

Février
2021

GUIDE D'ANALYSE DES GISEMENTS DE FLEXIBILITE DES BATIMENTS TERTIAIRES

*FLEXIBILITY ABILITY OF TERTIARY BUILDING
ANALYSIS MANUAL*

Projet FLEXENR

Livrable de la tâche 4.

TYPE DE CONTENU

Guide d'analyse et d'identification des gisements de flexibilité des bâtiments tertiaires en fonction de leur configuration technique. Méthodologie de détermination expérimentale de la flexibilité d'un bâtiment. Catalogue d'équipements avec caractérisation de leurs capacités de flexibilité.

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

En partenariat avec :



REMERCIEMENTS

Citer les membres du Comité de pilotage et/ou du comité de suivi ou de relecture et/ou du consortium de recherche.

Jean-Baptiste PAQUIEN (IFPEB)
Christophe RODRIGUEZ (IFPEB)
Cédric BOREL (IFPEB)
Olivier MIGEON (SETEC)
Maxime RAYNAUD (CSTB)
Pierre ROUSSEL (DALKIA)
Romain DROUART (DALKIA)
Philippe POLART (DALKIA)
Alexandre MANON (ENERGY POOL)
Geoffroy TURLAIS (AGREGIO)
Nadine BERTHOMIEU (ADEME)

CITATION DE CE RAPPORT

Auteur(s) : Sandrine BEAUBIAT (DALKIA)

2021. Guide D'analyse Et D'identification Des Gisements De Flexibilité D'un Bâtiment Tertiaire. 33 pages.

Si le rapport est en ligne ajouter :

Cet ouvrage est disponible en ligne www.ademe.fr/mediatheque

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

Ce document est diffusé par l'ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Numéro de contrat : Convention n°1904C0002

Étude réalisée par Sandrine BEAUBIAT (DALKIA) pour ce projet cofinancé par l'ADEME

Projet de recherche coordonné par : Jean-Baptiste PAQUIEN (IFPEB)

Appel à projet de recherche : Bâtiments Responsables 2018

Coordination technique - ADEME : Nadine BERTHOMIEU
ingénieur Service Bâtiment



SOMMAIRE

RÉSUMÉ	5
ABSTRACT	6
1. Préambule	7
1.1. Contexte et présentation de la flexibilité énergétique des bâtiments tertiaires	7
1.1.1. Evolution du réseau électrique français	7
1.1.2. Obligations de rénovation du parc tertiaire et développement de la flexibilité énergétique	9
1.2. Hypothèses de départ	9
1.2.1. Confort	9
1.2.2. Energies de substitution – stockage et bi-énergie	9
1.2.3. Sécurité	11
1.2.3.1. Locaux techniques	11
1.3. Limites de la flexibilité	11
1.3.1. Limites techniques	11
1.3.2. Limites humaines	12
1.3.3. Limites réglementaires et contractuelles	12
2. Définition du gisement de flexibilité	13
3. Influence de la régulation et de la connectivité sur la flexibilité	14
4. Influence de la typologie du bâtiment sur la flexibilité	15
4.1. <i>Typologies de distribution des fluides</i>	15
4.2. <i>Combinaison de la typologie de distribution et de la typologie de régulation</i>	18
5. Scénarios de flexibilité	20
5.1. <i>Scénarios envisageables</i>	20
5.2. <i>Scénarios étudiés dans l'étude FLEXENR</i>	21
6. Méthodologie de détermination expérimentale de la flexibilité d'un bâtiment existant	21
6.1. <i>Méthode de ciblage : Analyse énergétique et technique</i>	22
6.2. <i>Méthodologie expérimentale</i>	24
7. Catalogue des équipements	25
8. Annexe : Entretiens avec des agrégateurs	30
8.1. Synthèse de l'entretien avec Alexandre Manon, energy pool :	30
8.1.1. Postes flexibles	30
8.1.2. GTB	30
8.1.3. Bi-Energie	30
8.2. Synthèse de l'entretien avec Geoffroy Turlais, agregio :	30
8.2.1. Critères minimum	30
8.2.2. Critères GTB	30
Références bibliographiques	31



Index des tableaux et figures	31
Sigles et acronymes	31



RÉSUMÉ

La flexibilité énergétique d'un bâtiment est sa capacité à déplacer ses consommations dans le temps de manière intelligente afin de soulager le réseau électrique lors des périodes de forte tension et de consommer de préférence en période d'abondance en énergies renouvelables. La problématique de la flexibilité revêt des aspects techniques, humains, réglementaires et contractuels. Les aspects techniques portent tout d'abord sur la capacité des équipements à s'arrêter et redémarrer sans risquer de casse matérielle et leur pilotabilité. Ils portent également sur l'inertie du bâtiment, le stockage d'énergie et les énergies de substitution qui peuvent permettre de prendre le relai du réseau électrique pendant un temps défini. La durée de la flexibilité est un élément important dans la définition du potentiel. En effet, un même bâtiment peut avoir des puissances effaçables ou mobilisables différentes en fonction de la durée envisagée.

Ce document propose une méthode de détermination du potentiel de flexibilité via un prisme analytique et un prisme expérimental. La partie analytique de la méthode consiste à étudier la configuration des installations énergétiques et le profil énergétique. La partie expérimentale consiste à réaliser des « essais terrain » en intervenant dans la programmation des installations suivant un programme proposé.

Ce guide présente en premier lieu les hypothèses de départ importantes à considérer pour appliquer la flexibilité et les limites techniques, humaines et réglementaires voire contractuelle de la flexibilité. Il fait ensuite état de l'influence de la régulation et de la connectivité des équipements sur la flexibilité mais aussi de l'influence de la typologie de distribution des fluides. Il propose enfin des scénarios de flexibilité ainsi qu'une méthodologie analytique et expérimentale de détermination des gisements de flexibilité sur un bâtiment tertiaire. En dernier lieu se situe le catalogue des équipements énergétiques avec leur caractérisation sur différents critères de flexibilité.

La rédaction du guide d'analyse du potentiel de flexibilité d'un bâtiment tertiaire s'appuie sur les connaissances et l'expérience technique et opérationnelle des collaborateurs de DALKIA, des résultats de l'étude FLEXENR et des témoignages de différents agrégateurs consultés.



ABSTRACT

FLEXIBILITY ABILITY OF TERTIARY BUILDING ANALYSIS MANUAL

Energy flexibility is the ability of buildings to manage smartly their energy consumption over time, in order to decrease the demand on the electrical grid during peak periods, and to consume when most renewable-based power is fed into the grid.

Flexibility is, in fact, a technical, human, lawful and contractual issue; its main technical aspects, especially concern the capacity of the equipment to stop and restart without breaking down, and to its controllability. These technical features also refer to the thermal inertia of the building, the power storage, and the substitution of energy sources, which can relay the electrical grid for a defined period. The duration of the flexibility is a major indicator in the assessment of the building potential. Indeed, a building may have different power shaving abilities depending on the duration of this flexibility.

This document highlights an identification method of the flexibility potential based on energy and equipment analyses, and on a field test: the document offers a way to modify the installations settings (setbacks, setpoints, etc.) to evaluate the building flexibility ability.

This manual sets up the key hypotheses to consider before starting the assessment, as well as their technical, human, lawful, and contractual limits. It also sets out the influence of the control, the connectivity level, and the internal energy grid of the building on the flexibility ability. In addition, the manual includes some flexibility scenarios, where the analysis and experimentation methods are explained. Finally, it lists the energy installations along with their technical features, including their flexibility criteria.

This manual was drawn up thanks to the technical and operational knowledge and expertise of DALKIA's employees, the FLEXENR study results, and some aggregator's interviews.

1. Préambule

1.1. Contexte et présentation de la flexibilité énergétique des bâtiments tertiaires

1.1.1. Evolution du réseau électrique français

La stabilité du réseau électrique dépend du respect de la loi suivante :

« production = demande »

Or, plus la part de nucléaire dans le mix électrique est grande, plus le réseau est sensible et plus il est nécessaire de veiller au respect de cette loi.

Aujourd'hui en France, la production est modulée en fonction de la demande. Les sources d'énergie à forte inertie sont utilisées pour produire le talon de consommation qui est le plus stable, tandis que les sources réactives sont utilisées pour fournir les pointes.

La flexibilité énergétique d'un bâtiment est sa capacité à décaler ses consommations au moment opportun et permet ainsi de moduler la demande en fonction de la production. Il est alors possible de limiter l'appel de puissance pendant les heures où la tension sur le réseau est forte (heures de pointe) et de reporter les consommations sur des heures creuses.

La flexibilité permet ainsi d'augmenter la stabilité du réseau électrique français mais elle permet aussi d'augmenter l'intégration des énergies renouvelables sur le réseau car beaucoup de celles-ci sont intermittentes. Cette caractéristique engendre une fluctuation de la production et nécessite donc une modulation de la demande. Plus y aura d'énergies renouvelables intermittentes dans la production d'électricité et plus la demande devra s'adapter.

Pour rappel, dans la loi relative à la transition énergétique de la croissance verte (LTECV) du 17 août 2015, le gouvernement français s'est fixé pour objectif de porter à 40 % la part d'énergies renouvelables dans la production électrique en 2030.

Dans ce cas, il s'agira de déplacer les consommations des bâtiments tertiaires afin de les effacer au maximum pendant les périodes de fortes tensions sur le réseau et de stimuler le réseau pendant les périodes d'abondance d'énergies renouvelables.

Aussi, le gouvernement français, à travers la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) fixe des objectifs d'effacement de 4,5 GW à horizon 2024 et de 6,5 GW à horizon 2028. Pour repère, en 2019, la puissance d'effacement était de 3 GW dont 2,4 GW mobilisés via les opérateurs d'effacement et 0,6 GW via des offres de fourniture. Les capacités industrielles représentaient 99 % de la puissance mobilisée chez les opérateurs.

Selon les prévisions de RTE, le système de tarification pourrait évoluer vers une tarification dynamique décomposée en 10 types de tarifs différents en fonction de 4 types de jours et de 3 types d'heures. Les jours rouges et les heures de pointes seraient les plus tendus et carbonés tandis que les heures creuses seraient les moins tendues et que les jours verts seraient les moins carbonés. La tarification serait dynamique et évoluerait à chaque heure de chaque jour pour refléter la réalité du réseau.



