

# *Guide simplifié des gisements de flexibilité pour des bâtiments tertiaires*



Le programme ACTEE 2, dans la continuité et l'amplification du programme ACTEE 1 vise à aider les collectivités à mutualiser leurs actions, à agir à long terme et ainsi à planifier les travaux de rénovation énergétique tout en réduisant leurs factures d'énergie. Le déploiement de ce programme dans tout le territoire national repose sur une implication forte des collectivités territoriales volontaires.

Dans le cadre des fortes tensions pesant sur le système électrique, le programme Eff'ACTE vise à accompagner les collectivités dans une dynamique positive de recensement et d'analyse de potentiels d'effacement des consommations électriques de leur parc bâtementaire. Ce guide simplifié des gisements de flexibilité pour des bâtiments tertiaires s'inscrit dans ce programme.

Les intérêts à développer l'effacement sont multiples, et constituent un lien utile avec l'efficacité énergétique. EFF'ACTE vise ainsi à accompagner les collectivités dans une optique de favoriser la prise en compte de ces enjeux et d'accompagner le passage à l'acte.



# Flexibilités - Résumé exécutif

## 1 MESSAGE CLE N °1 : 3 PILIERS DANS LES GISEMENTS

- La maîtrise de l'énergie : MDE
- L'effacement
- Le décalage des appels de puissance

## 2 MESSAGE CLE N °2 : DES ACTIONS A 360° PERMETTANT UN EFFET DE LEVIER SUR CHAQUE PILIER

- Utilisation par les occupants (aspect humain)
- Régulation des équipements
- Système impliquant la capacité

## 3 MESSAGE CLE N °3 : UN SOCLE D'OUTIL METHODOLOGIQUE

- Indice de flexibilité énergétique GOFLEX
- Cartographie des gisements sur un parc de bâtiment
- Estimation de pourcentage d'effacement associé à un usage

Dans le tertiaire les gisements de flexibilité les plus importants sont à rechercher sur les postes CVC et éclairage.

Il est nécessaire de porter une attention particulière à l'occupation réelle du bâtiment.

La pilotabilité des équipements n'est pas une variable indispensable mais elle favorise le gisement de flexibilité

La flexibilité énergétique encourage à consommer mieux

# Guide

## *Sommaire*

---

### **1. Contexte et présentation**

### **2. Qu'est ce que la flexibilité électrique ?**

- Les leviers et les limites
- Les gisements de la flexibilité : utilisation, régulation et système
- Inventaire des usages

### **3. Comment s'y prendre ?**

- Ciblage des sites/ Cartographie du parc : indicateurs clés
- Données à collecter (à distance / sur site)
- Projeter avec l'outil GOFLEX

### **4. Se lancer dans l'expérimentation :**

- La plateforme GOFLEX
- S'entraîner et expérimenter des scénarios selon le signal EcoWatt
- Valoriser avec les agrégateurs

### **5. Fiches actions**

### **6. Annexes**

### **7. Bibliographie**

8.



# 1. Contexte et présentation

---

# Contexte et présentation

## Objectifs du guide et contexte

L'objectif de ce guide est de contextualiser la flexibilité électrique dans le bâtiment tertiaire, de caractériser et d'explorer les gisements de flexibilité pour permettre au lecteur d'avoir une vision synthétique des enjeux et des concepts pour concevoir un bâtiment flexible.

Le système électrique est exploité de manière à garantir l'équilibre entre l'offre et la demande en adaptant les moyens de production à la consommation à chaque instant. Historiquement la France possède une production électrique pilotable, c'est-à-dire qu'elle peut produire de l'électricité à n'importe quel moment de la journée et en quantité suffisante avec le nucléaire.

La stratégie Française pour l'énergie et le climat prévoit une diversification du mix énergétique et a pour objectif de multiplier par deux la part d'énergie renouvelable dans la production électrique d'ici à 2028. L'enjeu étant d'orienter le pays vers une société neutre en carbone impliquant une électrification des usages.

