professions permettrait, par exemple, de renforcer leur attractivité, et ce d'autant plus que les entreprises françaises sont des *leaders* mondiaux et que la normalisation française en termes d'électricité est un exemple à l'étranger.

Pour mieux s'adresser aux jeunes, un portail sur les métiers et formations de la filière, accessible au grand public et aux professionnels pourrait être mis en place. Il faudrait également renforcer la féminisation des professions, et communiquer sur la mission vertueuse de la filière, pour donner du sens au métier et répondre aux attentes des jeunes générations. L'Ademe, qui a monté de nombreuses campagnes de sensibilisation centrées vers le consommateur devrait jouer un rôle et aider le secteur à monter des opérations de communication.

S'agissant de la formation proprement dite, l'apprentissage fonctionne bien et les aides à l'apprentissage ont été très efficaces et leur pérennisation au cours des prochaines années constitue un enjeu important. Il conviendrait cependant de favoriser davantage la bascule et la passerelle entre éducation et apprentissage, d'une part, et organismes de formation et entreprises, d'autre part.

Plus généralement, l'éducation nationale devrait être davantage associée, voire être *leader* dans le domaine : la sensibilisation devrait commencer dès le collège et se poursuivre tout au long de la scolarité. Des diplômes et titres BAC +3 et BAC +5 devraient, par ailleurs, être créés et valorisés (certains sont en cours de création comme par exemple le BAC +5 modéliste BIM du bâtiment) et des accréditations pour les professionnels devraient être développées pour valoriser le savoir-faire auprès des maîtres d'œuvre<sup>66</sup>.

Enfin, il serait intéressant de relancer les Engagements de développement de l'emploi et des compétences (EDEC) filières électriques avec les organismes professionnels de la filière et les OPCO qui ont dégagé les budgets nécessaires : les résultats de ces travaux permettraient de dresser un diagnostic actualisé des évolutions à venir des emplois et des compétences de la filière électrique. Des initiatives similaires pourraient être enfin menées sur le génie climatique, secteur en pleine mutation également, sans l'épanouissement de laquelle la filière électrique ne pourrait évoluer.

### 6.2.5.6 Faire connaître le pilotage du bâtiment et gagner la confiance des usagers

Si des améliorations techniques, économiques et organisationnelles sont de nature à favoriser davantage la massification des systèmes de pilotage énergétique, le succès de leur déploiement et utilisation repose sur l'humain : l'ensemble des acteurs du bâtiment, qu'ils soient utilisateurs, propriétaires ou exploitants, doivent s'approprier ces nouveaux outils.

#### i. Un enjeu de communication

<sup>65</sup> Source : « Étude prospective emplois et compétences de la filière électrique », octobre 2020. Lien : <https://www.fieec.fr/wp-content/uploads/2020/10/EDEC-Filiere-electrique-Rapport-vf.pdf>

<sup>66</sup> Qualifélec a, par exemple, développé une qualification pour les professionnels intégrateurs des installations de courants faibles dans les bâtiments tertiaires et industriels.



La massification du déploiement des équipements de pilotage énergétique peut, tout d'abord, être accélérée grâce à des campagnes de communication efficaces et adaptées à chaque typologie de clients (privé ou public, gros ou petit consommateur, etc.).

Un effort spécifique devrait tout particulièrement être mené pour informer les propriétaires de petites surfaces tertiaires (typiquement inférieures à 10 000 voire 5 000 m<sup>2</sup>) souvent peu au courant des évolutions réglementaires, et qui peuvent du coup se heurter à des problématiques chantiers, découvertes parfois tardivement.

L'enjeu de communication concerne aussi plus largement, pour l'ensemble des propriétaires, les questions de recommissionnement, souvent inconnus et incompris puisqu'intervenant après la phase de GPA<sup>67</sup>.

Enfin, la multiplicité des lots (GTB ou *Smart buildings*) est souvent un facteur de défiance des maîtres d'ouvrage, qu'ils soient privés ou publics, et qui redoutent une surenchère : les campagnes de communication et d'information doivent donc s'efforcer de démontrer aux clients les retours sur investissements à attendre de la part de tels systèmes de pilotage énergétique.