Lors des études du projet FLEXENR, cette tarification en 10 signaux était définie de la manière suivante (source cahier des charges « Exploration des flexibilités énergétiques des bâtiments tertiaires performants et existants ») :

Tableau 1 - Plages de tarifs utilisés dans l'étude FLEXENR, pouvant inspirer une future tarification de l'énergie

Type de jour	Type d'heure	Abréviation	Tarification financière
Rouge (tension)	Heure de pointe (2 max par jour)	R-PT	Voir le livrable de la Sous-tâche 2 : Signal pré-tarifaire (HP,HC, P été, hiver, abondance ENR) sur une année typique et scénarios tarifaires (TURPE, énergies associées)
	Heure pleine	R-HP	
	Heure creuse	R-HC	
Blanc (tension relative)	Heure de pointe (2 max par jour)	BC-PT	
	Heure pleine	BC-HP	
	Heure creuse	BC-HC	
Bleu (normal)	Heure pleine	BE-HP	
	Heure creuse	BE-HC	
Vert (coûts marginaux de production très faibles)	Heure standard	VE-STD	
	Heure d'abondance en ENR	VE-ENR	

(Note : Cette tarification est issue de la tarification existante Tempo avec ajout des jours verts)

L'étude FLEXENR s'est appuyée sur la simulation de RTE dont on peut noter la répartition suivante des tarifs en fonction des heures de la journée :

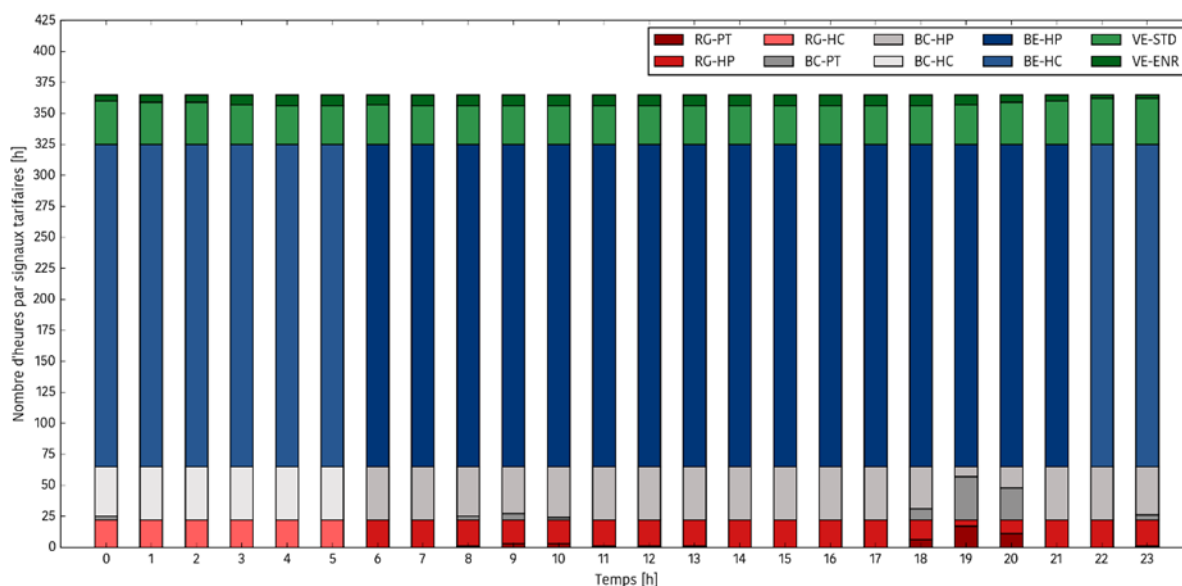


Figure 1 - Répartition des signaux tarifaires sur 24h pour l'année 2017 (source : FLEXENR Livrable Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilités)

En termes de durée d'effacement des consommations, plusieurs ordres de grandeur sont envisagés :

- la demi-heure, actuellement courant auprès des agrégateurs
- l'heure (le plus souvent, il s'agit de 2h consécutives qui correspondent aux heures de pointes telles que définies par la simulation de RTE), voir scénario « FLEX HP/HC » de l'étude FLEXENR
- la journée (les journées de tension du réseau, soit les journées « rouges » telles que définies par la simulation RTE), voir scénario « FLEX HEBDO » de l'étude FLEXENR

Les deux ordres de grandeurs 2h et 1j représentent les différents besoins d'effacement en périodes critiques pour le réseau. Cela correspond au système de tarification à venir qui sera défini en fonction des jours (« rouges » pour les plus tendus) et des heures (« de pointes » pour les plus tendus). Le catalogue présent dans ce document indique l'ordre de grandeur d'arrêt possible pour chaque système.

Il est à noter que la durée d'effacement envisageable d'un bâtiment dépend de :

- ses équipements (capacités d'arrêt et redémarrage, capacité de réduit, pilotabilité, stockage, bi-énergie),
- son système constructif (inertie),
- les stratégies d'effacement (coupure nette vs. réduit)
- la tolérance de ses occupants

Ces différents points seront abordés plus amplement dans l'ensemble du guide.

1.1.2. Obligations de rénovation du parc tertiaire et développement de la flexibilité énergétique

La rénovation énergétique fait partie des préoccupations actuelles du gouvernement français. En effet, la loi ELAN (23 novembre 2018), précisée par le décret rénovation tertiaire (décret 2019-771, 23 juillet 2019) et l'arrêté d'application du 10 avril 2020, fixe des objectifs obligatoires de rénovation énergétique des bâtiments tertiaires. A ce jour, tous les bâtiments, parties de bâtiments et ensembles de bâtiments sur une même unité foncière y sont soumis à partir de 1 000 m² de surface de plancher à usage tertiaire. A partir de 2021, chacun de ces sites devra déclarer ses consommations d'énergie. Les objectifs de réductions sont les suivants :

- -40 % en 2030
- -50 % en 2040
- -60 % en 2050

Des pénalités seront appliquées en cas de manquement à la transmission des informations et en cas de non atteinte des objectifs.

De plus, la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires occupe une place importante du plan « France Relance » présenté le 3 septembre 2020 par le premier ministre. Dans ce plan, des fonds d'aide à la rénovation sont prévus pour la période 2020-2022. Cela accélérera le démarrage de la rénovation prévue par la loi ELAN.

Ainsi, il serait cohérent pour les propriétaires d'intégrer la « flexibilisation » énergétique de leurs bâtiments à la démarche de rénovation énergétique. Bien que les objectifs fixés par la loi ELAN soient en énergie finale, le but est de réduire les émissions de CO₂ et la flexibilité énergétique permet de piloter ses consommations en fonction de l'emprunte carbone de l'énergie produite et donc de réduire ses émissions. Pour rappel, la France s'est engagée à atteindre la neutralité carbone en 2050.

1.2. Hypothèses de départ

1.2.1. Confort

Un des enjeux de la flexibilité est d'effacer ou de réduire les consommations d'un bâtiment sur une durée définie. Cela ne doit pas se faire au détriment du confort des occupants. Si un service réduit est envisagé, il doit toutefois être encadré. En effet, les occupants des bâtiments bureaux doivent pouvoir continuer à travailler pendant l'effacement et dans des conditions respectant le code du travail et les accords syndicaux. De même, les autres types de bâtiments tertiaires doivent pouvoir maintenir leur activité dans les règles et normes de sécurité et de confort s'y rapportant.

1.2.2. Energies de substitution – stockage et bi-énergie

Pendant la durée de l'effacement, il est possible d'utiliser de l'énergie stockée pour maintenir le niveau de confort. Le stockage peut prendre différentes formes telles que :

- Ballons de stockages
- Réserves d'eau des réseaux de sprinklage – chauffées ou refroidies en fonction du besoin
- Batteries électriques
- ...



Le but de la flexibilité étant de permettre la présence importante d'énergies renouvelables sur le réseau, **il faudra éviter d'utiliser une réserve d'énergie fossile pour permettre l'effacement**, telle qu'un groupe électrogène. Toutefois, si cette source est nécessaire et utilisée, par exemple pour des raisons de maintien de services sensibles comme dans le cas des hôpitaux, alors cette source pourra également être utilisée pour la flexibilité énergétique. Il pourra alors être intéressant de faire correspondre les obligations de démarrage (vérification du bon fonctionnement) aux périodes d'effacement.

D'une manière générale, dans le cas de l'utilisation d'une autre source d'énergie, il faudra donc privilégier les sources les plus vertueuses possibles, émettant le moins de carbone.

Depuis 2019, dans les appels d'offres effacement, seules les énergies renouvelables sont valorisables en tant qu'énergie de substitution. Attention, le biogaz risque de ne pas rester longtemps dans les énergies de substitution.

Il existe des systèmes bi-énergie qui sont spécifiquement conçus pour utiliser deux sources différentes telles que l'électricité et le gaz pour des rooftops et des rideaux d'air chaud. Cette solution est bénéfique pour la stabilité du réseau électrique en période « tendue » car il ne s'agit pas de réduire l'appel de puissance électrique de ces équipements mais de l'arrêter totalement. Elle permet également pendant cette période de maintenir le confort des occupants au niveau optimal. La bi-énergie est pertinente pour la flexibilité à l'échelle horaire (2h) et journalière. Toutefois, s'il ne s'agit pas de « biogaz », une énergie fossile et non renouvelable est souvent utilisée. Il serait donc préférable d'opérer un réajustement du fonctionnement des installations pendant la période d'effacement sur 2h voire, si cela est possible, pendant la période d'effacement journalier.

Le tableau suivant propose un classement de différentes solutions disponibles à ce jour en fonction de leur qualité environnementale.