Aujourd'hui RTE identifie les risques de déséquilibre concentrés sur la période de l'hiver et sur certaines plages horaires à risque : 8h-12h et 18h-20h.

C'est dans ce contexte que la flexibilité énergétique intervient comme étant la capacité d'un bâtiment à déplacer ses consommations dans le temps pour permettre de soulager le réseau.

La flexibilité électrique par la modulation de l'appel de puissance répond à ces enjeux :

- Favoriser l'intégration des énergies renouvelables dans la production d'électricité
- Être un instrument de sécurisation du réseau électrique en répondant à un besoin lors des périodes sous vigilance

La rédaction de ce guide s'appuie sur les connaissances et l'expérience technique des collaborateurs de l'étude FLEXENR.

## Les acteurs du projet :



## Déjà mobilisés :





## **2. Qu'est ce que la flexibilité électrique ?**

---

# La flexibilité électrique

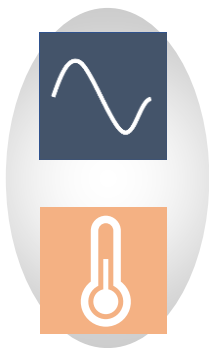
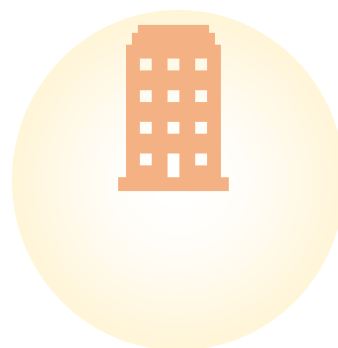
## Que signifie flexibilité énergétique ?

On distinguera quatre types de flexibilité énergétique dans les bâtiments :



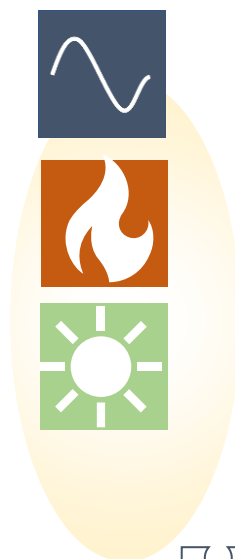
**La flexibilité électrique** : celle principalement étudiée ici. Il s'agit de la capacité du bâtiment à s'effacer, moduler ses appels de puissance voire injecter de l'électricité sur le réseau.

**La flexibilité thermique** : en s'appuyant par exemple sur l'inertie du bâtiment (intrinsèque ou via stockage dans la structure) ou sur des systèmes dédiés (ballons de stockage d'eau chaude, d'eau glacée ou de glace, stockage géothermique...). Dans ce cas, la flexibilité thermique peut jouer le même rôle que pour le réseau électrique mais pour un réseau thermique : par exemple pour augmenter le taux d'Energie Renouvelable et de Récupération d'un Réseau de Chaleur Urbain.



**Convergence thermique & électrique** : lorsque la production énergétique (Chauffage, Eau Chaude Sanitaire, Rafraîchissement) d'un bâtiment est réalisée par des équipements s'appuyant sur le vecteur électrique (ex : pompes à chaleur), toute flexibilité thermique est donc de façon implicite une potentielle flexibilité électrique. Ainsi, par exemple le couplage d'un ballon de stockage à une pompe à chaleur est une flexibilité thermique (possibilité de stocker et déstocker de l'eau chaude et/ou glacée) mais aussi potentiellement une flexibilité électrique (possibilité de couper ou « forcer » le fonctionnement de la pompe à chaleur).