Finalement, l'installation des systèmes de pilotage énergétique pâtit aujourd'hui d'un manque de connaissance commune sur les gisements de sobriété et de flexibilité au niveau du parc tertiaire et de la complexité des modes de rémunération pour valoriser l'effacement.

Des documents et outils pédagogiques pourraient être diffusés pour présenter des éléments de communication et de sensibilisation sur le sujet de l'effacement dans les bâtiments. Des formations devraient être organisées, avec pour objectif de présenter les enjeux et de former aux analyses de premier niveau pour détecter les bâtiments utilisables et les besoins d'amélioration.

## **ii. Pérenniser et animer les concours, utiles pour s'entraîner et entraîner**

Des concours permettent depuis quelques années de mobiliser les utilisateurs de bâtiments candidats autour de l'enjeu des économies d'énergie.

Le concours CUBE (Concours Usages Bâtiments Efficace) organisé par l'IFPEB depuis 7 ans, demande ainsi aux candidats de réaliser un maximum d'économies d'énergie sur douze mois, par rapport à une consommation de référence déterminée à partir des consommations des années antérieures. Le concours donne lieu à un classement mensuel puis à un classement final et des prix : en moyenne, il a permis de trouver 13 % de gisements d'économies chaque année.

Plus récemment, le concours Cube Flex demande aux bâtiments candidats de s'engager à diminuer leur puissance tous les jours pendant la durée du concours sur des plages critiques (8 heures à 13 heures et 18 heures à 20 heures pour la 1<sup>ère</sup> saison, de janvier à avril 2023, 7 heures à 11 heures et 18 heures à 20 heures pour la saison à venir de novembre 2023 à mars 2024) et à aller encore plus loin lors de jours de test d'alerte EcoWatt.

Pour sa 1<sup>ère</sup> saison, le concours a ainsi permis de rassembler 59 bâtiments de 23 structures différentes. Tous ont réussi à diminuer de 5 à 40 % leur appel de puissance de manière régulière<sup>68</sup> et jusqu'à 60 % lors des jours de test EcoWatt.

Ces concours permettent de démontrer l'apport des dispositifs de pilotage et fournissent des exemples concrets, ainsi que des batteries de « bonnes pratiques ». Leur mise en œuvre nécessite cependant des ressources importantes et témoigne d'un besoin d'animation réel, qu'il conviendrait de consolider et pérenniser.

## **iii. Confiance dans l'impact environnemental des choix de pilotage**

Lorsqu'un usager investit dans un système de pilotage énergétique, au-delà d'un objectif financier de retour sur investissement, il recherche aussi à atteindre les objectifs environnementaux fixés par les nombreuses réglementations environnementales : à cet effet, il est essentiel de pouvoir garantir aux souscripteurs de systèmes de pilotage les impacts futurs sur leurs bilans carbone<sup>69</sup>. Les solutions de pilotage énergétique doivent donc prendre en compte un axe « décarbonation », en développant des offres « décarbonation » et en s'assurant de l'effectivité de la réduction promise de l'empreinte carbone.

<sup>67</sup> Garantie légale à laquelle l'entrepreneur est tenu pendant un délai d'un an à compter de la réception de l'ouvrage.

<sup>68</sup> Il s'agit ici des valeurs minimum et maximum entre lesquelles se trouvent les performances moyennes de chacun des sites ayant participé, sur l'ensemble des jours du concours, pour les plages horaires 8 heures à 13 heures et 18 heures à 20 heures.

<sup>69</sup> Les émissions de CO<sub>2</sub> associées à la consommation d'énergies (électricité, chaleur, froid) varient à chaque instant, en fonction du mix de production appelé pour produire ces énergies. Le décalage de consommations dans le temps aura donc un impact sur les émissions de CO<sub>2</sub>.



**iv. Confiance dans les écogestes quotidiens qui doivent accompagner le pilotage des bâtiments : éducation des occupants/usagers aux bons comportements**

Par ailleurs, l'appropriation des équipements de pilotage par les usagers passe par la création d'une mobilisation collective autour de l'enjeu du « *consommer moins* » et de « *consommer mieux* ».