Tableau 2 - Classement qualitatif des différentes solutions énergétiques favorisant ou augmentant le potentiel de flexibilité

Rang qualité environnementale	Solution	Famille	Commentaire
1	Stockage sur bâche de sprinklage	Stockage	mobilisation d'un équipement présent
1	Batteries de véhicules électriques	Stockage	mobilisation d'un équipement présent
2	Ballon de stockage	Stockage	
3	Biomasse (bois)	Bi-énergie	/!\ problématique de stockage du combustible
4	Biogaz	Bi-énergie	
5	Batteries électriques seules	Stockage	
En fonction du mix énergétique du réseau	Réseau urbain de chaleur / froid	Bi-énergie	Cadre réglementaire manquant à ce jour (janvier 2021)*
Hors sujet**	Autoconsommation photovoltaïque	Energies alternatives	**Voir commentaire ci-dessous
non valorisé	Gaz naturel	Bi-énergie	
non valorisé	Fioul	Bi-énergie	
non valorisé	Fioul - Groupe électrogène si déjà présent	Energies alternatives	mobilisation d'un équipement présent

**Il est à noter que dans la bi-énergie, les réseaux de chaleur et de froid pourraient être envisagés, en lien avec les réflexions sur l'échange d'énergie en peer-to-peer (ou blockchain). Cette solution n'est pas prête à l'heure actuelle car il manque un cadre juridique permettant d'échanger de l'énergie entre petits producteurs et consommateurs.*

***Autoconsommation photovoltaïque : cette solution est considérée hors sujet car elle ne favorise pas la flexibilité, soit elle contribue à la production et à la disponibilité d'électricité sur le réseau, soit elle évite un tirage sur le réseau. Ces deux possibilités sont permanentes et pas seulement pendant les besoins d'effacement.*

1.2.3. Sécurité

Par défaut, il a été exclu du guide les équipements des domaines suivants :

- Sécurité Incendie
- Accès (contrôles d'accès, ascenseurs, escalators, ...)
- Systèmes de surveillance
- Sécurité informatique (environ 8 % de la consommation totale d'énergie, en moyenne sur le parc tertiaire français selon une étude de RTE de 2017 et l'étude « ConsoIT » de l'ADEME en 2015)

En effet, il n'est pas envisageable de réduire la capacité de fonctionnement des équipements de sécurité incendie, ni la sécurité des personnes, ni la capacité des personnes à entrer ou sortir du bâtiment. Il en est de même pour la sécurité informatique.

Ainsi, dans la liste des systèmes du catalogue, aucun n'est supposé desservir l'un de ces usages.

Note : En ce qui concerne les ascenseurs et les escalators, une nuance peut être faite en fonction de la configuration du site. Il faudra veiller en premier lieu à la sécurité des personnes (pas d'arrêt alors que des personnes sont en train de les utiliser) et au maintien de l'accessibilité aux personnes à mobilité réduite. Il peut alors être envisagé, sur les périodes de flexibilité de ne pas arrêter les ascenseurs d'un bâtiment de faible hauteur mais d'en restreindre l'accès aux personnes avec des difficultés de déplacement (personnes porteuses de handicap, personnes âgées, femmes enceintes, ...).

1.2.3.1. Locaux techniques

Egalement pour des raisons de sécurité, l'éclairage et la ventilation des locaux techniques ne doivent pas faire partie du périmètre flexible. Il est nécessaire de maintenir ces usages en fonctionnement pour ne pas augmenter les risques d'accident des techniciens et autres personnes pouvant intervenir dans ces locaux.

Il est donc nécessaire de vérifier que les circuits d'éclairage de ces locaux sont indépendants et ne sont pas associés à un circuit qui pourrait être flexibilisé.

1.3. Limites de la flexibilité

Nous pouvons recenser plusieurs types de limites de la flexibilité énergétique des bâtiments :

- Les limites techniques
- Les limites humaines
- Les limites contractuelles

Elles sont détaillées dans les chapitres suivant.

1.3.1. Limites techniques

Comme indiqué dans le catalogue, la plupart des équipements peuvent être arrêtés et redémarrés pour des durées dont les ordres de grandeur sont de 30 min, 2h ou 1 jour, d'un point de vue technique. Cependant, pour ce qui est des productions de chaud ou de froid, en fonction de la puissance de l'installation, il n'est pas forcément pertinent de procéder à un arrêt de courte durée à cause de l'inertie des systèmes de production. Selon le retour d'expérience des exploitants-mainteneurs, c'est le cas pour les productions de chaleur supérieures à 600kW et les productions de froid supérieures à 300 kW.

D'autre part, l'arrêt régulier de certains équipements techniques pourrait engendrer leur usure prématurée et leur remplacement, en tout ou partie, plus fréquent que sans application de la flexibilité. Il conviendra alors, en plus de la lecture du présent catalogue, de se renseigner auprès des constructeurs de la garantie sur la durée de vie de leurs équipements par rapport à un nombre d'arrêts et redémarrages. Cela est propre à chaque modèle de chaque fabricant et n'a donc pas pu être renseigné dans le tableau. Certains fournisseurs s'engagent sur un nombre d'heures de fonctionnement (voir quelles sont les conditions « normales » d'utilisation), tandis que d'autres s'engagent sur un nombre de cycles d'allumage. Cette différence est particulièrement présente sur l'éclairage.



D'après les résultats du projet Intermittence + de l'ADEME et VIESSMANN, les PAC sont équipées de sécurités permettant de ne pas répondre à la sollicitation d'arrêt / redémarrage si son application peut endommager l'équipement. Le temps minimum à observer entre deux cycles est d'environ 6 minutes, pour le matériel VIESSMANN, pour éviter la casse du circuit. Par ailleurs, certains modèles, destinés à l'étranger, sont équipés de volumes de stockages permettant de répondre aux besoins de délestage du réseau pendant les pics tarifaires.

La flexibilité énergétique étant encore peu développée dans le secteur tertiaire en France, aucun retour d'expérience ne peut dégager de tendance sur l'impact sur la durée de vie par type d'équipements à ce jour. Aussi, sur la CVC, la flexibilité consiste en général à réduire les consignes, notamment de température. Les équipements n'étant pas arrêtés, cela ne pose pas de problème d'arrêt / redémarrage. Ceci est une pratique courante en période d'inoccupation qui est très bien supportée par les équipements. Les cas dans lesquels les équipements pourraient être mis à mal seraient si les réduits associés à la flexibilité obligeaient à les faire fonctionner en sous-régime. Cela peut arriver particulièrement dans les cas où les équipements sont surdimensionnés.

Par ailleurs, il convient de croiser les possibilités techniques liées aux équipements, aux possibilités techniques liées au bâtiment (inertie), aux possibilités de régulation (typologie des distributions, régulation, connectivité) ainsi qu'aux usages (limites humaines et contractuelles).

1.3.2. Limites humaines

En fonction des usages assurés par certains équipements, une dégradation de service peut être plus ou moins acceptée ou tolérée par les utilisateurs. Certains de ces usages sont d'ailleurs encadrés par la loi, en particulier par le code du travail, ou par des accords syndicaux (voir le chapitre suivant). Au-delà de ces encadrements, il est nécessaire de maintenir un certain confort de travail pour conserver le bien-être des occupants. Une démarche de communication et de pédagogie peut faciliter l'adhésion des personnes à la flexibilité et ainsi augmenter le potentiel de flexibilité du bâtiment.

Par exemple, si une action est menée sur l'éclairage, que l'éclairage général est éteint pendant les heures de pointes, il peut être pertinent de laisser la main aux utilisateurs sur les éclairages d'appoint pour ceux qui en auraient besoin.

De même, si une action est envisagée sur des usages tels que la distribution automatique de café, avec une réduction de service, la prise en compte de l'avis des salariés sera probablement nécessaire pour éviter des tensions. Pour cet exemple, il est également nécessaire d'étudier le contrat passé avec le distributeur car une réduction de service pendant 2h par jour impacterait ses ventes (voir le chapitre suivant « Limites réglementaires et contractuelles »).

1.3.3. Limites réglementaires et contractuelles

Certaines réglementations tels que le Code du Travail et certains accords tels que les conventions collectives et accords syndicaux indiquent des minimums à respecter en terme de :

- Niveaux d'éclairement sur les postes de travail et dans les circulations
- Apport d'air hygiénique (débits d'air neuf minimum)
- Température intérieure
- Services aux salariés

Il est important de veiller de ne pas aller à l'encontre des réglementations et des accords syndicaux et de travailler pour faire évoluer ces derniers si nécessaire et si possible.

Les textes de référence sont les suivants :

Tableau 3 - Références des textes réglementaires et normatifs donnant les consignes minimum de ventilation, températures et éclairage

Texte	Périmètre d'application
CODE DU TRAVAIL – Titre 2 : Obligations de l'employeur pour l'utilisation des lieux de travail – Chapitre III : Eclairage, ambiance thermique – Section 1 : Eclairage (Articles R4223-1 à R4223-12)	Eclairage
Circulaire du 11 avril 1984 relative au commentaire technique des décrets 83-721 et 83-722 du 2 août 1983 relatifs à l'éclairage des lieux de travail	Eclairage
Norme Européenne NF EN 12464-1	Eclairage
CODE DU TRAVAIL – Titre 2 : Obligations de l'employeur pour l'utilisation des lieux de travail – Chapitre II : Aération, assainissement – Section 1 à 3 (Articles R4222-1 à R4222-17)	Ventilation
CODE DU TRAVAIL – Titre 2 : Obligations de l'employeur pour l'utilisation des lieux de travail – Chapitre III : Eclairage, ambiance thermique – Section 2 : Ambiance thermique (Articles R4223-13 à R4223-15) <i>Note : pas de température précisée</i>	Température
NF X35-203 / ISO 7730 (non obligatoire)	Température

De même, pour éviter tout litige, il est important de se renseigner sur les contrats passés avec les différents prestataires de service qui pourraient être impactés (distribution de boissons chaudes par exemple) et d'apporter soit des solutions techniques (ex : ajout d'un ballon de stockage pour la machine à café) soit des clauses contractuelles incluant la flexibilité du service.

2. Définition du gisement de flexibilité

La définition du gisement de flexibilité dépend de différents critères tels que la durée, le délai de mobilisation et la saison. La durée de la flexibilité dépend de l'inertie du bâtiment, du scénario de flexibilité adopté, mais aussi de la capacité à s'arrêter et redémarrer des équipements impactés. Le délai de mobilisation dépend de la pilotabilité des équipements et du niveau de connectivité de la GTB (avec l'extérieur), mais aussi de l'inertie du bâtiment dans le cas où il est nécessaire de « charger » le bâtiment, en chaud ou en froid, avant l'effacement. La saison a un impact sur les usages consommateurs et donc sur les équipements disponibles pour la flexibilité : en hiver, il s'agira, entre autre, des équipements de chauffage tandis qu'en été, cet usage sera remplacé par les équipements de climatisation. Les puissances et les consommations de chauffage et de climatisation étant différentes, le potentiel de flexibilité en hiver et en été seront différents.

Ainsi, il sera courant d'avoir plusieurs valeurs de potentiel d'effacement, par exemple pour 30 min, 2h et 1j (ou 8h), qui se déclineront suivant été/hiver et qui pourront encore être modéré en fonction du délai d'information. C'est d'ailleurs le principe de fonctionnement de l'indicateur GoFlex du Gimélec qui permet de calculer rapidement les gisements de flexibilité d'un bâtiment en vue d'une valorisation auprès d'un agrégateur.