**Couplage des vecteurs énergétiques** : lorsqu'une production s'appuyant sur un vecteur électrique est couplée à une ou plusieurs solutions s'appuyant sur d'autres vecteurs, la possibilité de coupler les vecteurs énergétiques est alors un levier de flexibilité électrique. Par exemple si une pompe à chaleur assure la climatisation d'un bâtiment, le pilotage efficace d'une production photovoltaïque est susceptible de constituer un levier de flexibilité électrique. Un autre exemple : si le chauffage d'un bâtiment est assuré par une pompe à chaleur est que l'appoint/secours ou l'Eau Chaude Sanitaire sont assurés par un autre vecteur énergétique, à nouveau le couplage des vecteurs constitue une forme de flexibilité électrique.





# Les leviers de la flexibilité électrique

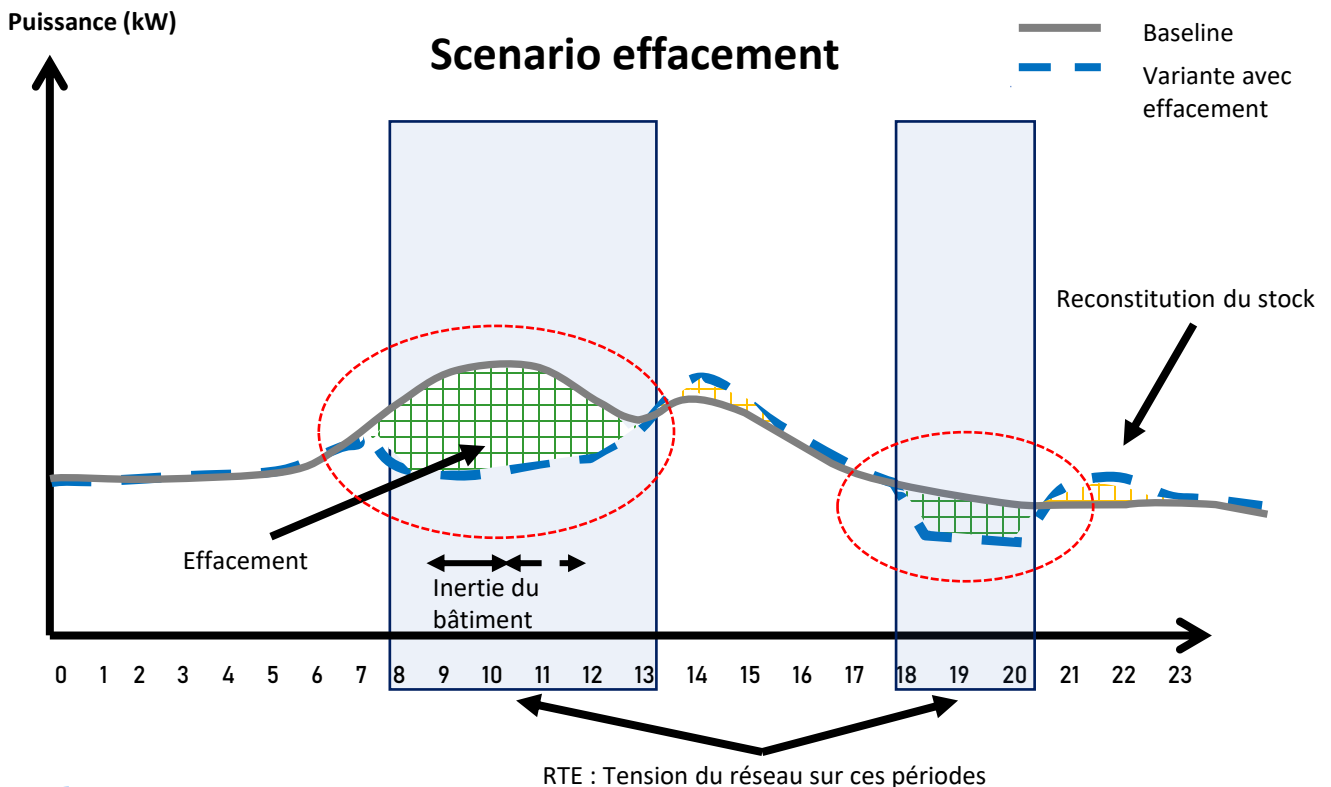
## Les leviers

La flexibilité appliquée au bâtiment repose sur trois principales catégories de leviers :