S'agissant du premier volet, plusieurs leviers d'action peuvent être activés dans le tertiaire, notamment des mesures « *traditionnelles* » d'économies d'énergie (baisse du chauffage et de l'éclairage) et des mesures de pilotage des usages en fonction du besoin (instauration d'un réduit hors occupation pour le chauffage entre 18 heures et 8 heures, par exemple). Sur le second volet, il convient d'inciter les consommateurs à décaler leurs consommations aux périodes de moindres tensions pour le système électrique, par exemple en démarrant la phase de préchauffe du bâtiment plus tôt pour limiter le besoin de chauffage le matin à 8 heures, ou encore à les inciter à mettre la mise en œuvre des efforts supplémentaires pendant les heures de très fortes tensions en effaçant certains usages (avec des réductions supplémentaires du chauffage, de la ventilation, par exemple).

Or, impliquer davantage les usagers dans ces écogestes et s'assurer que le bâtiment répond à leur besoin, demande de l'énergie, beaucoup de dialogue et mobilise des ressources. Pour garantir l'acceptabilité des mesures adoptées, il est en effet primordial de s'assurer de la satisfaction de l'usager du bâtiment et de demander des retours d'expérience.

Il s'agirait ainsi :

- d'évaluer l'acceptabilité des actions de pilotage envisagées, avec une vigilance particulière à porter sur d'éventuelles actions contre-productives, si la baisse du chauffage s'accompagne d'un fleurissement de convecteurs électriques non pilotés par exemple ;
- de détecter et de faire remonter les dérives « *in situ* », en créant un réseau d'*ambassadeurs énergie* qui peut s'avérer très efficace pour détecter des dérives plus finement et plus rapidement qu'à partir d'un retour « *capteurs* » ;
- et enfin, d'engager avec les usagers des réflexions sur les équipements laissés à leur libre utilisation (oubli d'arrêt des climatisations pendant les congés d'été, par exemple) ou sur les nouveaux usages en tertiaire et notamment la généralisation du télétravail (avec un consensus général pour ne pas chauffer les bureaux vides par exemple).

Il serait par conséquent intéressant de promouvoir des « *boîtes à outils* » pour associer les usagers au pilotage du bâtiment : réseaux « *ambassadeurs énergie* », enquêtes de satisfaction, boîtes à idées.

**v. Accompagner le pilotage des bâtiments d'une modulation des usages**

Enfin, pour être efficient, le pilotage des bâtiments doit s'accompagner d'une nouvelle modulation des usages qui, pour être acceptée, doit être accompagnée.

Le développement du télétravail et l'assouplissement des horaires de travail doivent ainsi être organisés, en lien avec les pouvoirs publics, sous peine d'être inefficaces du point de vue énergétique. RTE a en effet étudié le sujet en vue de l'hiver 2022-2023 et le risque par exemple d'un télétravail obligatoire le vendredi est que la consommation supplémentaire induite dans le résidentiel ne soit pas gagée par une baisse réelle de consommation dans les bâtiments tertiaires, sauf à couper toute ou partie l'alimentation électrique du bâtiment tertiaire.

Une étude conjointe de l'IFPEB et de l'Ademe montre que le bilan énergétique est globalement favorable<sup>70</sup>, mais à condition que l'on puisse mettre en sommeil tout ou partie du bâtiment tertiaire et qu'il n'y ait pas de rebond sur le résidentiel. Une analyse plus globale, au-delà des seules questions de consommation d'électricité, pourrait peut-être faire apparaître d'autres gains ou pertes, mais en tout état de cause, l'organisation du télétravail doit faire l'objet d'une réelle réflexion, en tenant compte de ses implications sur l'ensemble de la semaine.

<sup>70</sup> « *Expérimentation sur le bilan énergétique du télétravail, Enseignement à mi-parcours* », avril 2023.

Lien : <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/6243-expérimentation-sur-le-bilan-énergétique-du-télétravail.html>



## 7. Annexe 1 : Réserves d'équilibrage activées par RTE

Les réserves primaire et secondaire (dites aussi « services système fréquence » ou « réglage fréquence »), tout d'abord, sont activées automatiquement en cas d'écart entre le niveau de production et celui de la consommation. Si la production est inférieure à la consommation, la fréquence sur le réseau diminue par rapport à sa valeur de référence (50 Hz), tandis qu'elle augmente dans le cas inverse d'une surproduction : l'enjeu pour RTE est donc d'activer les services système fréquence pour ramener la fréquence à 50 Hz et s'assurer que les échanges d'énergie entre la France et les pays voisins se font bien à leur valeur prévue.