3. Influence de la régulation et de la connectivité sur la flexibilité

Dès lors qu'il est techniquement possible d'arrêter et redémarrer ou de réduire le fonctionnement d'un équipement sans risquer de casse matérielle, les possibilités de pilotage en place ou prévues prennent une part importante dans le potentiel de flexibilité du bâtiment.

D'une manière générale, plus les équipements sont équipés d'organes de régulation permettant d'entrer une consigne et sont connectés, plus le bâtiment est flexible.

Nous pouvons noter plusieurs niveaux de pilotage des équipements :

Tableau 4 - Influence du niveau de pilotage des équipements sur le potentiel de flexibilité

Pilotage	Possibilités	Impossibilités	Potentiel de flexibilité
Tout ou Rien (TOR)	permet d'éteindre les équipements complètement	ne permet pas d'opérer un réduit	Moyen voire faible sur les équipements hors éclairage
Consigne parmi une plage de possibilités	permet les réduits et les coupures des équipements		Elevé

De même, il y a plusieurs niveaux de connectivité :

Tableau 5 - Influence du niveau de connectivité des équipements sur le potentiel de flexibilité

Connectivité	Détails	Potentiel de flexibilité
Non connecté	Réglage manuel – pas de flexibilité possible	Nul
Remontée d'information à la GTB	Réglage manuel – pas de flexibilité possible	Faible et minimum J-1
Pilotable avec la GTB	Pilotage depuis la GTB – nécessite un opérateur pour appliquer la flexibilité depuis la GTB	Moyen
Communicant avec le réseau	Pilotage autonome en fonction d'un signal envoyé depuis l'extérieur, par le réseau	Elevé

Il peut y avoir différents niveaux de connectivité en fonction des équipements au sein d'un même site.

En fonction des possibilités de pilotage du bâtiment, il peut être envisagé des compléments informatiques (programmes) ainsi que des compléments humains.

Dans le cas où la GTB permet uniquement de visualiser des « états » d'équipement, tel que « marche / arrêt » ou « fonctionnement à X % », il sera nécessaire de déployer les moyens humains permettant d'agir manuellement sur la régulation de l'équipement. En fonction de l'importance du site et de l'équipe en charge, il faudra prévenir de la flexibilité au minimum 1 jour ouvré à l'avance.

Dans les cas où la GTB permet d'envoyer des informations aux équipements et donc de les piloter, il est relativement facile pour un agrégateur de s'interfacer à la GTB, quelle qu'elle soit, avec un protocole Modbus. L'agrégateur peut alors envoyer le signal d'effacement. Lorsque le protocole n'est pas du Modbus, une passerelle est possible. Le seul prérequis est que la GTB permette de piloter les équipements. Si la GTB est communicante, cela facilite l'interfaçage avec l'agrégateur.

Note sur la GTB :

Il existe différents types de GTB permettant différents niveaux d'actions

- Niveau 1 : remontée d'information
- Niveau 2 : Niveau 1 + action sur les équipements
- Niveau 3 : Niveau 2 + communication avec le réseau

Parallèlement, selon les « options » achetées, les GTB peuvent également permettre de :

- Enregistrer les historiques des données remontées
- Visualiser le plan de comptage avec données de consommations lorsque les remontées de compteurs existent
- Visualiser les équipements (et plan de comptage) à distance grâce à une page internet
- Remonter et prioriser les alarmes de sécurité (ascenseurs, sprinkler, SSI, Groupe électrogène, ...)

4. Influence de la typologie du bâtiment sur la flexibilité

4.1. Typologies de distribution des fluides

Il existe deux typologies de distribution des fluides dans un bâtiment qui sont caractéristiques de différentes époques. Dans les années 1960 à 1980, la distribution était verticale : il existait dans les immeubles, une colonne par zone de distribution. A partir des années 1990, la distribution verticale a coexisté avec la distribution horizontale, avec laquelle, les colonnes se situent à certains points stratégiques et en nombre limité (sur les paliers pour les immeubles d'habitation, en quelques points centraux dans les bâtiments tertiaires), puis la distribution est horizontale par étage, à partir des colonnes. A partir des années 2000, seule la distribution horizontale a été mise en place.

Ces différences de distribution impactent la possibilité et la finesse du pilotage de la flexibilité. Le tableau suivant détaille les principales configurations pouvant être retrouvées sur les distributions des différents fluides (CVC, électricité).

Tableau 6 - Influence du type de distribution des fluides sur la définition des ensembles pilotables en flexibilité

Distribution	Flexibilité
Verticale	Bâtiment entier Par colonne
Horizontale, 1 circuit par étage	Bâtiment entier Par étage
Horizontale, 2 circuits par étage (ex : Nord/Sud)	Bâtiment entier Par étage Par demi-étage (ex : Nord/Sud)
Horizontale, 1 circuit par façade	Bâtiment entier Par étage Par façade
+ Circuits spécifiques en fonction des usages / types de locaux	+ Par usage / types de locaux



Plus la distribution des fluides est fine, c'est-à-dire, plus il y a de réseaux spécifiques en fonction des types de besoins des locaux, et plus cela permet d'avoir un potentiel de flexibilité élevé tout en maintenant le confort, notamment dans les zones les plus défavorisées du bâtiment, à condition que des organes de pilotages commandés à distance soient associés à ces circuits. A l'inverse, certains réseaux électriques, en particulier, ont une configuration très limitante vis-à-vis de la flexibilité car les circuits ne sont pas propres à des usages ou des zones mais les mélangent.

Exemple 1 :

Dans ce premier exemple, chaque bureau est équipé d'un module de traitement d'air qui assure l'apport d'air neuf ainsi que le traitement en température, la production thermodynamique de chaleur et de froid étant propre et intégrée à chaque module. Les modules sont équipés de différentes sondes et capteurs qui sont connectées à la GTB et permettent de remonter notamment les informations de températures et de débits associés à chaque module, et donc à chaque bureau. La GTB permet également d'envoyer des ordres à chaque module, individuellement, ou par groupe à définir. Elle permet d'imposer une consigne ou de laisser la possibilité aux occupants d'y déroger. Cet ensemble matériel et logiciel permet d'envisager tous les scénarios possibles de la flexibilité car il permet à la fois d'imposer des consignes à tous les équipements du bâtiment facilement et à la fois de personnaliser dans le détail du bureau.

Sur le plan ci-dessous, chaque rectangle correspond à un module de traitement d'air, et chaque couleur correspond à une programmation différente.

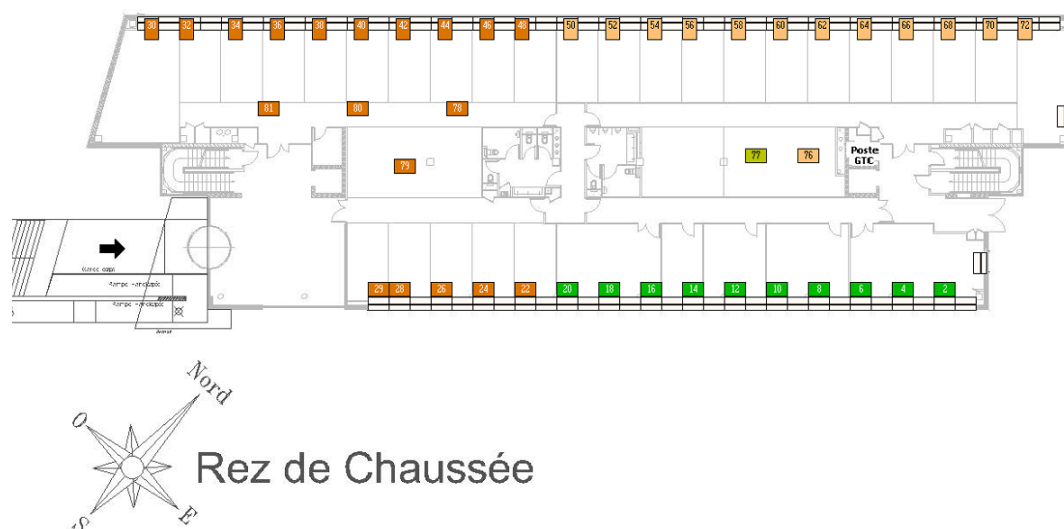


Figure 2 - Exemple vue GTB en plan

En supplément la GTB enregistre un historique de toutes les données remontées pendant 2 ans.

Exemple 2 :

Voici un exemple de plan de comptage électrique, sur un bâtiment tertiaire de 2 étages :