- L'effacement (modulation à la baisse) consistant à diminuer temporairement sur sollicitation ponctuelle la puissance appelée sur le réseau par rapport à la normale. Les actions possibles sont le décalage de consommation, la modulation de puissance appelée par certains usages (chauffage, ECS par exemple).
- La modulation à la hausse, par augmentation temporaire du soutirage en anticipant certains usages ou en ayant recours au chargement de solutions de stockage qui permettront par la suite de déstocker en période de pointe de consommation.
- L'injection dans le réseau de distribution, d'une autoproduction locale d'électricité verte sur sollicitation du gestionnaire de réseau de distribution (photovoltaïque, éolien,...).

Pour faire face aux enjeux concernant la stabilité du réseau national, RTE identifie deux périodes sous tension appliquées à un jour d'hiver : **de 8h à 13h et de 18h à 20h**.

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.



# Les limites de la flexibilité électrique

## Limites techniques

La flexibilité d'un bâtiment repose sur la capacité de ses équipements à réagir de façon automatique à différentes sollicitations et à prendre en compte les contraintes pour limiter son appel de puissance.

La principale limite technique reposera sur le niveau de pilotabilité de l'équipement, lequel impactera le gisement de l'action de flexibilité.

On identifiera deux cas de figure, celui du bâtiment ancien peu connecté et celui du bâtiment récent connecté. Les conclusions proviennent des études menés dans le cadre du projet FLEXENR – Tâche 4.

### **CAS N°1 Bâtiment existant et peu connecté :**

Le principe est d'identifier les usages effaçables et de mettre en place un système de commande marche / arrêt piloté par une box, des contacteurs de commande permettront ainsi de commander l'effacement. La box sera en mesure de transmettre l'information nécessaire, on parlera de flexibilité explicite dont la mise en place est simple et peu coûteuse ne nécessitant pas un ajout de compteur. Ce système de régulation simple permettra à minima de déplacer les pics de consommation pour les usages de chauffage, de climatisation et d'éclairage.

### **CAS N°2 Bâtiment récent et connecté :**

L'automatisation et la supervision permettent déjà la gestion du bâtiment et de ses installations. Les exploitants ont à disposition les paramètres de fonctionnement des équipements : marche-arrêt, débits, températures, puissances, consommations, etc. pouvant être piloté et analysé selon le scénario prédéfini. La flexibilité électrique n'impliquera pas d'investissements supplémentaires une fois le scénario programmé, la limite technique de cette action est qu'elle ne doit pas complexifier le système.

# Les limites de la flexibilité électrique

## 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.

- 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.

## 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 :

- 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 nécessaire 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.

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

Source : FLEXENR – Tâche 4 – Référence des textes réglementaires et normatif

# Les gisements de la flexibilité

## Définition du gisement de flexibilité :

Le gisement de flexibilité dépend de critères tels que la durée qui correspond au temps d'effacement, le délais ou préavis de mobilisation qui correspond à l'anticipation de la demande d'effacement et la saison qui est directement liée aux équipements techniques en charge du chauffage et refroidissement du bâtiment.

- La durée de la flexibilité dépend de l'inertie du bâtiment et des équipements, du scénario de flexibilité adopté et de la criticité. En effet selon les activités au sein du bâtiment et la tolérance des occupants la durée d'effacement varie
- 3 niveaux de préavis sont identifiés : le préavis 24h à l'avance, 3h à l'avance et instantanément. Le gisement varie en fonction du préavis en prenant en compte la pilotabilité des équipements et le niveau de connectivité de la GTB avec l'extérieur (capacité à recevoir et interpréter un signal d'effacement)
- Seront dissocié un gisement hiver et un gisement été pour prendre en compte les usages associés et donc les équipements disponibles pour la flexibilité