La réserve primaire est mutualisée au niveau européen et est dimensionnée pour répondre à la perte de 3 000 MW au niveau de la plaque synchrone européenne. Sa contractualisation est proratisée entre les différents pays européens en fonction de leurs consommations, pour RTE, cela représente environ 500 MW. La réserve primaire doit pouvoir être activée en moins de 30 secondes.

Concernant la réserve secondaire, RTE contractualise en moyenne 600 à 700 MW et cette réserve peut être activée en 300 secondes. RTE estime que le besoin de réserve secondaire devrait atteindre 1,5 GW en 2030.

Au-delà de ces deux réserves activées automatiquement pour gérer les déséquilibres très court terme du système électrique, RTE s'appuie sur un « mécanisme d'ajustement », mobilisé pour gérer manuellement des déséquilibres court terme dans la fenêtre opérationnelle, en complément ou en substitution ponctuelle aux services système fréquence. Concrètement, certains sites reçoivent un agrément technique de la part de RTE et peuvent alors, seuls ou par l'intermédiaire d'un agrégateur, déposer des offres sur le mécanisme d'ajustement, qui seront ensuite activées par RTE selon son besoin. L'acteur est ensuite rémunéré pour son action d'équilibrage.

Pour s'assurer de la disponibilité de capacités suffisantes sur le mécanisme d'ajustement en cas de déséquilibres importants sur le réseau, RTE contractualise par appels d'offres une « réserve tertiaire » de 1 500 MW, dont une partie est contractualisée en annuel et le reste en journalier. Deux types de produits sont contractualisés : la « réserve rapide » activables en 13 minutes et la « réserve complémentaire » activable en 30 minutes.

Tous ces mécanismes sont ouverts à la participation d'effacements de consommation : les producteurs d'énergie et les opérateurs d'effacement sont donc en concurrence. Les sites valorisant des capacités d'effacement retenues au terme de ces appels d'offres devront être disponibles et prêts à s'effacer en cas d'activation par RTE : ils sont rémunérés pour la capacité mise à disposition et pour l'énergie activée, mais pénalisés en cas d'échec.

Ces volumes de réserves pourront évoluer légèrement dans le futur, mais pas de façon aussi importante que les besoins en flexibilité structurelle et en flexibilité dynamique. En particulier, le volume de réserve primaire n'est pas directement lié à la part des EnR dans le mix énergétique.

Type de besoins de flexibilités	Réguliers et structurels prévisibles longtemps à l'avance	Dynamiques prévisibles de quelques jours jusqu'à 1h à l'avance	Rte	Rte
Valeur en capacité	<b>Mécanisme de capacité</b> (rémunération de la disponibilité des capacités d'effacement et de production lors des périodes de pointe)  Valorisation implicite via une réduction de l'obligation des fournisseurs  Valorisation explicite via la capacité certifiée par les agrégateurs	<b>Appel d'Offre Effacement (AOE)</b> Mécanisme de soutien public complémentaire au mécanisme de capacité pour développer les effacements « verts »	<b>Services Système Fréquence</b> Réserve secondaire (aFFR)      Réserve primaire (FCR)  Pour s'assurer de la disponibilité des services système fréquence, RTE contractualise en amont des capacités de production et d'effacement	<b>Appel d'offre Interruippibilité</b>  Ce mécanisme rémunère les capacités d'effacement d'industriels (> 40 MW) raccordés au réseau de transport d'électricité, dont les processus de consommation peuvent être asservis et activés en moins de 5 secondes
Valeur en énergie	Valorisation du bon placement de la consommation et des possibilités de décalage et modulation d'usages au quotidien via l'offre de fourniture d'électricité du fournisseur	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Effacement implicite via une offre de fourniture à pointe mobile</li> <li>▪ Effacement explicite NEBEF via un agrégateur</li> </ul>	<b>Mécanisme d'Ajustement (MA)</b> RTE active des flexibilités (production, effacement explicite, stockage) via des offres libres et des offres issues de réserves contractualisées pour gérer les déséquilibres du système	<b>Services Système fréquence</b> Les services système sont activés automatiquement en cas de déséquilibre de la fréquence du système électrique

Les mécanismes de valorisation des flexibilités de consommation en France

Source : RTE.