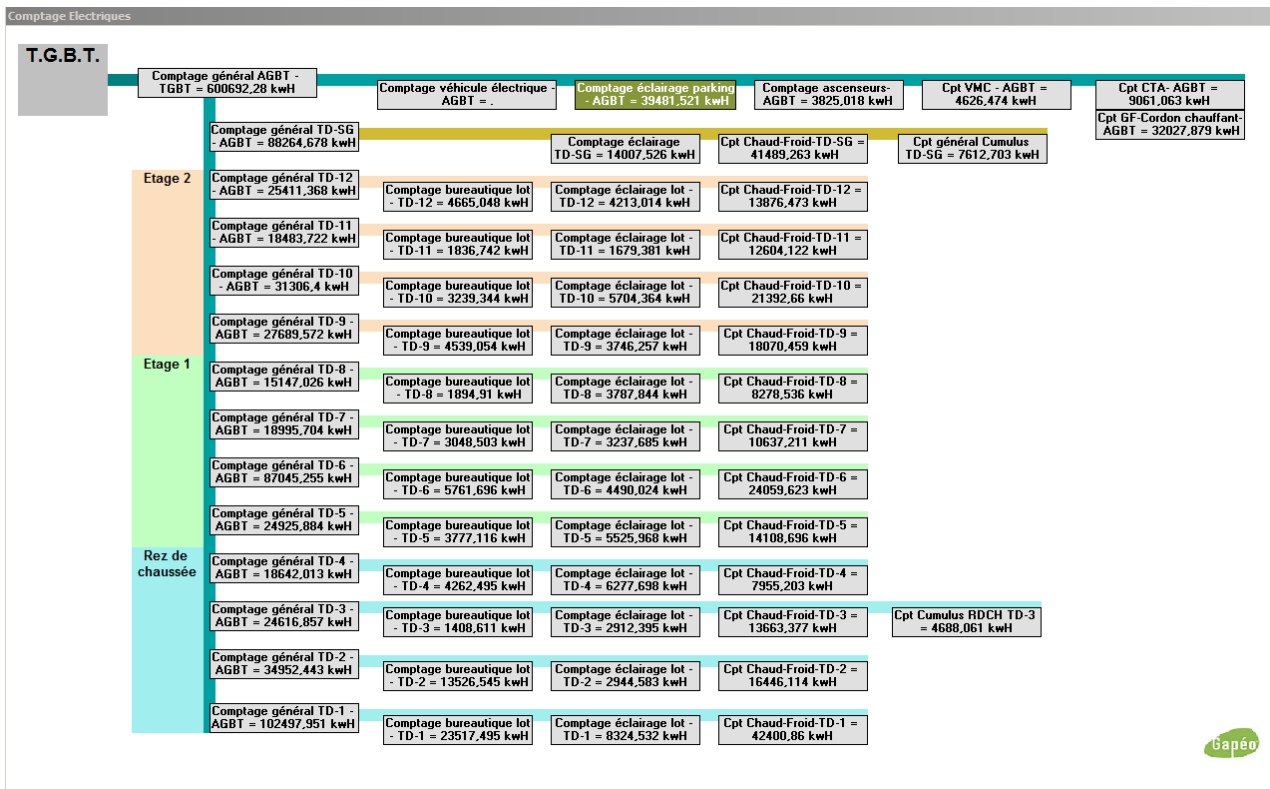


Figure 3 - Exemple de plan de comptage électrique d'un bâtiment tertiaire

On voit ici que la distribution électrique, reflétée par le plan de comptage, se fait par zone et par usage, avec 4 zones par étages et les usages suivants :

- Bureautique
- Eclairage
- CVC (Chaud-Froid)
- ECS (Cumulus)

Ainsi que, indépendamment des étages :

- Véhicules électriques
- Eclairage parking
- Ascenseurs
- VMC
- CTA

Ce plan de comptage permet, à condition de placer des automates sur chaque circuit, d'agir sur chacun d'eux pour activer / désactiver la flexibilité :

- Effacement sur la CVC, l'ECS et les véhicules électriques
- Stimulation (consommation) sur les véhicules électriques.

Dans ce cas, l'effacement sur la CVC peut se faire à la précision de la zone et ainsi adapter les commandes en fonction de la réaction de chaque zone du bâtiment. Avec un tel plan de comptage, il est également possible d'opérer la flexibilité sur une partie du bâtiment en fonction du souhait de certains locataires ou usagers de faire partie de ce type de programme.



4.2. Combinaison de la typologie de distribution et de la typologie de régulation

Les tableaux suivants sont une aide pour identifier les « circuits » flexibilisables en fonction de la typologie des distributions et de la régulation de manière un peu plus précise. Ce chapitre regroupe trois tableaux présentant les usages suivants : éclairage, usage thermique (chauffage et climatisation) et ventilation.

Tableau 7 - Influence de la distribution et de la régulation sur les possibilités de flexibilité de l'éclairage

Eclairage	Type d'installation / régulation	Scénarios possibles sans gradation de puissance	Scénarios possibles avec gradation de puissance	Commentaires
Circulations	1 seul circuit (par étage)	-	gradation de l'éclairage	
Circulations	circuit de veille et circuit normal (circulation)	extinction du circuit normal d'éclairage des circulations	extinction du circuit normal d'éclairage des circulations ou gradation de l'éclairage	
Circulations	plusieurs circuits et détection de présence (chemin)	-	gradation de l'éclairage	La circulation n'éclaire que le chemin emprunté - Gestion énergétique optimisée
Bureaux	commande individuelle uniquement	sur participation des occupants uniquement - pas de garantie	sur participation des occupants uniquement - pas de garantie	
Bureaux	pilotage par commande généralisée et commande manuelle locale	Extinction possible à 100 % mais sans blocage de l'éclairage (commande locale possible)	Extinction et/ou gradation possible à 100 % mais sans blocage de l'éclairage (commande locale possible pour allumer/éteindre)	
Salles de réunion	1 circuit par salle	Extinction possible à 100 % mais sans blocage de l'éclairage (commande locale possible)	Extinction et/ou gradation possible à 100 % mais sans blocage de l'éclairage (commande locale possible pour allumer/éteindre)	

Tableau 8 - Influence de la distribution et de la régulation sur les possibilités de flexibilité du chauffage et de la climatisation

Chauffage / Climatisation	Type d'installation / régulation	Flexibilités possibles	Commentaires
Bureaux	régulation centralisée uniquement	Réduction de la consigne sur tous les bureaux	Dans le cas d'émetteurs à eau, si le réseau de distribution n'est pas équilibré, certains bureaux risquent de ne pas avoir la température minimum souhaitée mais d'être en dessous
Bureaux	régulation individuelle	sur participation des occupants uniquement - pas de garantie	
Bureaux	régulation individuelle et commande centralisée avec forçage possible	Réduits par groupe de bureaux en fonction des possibilités de la GTB : Faire des groupes en fonction des façades. Blocage de la consigne	
Circulations	régulation centralisée	Réduction de la consigne sur les circulations	En général, non chauffé spécifiquement
Plateau entier	régulation par étage	Réduction de la consigne par étage ou bâtiment	

Tableau 9 - Influence de la distribution et de la régulation sur les possibilités de flexibilité de la ventilation

Ventilation	Type d'installation / régulation	Flexibilités possibles	Commentaires
Bureaux	régulation centralisée uniquement	Réduction de la consigne au minimum d'air neuf hygiénique ou minimum pour maintenir la température de période de flexibilité	
Bureaux	régulation individuelle	sur participation des occupants uniquement - pas de garantie	
Bureaux	régulation individuelle et commande centralisée avec forçage possible	Réduction de la consigne au minimum d'air neuf hygiénique ou minimum pour maintenir la température de période de flexibilité	
Circulations	régulation centralisée	Réduction de la consigne au minimum d'air neuf hygiénique ou minimum pour maintenir la température de période de flexibilité	En général, reprise d'air



5. Scénarios de flexibilité

Ce chapitre présente dans un premier temps une liste de scénarios envisageables avec une comparaison qualitative sur la puissance effacée, la durée d'effacement, l'effet rebond et le niveau de pilotabilité requis. Dans un second temps, il fait le lien avec les scénarios étudiés par les contributeurs à l'étude FLEXENR.

5.1. Scénarios envisageables

Pour un même bâtiment, plusieurs scénarios peuvent être possibles en fonction de sa pilotabilité. Il s'agit donc de bien identifier son niveau de pilotabilité mais aussi son inertie qui va influencer la pertinence de la durée d'effacement choisie sur un local. Il a été imaginé les scénarios suivant, pour exemple, mais cette liste n'est pas exhaustive et d'autres scénarios peuvent être imaginés en fonction des spécificités de chaque bâtiment.

- Flex généralisée 2h :
 - But : maximiser la puissance effacée et la durée mais attention à l'effet rebond
 - Principe : Réduire les consignes de l'ensemble du bâtiment pendant 2h
- Flex généralisé Xh inertie :
 - But : optimiser l'ensemble {puissance effacée ; durée ; effet rebond}
 - Principe :
 - Réduire les consignes de l'ensemble du bâtiment pendant un temps en fonction de l'inertie du bâtiment
 - Note : la durée de la Flex peut être inférieure à 2h, en fonction de la qualité d'isolation et de l'inertie du bâtiment. D'une manière générale, un bâtiment récent aura une durée de Flex admissible plus longue qu'un bâtiment ancien et pouvant atteindre les 2h. Pour un bâtiment ancien, l'atteinte des 2h est peu probable.
- Tout effacer pendant 30 min :
 - But : Avoir un maximum de puissance effacée
 - Principe :
 - Réduire l'éclairage au minimum possible
 - Arrêter le chauffage / la climatisation voire la ventilation de zones non denses pendant 30 min
- Roulement de 30 min sur 2h :
 - But : limiter l'inconfort des occupants dans le temps tout en minimisant l'effet rebond
 - Principe : Faire un roulement, dégrader le confort pendant 30 minutes par étage ou par zone et organiser une rotation des étages / zones sur 2 heures
- Tranches de flexibilités :
 - But : optimiser l'ensemble {puissance effacée ; durée ; effet rebond}
 - Principe : Avoir des tranches de flexibilités de puissances et de durées différentes, par exemple, par type de postes de consommation (exemple : Flex 2h sur l'éclairage et 1h30 sur le chauffage), ou par type de locaux ou par zones
 - Note : ce type de scénario ne doit pas comporter un trop grand nombre de « tranches », chaque tranche devant avoir une puissance et une durée d'effacement suffisamment importantes pour être intéressantes seules ou cumulées.

Dans les deux scénarios de « Flex généralisée », les réduits peuvent être différents en fonction des zones et de leurs usages et inertie.

Le tableau suivant récapitule et classe qualitativement les différents scénarios en fonction des critères de puissance effacée, de durée d'effacement et d'effet rebond. Le niveau de pilotabilité et le champs d'application y sont aussi indiqués.

Tableau 10 - Synthèse qualitative des différents scénarios de flexibilité envisageables (liste non exhaustive)

Scénario	Puissance effacée	Durée effacement	Effet rebond	Niveau de pilotabilité requis	Application : (Bâtiment récent / Bâtiment ancien)
Tout effacer pendant 30 min	+++	--	+	Minimum	Ancien, Récent
Roulement de 30 min sur 2h	--	++	+	Par étage	Ancien, Récent
Flex généralisée 2h	++	++	-	Minimum	Récent
Flex généralisé Xh inertie	++	+	/	Minimum	Ancien, Récent
Tranches de flexibilités	++	++	/	Par tranche	Ancien, Récent

Légende : les signes « + » correspond à ce que l'on recherche, c'est positif pour la Flex ; les signes « - » correspondent à des effets négatifs ; le signe « / » est neutre (comprendre « impact limité »).

Attention, la lecture du tableau précédent est à mettre en perspective avec la qualité constructive du bâtiment étudié. Si le classement des différents scénarios reste le même sur les différents critères (Puissance effacée, Durée effacement et Effet rebond), la valeur attribuée (avec les signes « + » et « - ») doit être dégradée pour un bâtiment non isolé. Dans le champs d'application, le terme « ancien » correspond à un bâtiment ancien et non rénové, possédant très peu voire aucune isolation. Le terme bâtiment « récent » correspond à un niveau de performance proche de la RT2012.