## Quel gisement potentiel pour le tertiaire ?

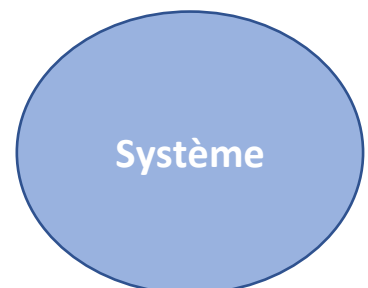
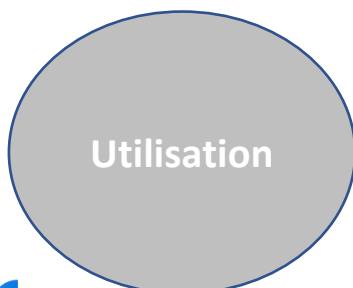
D'après l'ADEME, le gisement technique pour des effacements 30 min dans le secteur tertiaire serait estimé entre 1,5 et 2,5 GW

- Les usages thermiques représentent 40% du gisement technique
- Le gisement dans les bureaux est évalué à 0,8 GW



*Effacement de consommation électrique en France, Ademe, CEREN, E-CUBE – Sept 2017*

## 3 principales catégories qui influencent le gisement sont identifiées :



# Les gisements de la flexibilité

## 3 catégories d'influence : utilisation, régulation et système

### Utilisation

- **Communication et implication**

Les bonnes pratiques participent au gisement, on parle ici de l'implication des utilisateurs dans la démarche par les éco-gestes et la connaissance des enjeux pour appliquer la flexibilité.

Pour réussir dans cette catégorie une **étape de sensibilisation et de communication** nécessaire, partager les outils pédagogiques pour obtenir l'adhésion et l'implication pour permettre aux occupants de se préparer et apporter leurs influences au gisement de flexibilité :

- Préparation de guide et formation aux bonnes pratiques

L'enjeu étant de parler de sobriété tout en restant dans un tunnel de confort acceptable et tout en restant dans les limites humaines définies dans le paragraphe précédent

- **Gestion des effectifs**

L'effectif présent dans un bâtiment influe directement sur sa consommation, adapter cet effectif et organiser l'usage des espaces plus intensivement permet de contribuer à la concentration des consommations et appels de puissance.

La mise en place de ce gisement est possible s'il est possible :

- D'organiser les usages dans le bâtiment (plage d'occupation et occupation de l'espace)
- Regrouper une fraction significative de ses collaborateurs sur certains étages (flex office par exemple)

### Exemple d'optimisation dans l'utilisation :

- Bonnes pratiques :
  - Ajustement de consigne de température et programme horaire des équipements CVC : journée du pull
  - Eclairage d'appoint : extinction des usages superflu
  - Chargement des équipements à batterie
  - Limiter la qualité des services de certains équipements : ascenseurs
- Regroupement des équipes par plateau pour en mettre d'autres en effacement

# Les gisements de la flexibilité

## 3 catégories d'influence : utilisation, régulation et système

### Régulation

- Plus les équipements sont équipés d'organes de régulation qui permettent le pilotage à distance, plus le bâtiment est flexible et le gisement important, une simple remontée d'information n'est pas suffisante. Si la GTV fonctionne en ModBus alors elle pourra facilement capter un signal de demande d'effacement, sinon une passerelle sera nécessairement mise en place



L'enjeu est de permettre l'adaptation du système à la demande d'un mode réduit, il s'agira de configurer en fonction des scénarios d'occupation et de niveau de service affilié pour permettre par exemple :

- Modulation des consignes de températures
- Modulation des débits d'air neuf par zone
- Gradation de l'éclairage

### Techniquement on distinguera deux modes de pilotage :

Pilotage	Possibilités	Impossibilités	Potentiel de flexibilité
ON / OFF	Eteindre les équipements	Réduit non possible	Moyen
MODULATION DE CONSIGNE	Réduire et éteindre les équipements	/	Elevé