## 8. Annexe 2 : Retours d'expérience sur le déploiement et/ou l'usage de solutions de pilotage de l'énergie dans les bâtiments

### Retour d'expérience n° 1 : déploiement d'une solution BACS en classe A avec remplacement des chaudières

Le bâtiment est une école de 5 081 m<sup>2</sup>. La démarche consiste en la mise en œuvre d'une solution pour le pilotage de la production, de la distribution de tous les émetteurs. Pour suivre la performance, le gestionnaire dispose de la remontée des compteurs de chaleur par usage.

Les équipements déployés sont les suivants :

Équipement de production :

- 2 chaudières de 400 kW

Équipement de distribution :

- 3 circuits régulés avec pompe à débit variable et V3V
- 2 circuits constants avec pompe à variable

Émetteurs :

- 92 radiateurs à eau « têtes pilotées avec le bus KNX »
- 50 températures d'ambiances avec le bus KNX

Fonctionnement de la solution de pilotage : le gestionnaire régule la production par rapport aux besoins des émetteurs, optimise le démarrage des réseaux selon la température extérieure, l'inertie du bâtiment et la température moyenne d'ambiance (« 1 sonde d'ambiance par pièce pilotée »). 5 modes de programme horaire des pièces ont été élaborés, avec différents niveaux de température de chauffe et différentes zones de chauffe.

Le coût de l'investissement (GTB uniquement) est de 82 000 euros. Le gestionnaire estime que le retour sur investissement est de 3 ans, pour 60 euros du MWh. Les économies d'énergie sont évaluées à 593 MWh, soit 48 % de baisse (contre un objectif de 30 % inscrit dans le contrat de performance).

### Retour d'expérience n° 2 : déploiement d'une solution BACS en classe A

Le bâtiment est une école de 3 018 m<sup>2</sup>. La démarche consiste en la mise en œuvre d'une solution pour le pilotage de la production, de la distribution de tous les émetteurs. Pour suivre la performance, le gestionnaire dispose de la remontée des compteurs de chaleur par usage.

Les équipements déployés sont les suivants :

Équipement de production :

- 2 chaudières de 310 kW

Équipement de distribution :

- 2 circuits régulés avec pompe à débit variable et V3V

Émetteurs :

- 73 radiateurs à eau « têtes pilotées avec le bus KNX » utilisation des sondes d'ambiance de la Tête pilotées
- 4 températures d'ambiances avec le bus KNX

Fonctionnement de la solution de pilotage : le gestionnaire régule la production par rapport aux besoins des émetteurs, optimise le démarrage des réseaux selon la température extérieure, l'inertie du bâtiment et la température moyenne d'ambiance (« 1 sonde d'ambiance par pièce pilotée ».)

Le coût de l'investissement (GTB uniquement) est de 50 000 euros. Le gestionnaire estime que le retour sur investissement est de 7 ans, pour 60 euros du MWh. Les économies d'énergie sont évaluées à 115 MWh, soit 30 % de baisse (conforme à l'objectif de 30 % inscrit dans le contrat de performance).



**Retour d'expérience n° 3 : déploiement d'une solution BACS en classe B**

Le bâtiment est une école de 3 018 m<sup>2</sup>. La démarche consiste en la mise en œuvre d'une solution pour le pilotage de la production, de la distribution et pour tous les émetteurs. Pour suivre la performance, le gestionnaire dispose de la remontée des compteurs de chaleur par usage.

Les équipements déployés sont les suivants :

Équipement de production :

- 2 chaudières de 185 kW

Équipement de distribution :

- 3 circuits régulés avec pompe à débit variable et V3V

Émetteurs :

- 6 températures d'ambiances filaires

Fonctionnement : le gestionnaire régule la production par rapport aux besoins ambients, optimise le démarrage des réseaux selon la température extérieure, l'inertie du bâtiment et la température moyenne d'ambiance. 5 modes de programme horaire des pièces ont été élaborés.

Le coût de l'investissement (GTB uniquement) est de 15 000 €. Le gestionnaire estime que le retour sur investissement est de 4 ans, pour 60 euros du MWh. Les économies d'énergie sont de 59 MWh, soit 26 % de baisse.