5.2. Scénarios étudiés dans l'étude FLEXENR

L'étude FLEXENR a pris pour objet des bâtiments récents (minimum RT2012), bien isolés et avec des moyens de pilotage performants. L'étude a montré que l'effacement par un réduit des consignes était privilégié et qu'il pouvait atteindre une durée de 2h, avec néanmoins une compensation ultérieure (effet rebond). Plus l'effacement intervient en fin de journée et plus l'effet rebond est limité grâce au chargement thermique du bâtiment et à l'approche du réduit de nuit. Pour plus d'informations, veuillez-vous reporter au livrable de la sous-tâche 3.3 du projet FLEXENR : Bilan des études de flexibilité.

D'après l'étude Smart Electric Lyon, cette performance n'est pas atteinte sur des bâtiments moins performants et la durée d'effacement optimum est inférieure à 2h.

6. Méthodologie de détermination expérimentale de la flexibilité d'un bâtiment existant

Ce chapitre propose une méthode permettant d'évaluer par l'expérimentation la flexibilité d'un bâtiment existant, sans ajout ou modification de matériel. En premier lieu, une méthode de ciblage est proposée. Celle-ci repose sur l'analyse énergétique. Elle n'est pas nécessaire mais recommandée avant d'appliquer la méthode expérimentale. La méthode de ciblage permet de mettre en évidence les postes de consommations présentant les plus forts potentiels de flexibilité. La méthode expérimentale est proposée en second lieu. Elle permet de vérifier par l'expérience les potentiels de flexibilité des postes de consommation ou équipements préalablement identifiés. Une composante permettant d'évaluer l'adhésion à la flexibilité et la tolérance des occupants du bâtiment à une légère dégradation du confort est également proposée.



6.1. Méthode de ciblage : Analyse énergétique et technique

Les gisements de flexibilité d'un bâtiment existant peuvent être trouvés suivant une méthodologie en deux parties. La première partie consiste en une analyse énergétique du bâtiment à travers l'étude des consommations et des appels de puissance.

Dans un premier temps, la connaissance de la répartition des consommations permet de cibler les postes fortement consommateurs, qui représentent probablement les plus gros gisements en termes d'énergie (puissance x durée).

Dans un second temps, l'étude du ou des profils d'appels de puissance permet d'identifier les éléments ayant de forts appels de puissance, qu'ils soient de longue ou de courte durée, et permet d'identifier à la fois les gisements les plus importants en termes de puissance et les gisements les plus flexibles sur leurs horaires.

Différentes technologies de comptage sont disponibles pour permettre de déterminer la répartition des consommations et les profils d'appels de puissance. Certaines sont intrusives et permanentes comme l'installation de compteurs/sous-compteurs supplémentaires. D'autres sont mobiles et non intrusives, pouvant être installées temporairement ou en permanence. Des technologies d'analyse des fréquences électriques sont également disponibles dans cette dernière catégorie. Elles permettent de reconnaître et attribuer puissances et consommations à un type d'équipement particulier à travers sa signature électrique, notamment grâce à une intelligence artificielle.

L'établissement des profils des appels de puissance nécessite un enregistrement des données toutes les 10 minutes. Ce profil peut être établi sur le compteur électrique général mais peut également être établi pour chaque poste de consommation à condition que le compteur soit communicant ou associé à une GTB disposant d'un enregistrement des données à un pas de temps suffisamment fin.

A la fin de cette première partie, il serait intéressant de superposer le profil de l'appel de puissance avec la répartition type des heures d'effacement. Pour exemple, les graphes suivant sont issus de l'étude FLEXENR Livrable Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilités.

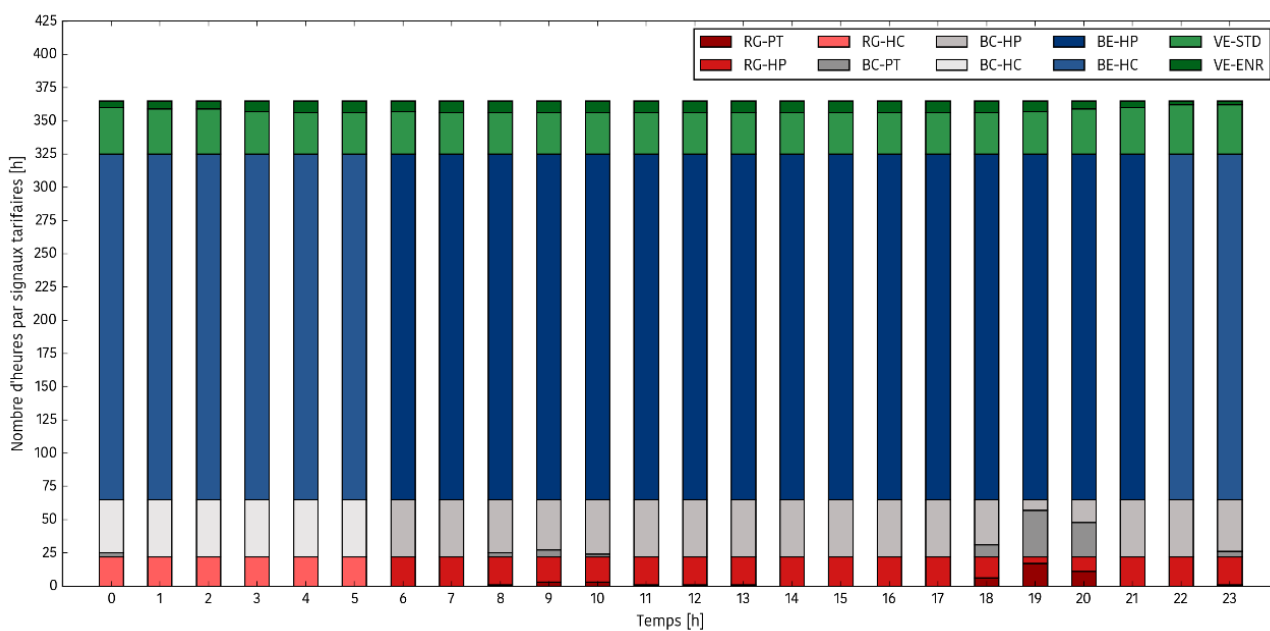


Figure 4 - Répartition des signaux tarifaires sur 24h pour l'année 2017 (source : FLEXENR Livrable Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilités)

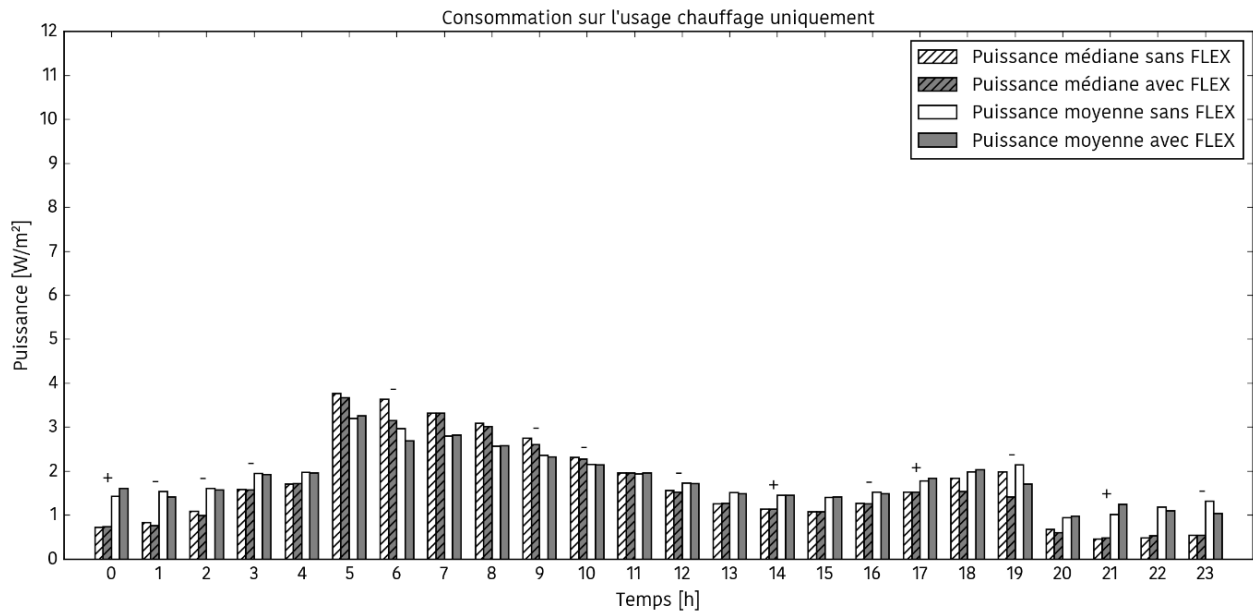


Figure 5 - Projet no. 1 – configuration de base : puissances horaires moyennes et médianes sur 24 h en 2017 dans la situation de référence et pour la stratégie « HP/HC MOD » à l'échelle du chauffage uniquement (source : FLEXENR Livrable Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilités)

Dans ce cas, nous voyons que la plupart des heures les plus tendues, pendant lesquelles il serait le plus pertinent de s'effacer, ont lieu entre 8 et 10h et entre 18h et 20h ; tandis que les plus forts appels de puissance ont lieu entre 5h et 8h. Cela ne signifie pas qu'il n'est pas pertinent d'appliquer la flexibilité en raison d'un potentiel moindre. Cela signifie, que, d'une manière générale :

- la flexibilité ne « gênera » pas la remise en chauffe du bâtiment le matin mais il est possible que la puissance appelée en amont de l'effacement soit légèrement plus important ou que la durée de la relance soit un peu plus longue (ce qui n'est toutefois pas observé dans ce cas précis)
- la flexibilité ne permettra pas d'écarter la pointe et donc de diminuer le dimensionnement des équipements, cela concernera plutôt une stratégie de pilotage général de l'efficacité énergétique

La deuxième partie consiste à analyser la constitution technique du bâtiment grâce à l'ensemble des chapitres précédents afin de déterminer les scénarios possibles en fonction de la réalité technique du site. Les éléments à regarder sont les suivants :

- Typologie du bâtiment
- Typologie de la distribution des fluides
- Typologie de la régulation et connectivité

Les chapitres précédents apportent des solutions techniques aux différentes situations possibles.

La considération de ces deux aspects, comportement énergétique et constitution technique, permet de déterminer quels scénarios de flexibilité sont possibles et d'évaluer lesquels sont les plus pertinents.