La flexibilité constitue une évolution de la régulation en intégrant un certain nombre de fonctionnalités supplémentaires, dont principalement :



- La capacité des systèmes du bâtiments (CVC principalement) à être régulés automatiquement en réponse à des signaux de préavis plus ou moins anticipés
- La capacité des systèmes de supervision du bâtiment à piloter les process en fonction de l'évolution des tarifs de l'énergie
- La capacité du système de management de l'énergie du bâtiment à gérer d'éventuelles productions d'EnR, des capacités de stockages permanentes ou temporaires (batteries des véhicules électriques par exemple)
- La capacité du bâtiment à se connecter à une smartgrid locale lui permettant d'être en interaction dynamique avec les autres bâtiments

# Les gisements de la flexibilité

## 3 catégories d'influence : utilisation, régulation et système



### Système

- En considérant l'influence des systèmes on abordera deux sujets :
  - La typologie de distribution
  - La caractéristique du système
- Il existe deux typologies de distribution dans un bâtiment, elle sera horizontale ou verticale, ces différences impactent la justesse du pilotage et dans le cas de la distribution en colonne le pilotage par étage sera plus difficile
- Les caractéristiques propres aux systèmes influent le gisement de flexibilité, en effet un type de matériel non performant ne permettra pas une régulation ou un pilotage efficace que l'on cherche dans un scénario de flexibilité : notion de modulation
- L'optimisation de la performance des équipements en place représente un gisement potentiel de flexibilité : entretien et remplacement du matériel vers une gamme plus performante et capable de recevoir un consigne de pilotage

### Exemple d'équipements et accessoires dont l'appel de puissance peut être moduler pour faire de la flexibilité dans un bâtiment :

- Equipements de chauffage et de refroidissement (émission et production)
- Eclairage LED (gradation d'intensité lumineuse)
- Capacité de stockage de l'énergie (ballon d'eau chaude, bâche..)
- Capacité de production d'énergie renouvelable sur site
- Centrale froid ( variateur de vitesse, sonde de température..)
- Présence de capteur température
- Présence de capteur de CO2
- Présence de capteur sur l'état de fonctionnement de l'équipement

### Equipement permettant d'organiser la flexibilité et de la suivre :

- GTB ou plateforme de gestion
- Sonde de température
- Sonde de CO2
- Détecteur de présence
- Affichage d'élément de communication et de sensibilisation

# Les gisements de la flexibilité

## Inventaire des usages :

Par usage il est sous **entendu le besoin auquel répond l'équipement**, (liste est non exhaustive) :

- Chauffage (production et émission)
- Eclairage
- Ventilation
- Refroidissement (production et émission)
- Eau chaude sanitaire (collective, local, individuelle)
- Ascenseur
- Prises de courant et force

Pour chacun des usages ciblés ils seront classifiés suivant les niveaux possibles d'utilisation dans un contexte de flexibilité et permettant au bâtiment d'assurer les services attendus par les usages. **L'enjeu étant de les hiérarchiser en fonction d'une criticité.**

Les niveaux proposés ci-dessous ont été évalués lors de l'étude FLEXENR tache 3.

### **Niveau 1 : il est possible d'intervenir sur l'usage avec effet « invisible » ou possible dans le tunnel de confort**

- Interrompre la consommation pendant un certain temps en vérifiant que le service rendu reste dans le tunnel accepté : exemple du chauffage et du refroidissement grâce à l'inertie, la ventilation avec comme limite la qualité d'air intérieur, ou encore tous les équipements à batterie dans la limite du chargement

### **Niveau 2 : il est possible d'intervenir sur l'usage avec effet remarqué mais peu impactant**

- Interrompre la consommation d'énergie en se situant dans la partie basse du tunnel de confort : exemple de l'éclairage d'appoint, l'extinction d'une rampe d'éclairage sur 3 dans le parking
- La modulation de consigne de chauffage / refroidissement

### **Niveau 3 : il est possible d'intervenir sur l'usage mais avec négociation / validation de la part des occupants qui acceptent une perte de service attendu**

- Acceptation de perte de confort
- Fermeture de certaines zones du bâtiment

### **Niveau 4 : usage vital ou non négociable**

Il s'agit des usages liés aux fonctions vitales du bâtiment qui ne sont pas négociable.