6.2. Méthodologie expérimentale

La méthodologie proposée ici s'applique également en deux phases.

La première phase consiste à déterminer ou vérifier le potentiel technique de flexibilité. Les occupants ne sont pas prévenus des essais ou alors n'ont pas connaissance des conditions et de la planification des essais.

Dans cette phase, un essai préliminaire permet de tester le potentiel maximum de puissance et de temps possible en mettant en valeur l'inertie du système et du bâtiment. Il s'agit ici d'arrêter un équipement ou de le réduire au minimum et d'observer la dégradation du service au cours du temps.

Ensuite, une vague d'essais est menée sur plusieurs jours discontinus et à différentes heures de la journée. Cette vague d'essais permet de tester la réaction du bâtiment à l'effacement ou à la stimulation énergétique à différentes périodes et donc suivant différentes contraintes.

Il est possible de répéter ensuite cette vague d'essais sur des jours consécutifs afin de mesurer l'impact d'un effacement ou d'une stimulation sur le potentiel de flexibilité disponible le(s) jour(s) suivant(s).

La deuxième phase consiste à évaluer le potentiel humain de la flexibilité. Cette phase nécessite tout d'abord un travail de communication afin de présenter la démarche et surtout, les raisons et nécessités d'appliquer la flexibilité énergétique. Ensuite, des essais sont réalisés tous les jours à différentes heures pendant plusieurs semaines. Des questionnaires pour recueillir l'avis des usagers peuvent être envoyés pendant les périodes d'essais (1 fois par semaine par exemple) de façon à recevoir les réactions « à chaud ». Ces questionnaires peuvent également être envoyés plus tard pour recueillir les réactions « à froid » des occupants. L'ensemble des réponses permettront de mesurer l'adhésion des usagers à la démarche et l'efficacité de la communication adoptée.

L'encadré suivant présente un exemple de processus d'évaluation du potentiel d'effacement sur le chauffage :

Phase 1 : Détermination du potentiel de flexibilité du CVC et de l'éclairage

Ne pas prévenir les occupants, ou du moins ne pas leur fournir le planning des essais.

Essai 1 : Couper les Modules de Traitement d'Air (MTA) et laisser dériver

Faire un essai en coupant les MTA et en laissant la température dériver tant que $T > 19\text{ °C}$

But :

Déterminer en combien de temps se décharge le bâtiment.

Nécessite :

- L'enregistrement de la température intérieure des bureaux (chaque bureau de préférence pour avoir une cartographie de la réaction du bâtiment).
- Noter quelle est la météo pendant l'essai (couverture nuageuse, Température extérieure, date, heure)
- Ne pas faire cet essai un lundi

Analyse des résultats :

t = le temps que l'air intérieur atteigne 19 °C

- Si $t > 2\text{h}$, alors
 - Pour les prochains essais, couper les MTA 2h (tant que $T > 19\text{ °C}$)
- Si $t < 2\text{h}$, alors
 - Pour les prochains essais, effectuer un réduit à $T = 19\text{ °C}$
 - Et effectuer des essais en réduisant les débits d'air neuf et de soufflage
- Si le rebond est important, pour les prochains essais, anticiper une relance réduite.

Et essayer en chargeant le bâtiment en température à l'avance.

- Regarder en combien de temps les équipements s'arrêtent. Cela donnera le temps d'anticipation minimum à prévoir.

Essais 2 : vague d'essais occasionnels

Prendre la main sur les consignes des MTA et les bloquer en réduit pour que $T = 19\text{ °C}$

- Durée des essais 2h max + 2h max par jour (soit 1 x 2h soit 2 x 1h)
- Réaliser les essais suivants (1 jour sur 2) :
 - Essai 2.1 à 14h
 - Essai 2.2 à 16h
 - Essai 2.3 à 10h
 - Essai 2.4 à 8h : prévoir une relance / charge du bâtiment avant 8h ?
 - Suivant les résultats, essayer de faire cet essai un lundi matin à 8h ou 9h

Essais 3 : vague d'essais réguliers

Prendre la main sur les consignes des MTA et les bloquer en réduit pour que $T = 19\text{ °C}$

- Durée des essais 2h max + 2h max par jour (soit 1 x 2h soit 2 x 1h)
- Réaliser les essais suivants (jours consécutifs hors weekend) :
 - Essai 3.1 à 14h
 - Essai 3.2 à 16h
 - Essai 3.3 à 10h
 - Essai 3.4 à 8h –à faire en semaine et le lundi (avec ou sans relance anticipée en fonction des résultats des essais 2)
 - Essai 3.5 à 11h
 - Essai 3.6 à 15h
 - Essai 3.7 à 9h
 - ...

Phase 2 : Essais de flexibilité dans la durée

Sensibiliser les occupants et réaliser des coupures / réduits tous les jours sur une période de plusieurs semaines (3-4 semaines).

- Réaliser la sensibilisation des occupants : réunion d'information / mails / ...
- Réaliser des coupures / réduits tous les jours en faisant varier les horaires d'un jour à l'autre et d'une semaine à l'autre
- Recueillir l'avis des occupants

7. Catalogue des équipements

Le catalogue des équipements suivant détaille les capacités de flexibilité de chaque type d'équipement en précisant :

- Si la capacité d'arrêt concerne le système ou d'un sous-système,
- L'ordre de grandeur de la durée de la flexibilité,
- Le renfort possible de flexibilité ou stockage,
- Les possibles modes de pilotage,
- Les possibles freins ou difficultés de gisements.

Ce catalogue a été établi grâce à l'expérience opérationnelle d'un responsable d'exploitation Dalkia.

Aide à la lecture :

Pour la capacité d'arrêt, certains sont notés « non (moyens) » : cela signifie qu'il s'agit d'un équipement permettant la flexibilité ou renforçant le potentiel de flexibilité. Par exemple, un ballon de stockage ne peut pas être arrêté mais permet de renforcer le potentiel de flexibilité.



Poste de consommation	Equipement	Capacité d'arrêt pour de la Flex (système / sous-système / non)	Ordre de grandeur de la durée de la Flex pour coupure (30min, 2h, 1j)	Renfort possible de flexibilité ou stockage	Possibles modes de pilotage (tout ou rien, consigne, cascado-cyclique,...)	Possibles freins ou difficultés de mobilisation du gisement
Eclairage	Eclairage courant	système	30min, 2h	éclairage d'appoint ponctuel, présence d'un éclairage de veille, sous-circuits	TOR, consigne (gradation)	usure prématurée suivant modèle et marque du matériel
	Eclairage veille	non				
	Eclairage de sécurité	non			TOR	
	Eclairage d'appoint	système (sans blocage) + renfort possible	30min, 2h, 1j		TOR	
	Décorations lumineuses	système	30min, 2h, 1j		TOR	usure prématurée suivant modèle et marque du matériel
Ventilation	Caisson d'extraction et d'insufflation pour VMC	système	30min, 2h, 1j	ventilation naturelle (fenêtres)	TOR, consigne	code du travail : min Air Neuf à assurer, extraction sanitaire...
	Tourelle hélicoïde standard ventilation	système	30min, 2h, 1j		TOR, consigne	code du travail : min Air Neuf à assurer, extraction sanitaire...
	Ventilateur hélicoïde ou axial	système	30min, 2h, 1j		TOR, consigne	code du travail : min Air Neuf à assurer, extraction sanitaire...
Chauffage	Terminaux avec batterie électrique	système	30min, 2h, 1j	branchement sur un réseau de distribution spécifique	consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Terminaux avec batterie à eau (chaude et/ou froide)	système	30min, 2h, 1j	distribution par façade	consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Aérotherme (électrique ou eau chaude)	système	30min, 2h, 1j			inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Plancher chauffant / rafraichissant	système	2h, 1j		consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Panneaux rayonnants (à eau)	système (si équipé de robinets thermostatiques connectés)	2h, 1j	robinets thermostatiques connectés	consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Panneaux radiants (à eau)	système (si équipé de robinets thermostatiques connectés)	2h, 1j	robinets thermostatiques connectés	consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Radiateurs	système (si équipé de robinets thermostatiques connectés)	30min, 2h, 1j	robinets thermostatiques connectés	consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Cassette à fluide caloporteur	système	30min, 2h, 1j		consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Ejecto-convecteur	système	30min, 2h, 1j		consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Ventilo-convecteur	système	30min, 2h, 1j		consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Module de Traitement d'Air (MTA)	système	30min, 2h, 1j		consigne	inertie du bâtiment, usage et convention collectives / accords syndicats : Températures

Poste de consommation	Équipement	Capacité d'arrêt pour de la Flex (système / sous-système / non)	Ordre de grandeur de la durée de la Flex pour coupure (30min, 2h, 1j)	Renfort possible de flexibilité ou stockage	Possibles modes de pilotage (tout ou rien, consigne, cascado-cyclique,...)	Possibles freins ou difficultés de mobilisation du gisement
	Chaudière à condensation	système	30min, 2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Chaudière (sans condensation) < 600 kW	système	30min, 2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Chaudière (sans condensation) > 600 kW	système	1j	bâche d'eau chaude	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Chaudière vapeur	système	1j		consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	plutôt utilisée dans les hôpitaux donc peu de potentiel de flex
	Chaudière biomasse	système	2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Brûleur gaz et FOD	système	2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	Eviter les arrêts de 30 min pour éviter les court-cycle
	Brûleur FOL	système (diminution)	2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	/!\ pas d'arrêt, seulement diminution
ECS						
	Ballon de stockage ECS	non (moyens)			consigne	Température la plus basse 55 °C pendant 2h pour raisons sanitaires
	Chaudière ECS à gaz	système (diminution à 55°C)	30min, 2h	Ballon de stockage ECS ou bâche d'eau chaude	consigne	Température la plus basse 55 °C pendant 2h pour raisons sanitaires
	Module de préparation ECS semi instantanée	système (diminution à 55°C)	30min, 2h	Ballon de stockage ECS ou bâche d'eau chaude	consigne	Température la plus basse 55 °C pendant 2h pour raisons sanitaires
	Préparateur d'ECS par accumulation	système (diminution à 55°C)	30min, 2h	Ballon de stockage ECS ou bâche d'eau chaude	consigne	Température la plus basse 55 °C pendant 2h pour raisons sanitaires
	Préparateur ECS Electrique par accumulation	système (diminution à 55°C)	30min, 2h	Ballon de stockage ECS ou bâche d'eau chaude	consigne	Température la plus basse 55 °C pendant 2h pour raisons sanitaires
Climatisation						
	Equipements terminaux	système, si connecté	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne	usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Aéroréfrigérant (dry-cooler)	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Condenseur à air	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Tour à circuit primaire	sous-système : ventilateur	2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Armoire de climatisation à détente directe	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Mono-split system froid seul	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	

Poste de consommation	Équipement	Capacité d'arrêt pour de la Flex (système / sous-système / non)	Ordre de grandeur de la durée de la Flex pour coupure (30min, 2h, 1j)	Renfort possible de flexibilité ou stockage	Possibles modes de pilotage (tout ou rien, consigne, cascado-cyclique,...)	Possibles freins ou difficultés de mobilisation du gisement
	Multi-split system froid seul	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Climatiseur window froid seul	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Rooftop froid seul	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Unité de condensation à air	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Groupe froid < 300 kW	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Groupe froid > 300 kW	système	1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Système VRV (2 ou 3 tubes)	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, cascado-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
PAC	PAC air/eau (toute technologie)	système	30min, 2h, 1j	stockage bâche eau chaude ou eau glacée	consigne	
	PAC eau/eau (toute technologie)	système	30min, 2h, 1j	stockage bâche eau chaude ou eau glacée	consigne	
Systèmes combinés CVC	CTA double flux (2 ventilateurs, Batterie Chaude ?, Batterie Froide ?)	en partie : Air Neuf min à assurer	30min, 2h, 1j	récupérateur de chaleur (/froid)		code du travail : min Air Neuf à assurer usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	CTA simple flux (1 ventilateur, Batterie Chaude ?, Batterie Froide ?)	en partie : Air Neuf min à assurer	30min, 2h, 1j			code du travail : min Air Neuf à assurer usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
	Modules de traitement d'air individuels	en partie : Air Neuf min à assurer	30min, 2h, 1j	récupérateur de chaleur (/froid)		code du travail : min Air Neuf à assurer usage et convention collectives / accords syndicats : Températures
Auxiliaires	Pompe simple	système, si connecté, voir ce que ça dessert	30min, 2h, 1j			
	Pompe double	système, si connecté, voir ce que ça dessert	30min, 2h, 1j			
	Pompe multicellulaire	système si utilisation pour PAC	30min, 2h, 1j			uniquement pour PAC
	Surpresseur	système si expansion adéquate	30min, 2h, 1j			expansion adéquate nécessaire
Autres Usages						
informatique	Ordinateurs	non				
	Téléphonie fixe	non				
	Imprimantes/scanners communs	système	30min, 2h			
	Imprimantes/scanners individuels	non				

Poste de consommation	Equipement	Capacité d'arrêt pour de la Flex (système / sous-système / non)	Ordre de grandeur de la durée de la Flex pour coupure (30min, 2h, 1j)	Renfort possible de flexibilité ou stockage	Possibles modes de pilotage (tout ou rien, consigne, cascado-cyclique,...)	Possibles freins ou difficultés de mobilisation du gisement
	Ecrans d'information	système	30min, 2h			
	Ecrans de projection (salles de réunion)	non				
	Ecrans publicitaires	système	30min, 2h, 1j			contrat d'affichage publicitaire
<i>prises de courant supplémentaires</i>		non				
<i>services</i>	Machines à café	système	30min, 2h	stockage ECS		usage utilisateur --> ne pas toutes les éteindre, continuer à servir les boissons tant que l'eau stockée est suffisamment chaude, sans réchauffer d'eau. contrat de service
	Distributeurs de nourriture	non (conservation des aliments)				

8. Annexe : Entretien avec des agrégateurs

8.1. Synthèse de l'entretien avec Alexandre Manon, energy pool :

8.1.1. Postes flexibles

Dans le tertiaire, les postes flexibilisés sont l'éclairage et surtout la CVC. Pour l'éclairage, il faut de la LED avec circuit par zone et possibilité de moduler la puissance. L'éclairage est flexibilisable sur les centres commerciaux. Pour les autres bâtiments, c'est essentiellement la CVC car les autres postes de consommations ne sont pas assez significatifs. Globalement, il n'y a jamais de coupure d'équipement, uniquement du réduit de consigne. La CVC s'y adapte très bien.

8.1.2. GTB

La GTB doit pouvoir piloter les équipements (La remontée d'information seule n'est pas suffisante). Il est alors très facile pour l'agrégateur de s'interfacer à une GTB, surtout en Modbus. L'agrégateur peut envoyer son signal d'effacement à la GTB. Lorsque le protocole n'est pas du Modbus, une passerelle reste possible.

8.1.3. Bi-Energie

*(Note : bi-énergie = utilisation de deux énergies différentes pour alimenter un même process)
Les systèmes bi-énergies (électricité + gaz par exemple sur des roof top ou des rideaux d'air chauds) sont très intéressants car ils permettent d'effacer la consommation électrique sans perdre de confort. En effet, ils peuvent changer de source d'énergie facilement et passer de l'électricité à une autre source.*

8.2. Synthèse de l'entretien avec Geoffroy Turlais, agregio :

8.2.1. Critères minimum

Les critères minimums de flexibilité sont définis par rapport à l'intérêt financier pour l'agrégateur et le client qui souhaite s'effacer. Ces critères sont donnés avec la connaissance du système de tarification actuel (année 2020) et seraient revus en fonction de l'évolution de la tarification.

Les critères minimums pour être intéressant pour un agrégateur sont le couple {durée ; puissance}. D'une manière générale il s'agit de pouvoir effacer quelques centaines de kW pendant au moins 2h. Cependant, plus on augmente la puissance effaçable et plus on peut diminuer la durée minimale de flexibilité.

Pour des puissances disponibles faibles, il est possible de passer par un primo-agrégateur qui gère un portefeuille de petites puissances et présente l'ensemble comme un volume plus conséquent à un agrégateur.

8.2.2. Critères GTB

La flexibilité est plus simple à mettre en place pour l'agrégateur et moins chère pour le client qui souhaite s'effacer si la GTB est communicante. Sinon, l'installation d'une boxe est nécessaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- RAYNAUD Maxime et REY Anthony, 2021. FLEXENR – Tâche 3 : Etudes des bâtiments par les équipes – Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilité

INDEX DES TABLEAUX ET FIGURES

TABLEAUX

Tableau 1 : Exemple tableau.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 2 - Plages de tarifs utilisés dans l'étude FLEXENR, pouvant inspirer une future tarification de l'énergie ..	8
Tableau 3 - Classement qualitatif des différentes solutions énergétiques favorisant ou augmentant le potentiel de flexibilité	10
Tableau 4 - Références des textes réglementaires et normatifs donnant les consignes minimum de ventilation, températures et éclairage	13
Tableau 5 - Influence du niveau de pilotage des équipements sur le potentiel de flexibilité	14
Tableau 6 - Influence du niveau de connectivité des équipements sur le potentiel de flexibilité	14
Tableau 7 - Influence du type de distribution des fluides sur la définition des ensembles pilotables en flexibilité .	15
Tableau 8 - Influence de la distribution et de la régulation sur les possibilités de flexibilité de l'éclairage	18
Tableau 9 - Influence de la distribution et de la régulation sur les possibilités de flexibilité du chauffage et de la climatisation	19
Tableau 10 - Influence de la distribution et de la régulation sur les possibilités de flexibilité de la ventilation	19
Tableau 11 - Synthèse qualitative des différents scénarios de flexibilité envisageables (liste non exhaustive)	21

FIGURES

Figure 1 - Répartition des signaux tarifaires sur 24h pour l'année 2017 (source : FLEXENR Livrable Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilités)	8
Figure 2 - Exemple vue GTB en plan	16
Figure 3 - Exemple de plan de comptage électrique d'un bâtiment tertiaire	17
Figure 4 - Répartition des signaux tarifaires sur 24h pour l'année 2017 (source : FLEXENR Livrable Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilités)	22
Figure 5 - Projet no. 1 – configuration de base : puissances horaires moyennes et médianes sur 24 h en 2017 dans la situation de référence et pour la stratégie « HP/HC MOD » à l'échelle du chauffage uniquement (source : FLEXENR Livrable Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilités).....	23

SIGLES ET ACRONYMES

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
CTA	Centrale de Traitement d'Air
CVC	Chauffage Ventilation Climatisation
ECS	Eau Chaude Sanitaire
Flex	Flexibilité
GTB	Gestion Technique du Bâtiment (logiciel de ...)
RT2012	Réglementation Thermique 2012
VMC	Ventilation Mécanique Contrôlée



Éléments à jour : janvier 2021

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Ecologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

<https://www.ademe.fr/>

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences



EXPERIMENTS pour savoir-faire.

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et élabore des scénarios



GUIDE D'ANALYSE DES GISEMENTS DE FLEXIBILITE D'UN BATIMENT TERTIAIRE

La flexibilité énergétique d'un bâtiment est sa capacité à déplacer ses consommations dans le temps de manière intelligente afin de soulager le réseau électrique lors des périodes de forte tension et de consommer de préférence en période d'abondance en énergies renouvelables. La problématique de la flexibilité revêt des aspects techniques, humains, réglementaires et contractuels.

Ce guide présente en premier lieu les hypothèses de départ importantes à considérer pour appliquer la flexibilité et les limites techniques, humaines et réglementaires voire contractuelle de la flexibilité. Il fait ensuite état de l'influence de la régulation et de la connectivité des équipements sur la flexibilité mais aussi l'influence de la typologie de distribution des fluides. Il propose enfin des scénarios de flexibilité ainsi qu'une méthodologie analytique et expérimentale de détermination des gisements de flexibilité sur un bâtiment tertiaire. En dernier lieu se situe le catalogue des équipements énergétiques avec leur caractérisation sur différents critères de flexibilité.

La rédaction du guide d'analyse du potentiel de flexibilité d'un bâtiment tertiaire s'appuie sur les connaissances et l'expérience technique et opérationnelle des collaborateurs de DALKIA, des résultats de l'étude FLEXENR et des témoignages de différents agrégateurs consultés.

Essentiel à retenir

La définition du gisement de flexibilité dépend de différents critères tels que la durée, le délai de mobilisation et la saison. La durée de la flexibilité dépend de l'inertie du bâtiment, du scénario de flexibilité adopté, mais aussi de la capacité à s'arrêter et redémarrer des équipements impactés. La plupart peut être arrêté et redémarré pour des durées dont les ordres de grandeur sont de 30 min, 2 heures ou 1 jour.