# Les gisements de la flexibilité

## Pour aller plus loin sur les classes de pilotage

Deux systèmes de pilotage vont co-exister : la classe de pilotabilité GOFLEX et la classe de la GTB selon la norme EN-15232

### LES 4 CLASSES DE PERFORMANCE DÉFINIES PAR LE GOFLEX

#### Classe A : Bâtiment communicant, participe au besoin du réseau

Idem classe B plus :

- Capacité à injecter de l'énergie dans le réseau
- Système de gestion des scénarii de flexibilité
- Indicateur de de réserve de capacité d'effacement en temps réel
- Indicateur de confort temps réel (température des espaces, etc.)

#### Classe B : Bâtiment communicant, auto-géré, prédictif & télérelève

- Système de pilotage avec algorithme de gestion tarifaire dynamique
- Pilotage modulé des usages
- Gestion de l'autoconsommation
- Capacité de prédiction des consommations
- Contrôle du réalisé en temps réel

#### Classe C : Bâtiment communicant, profilé / télérelève

- Service de gestion des pointes
- Pilotage des usages
- Collecte des données au pas de 10 minutes

#### Classe D : Bâtiment non communicant, profilé

Le bâtiment pourra recevoir via une box mise en place par l'agrégateur :

- Des signaux
- Du pilotage ON/OFF
- Du contrôle de réalisé à postériori

# Les gisements de la flexibilité

Pour aller plus loin sur les classes de pilotage

## LES 4 CLASSES DE PERFORMANCE DÉFINIES PAR LA NORME EN-15232

Pour les bâtiments tertiaires, la norme européenne définit 4 classes de performance pour les moyens de régulations sur les usages principaux : Chauffage, Ventilation, Climatisation (CVC), Eclairages, Eau chaude, Stores

- **Classe A** : régulation et GTB (pilotage en fonction de l'occupation instantanée réelle)
- **Classe B** : régulation et GTB avancée avec automatisation d'ambiance avec régulation individuelle en fonction des besoins
- **Classe C** : Niveau minimal pour décret BACS - Régulation et GTB standard (sans monitoring et automatisation au primaire)
- **Classe D** : régulation et GTB limitée à des fonctionnalités de type marche/arrêt ou pilotée manuellement sans prise en compte des conditions d'occupation (possibles fonctionnement 24h/24 de certains équipements).

**Il est important de dissocier ces deux classes bien qu'elles soient quelque part complémentaires.**

A la maille du parc de bâtiment tertiaire une approche méthodologique nous a permis d'évaluer et de proposer des ordres de grandeurs en pourcentage d'effacement selon des critères qui définissent la typologie du parc de bâtiment tertiaire en France.

Toutefois l'estimation des gisements potentiels repose sur l'extrapolation d'un pool de bâtiment et présente quelques incertitudes et limites, en effet il conviendra d'avoir à l'esprit que ces données moyennes permettent de poser des ordres de grandeurs.

Pour aller plus loin dans son évaluation il est recommandé d'affiner ces estimations en prenant en compte l'occupation réelle du bâtiment (bureau, commerce,...) et de définir précisément les principaux appels de puissance du bâtiment et suivant les horaires.

# Les gisements de la flexibilité

## Estimation théorique d'un gisement de flexibilité sur le parc tertiaire

L'analyse multicritère est opérée en 4 étapes présentées ci-dessous :

1. Récupération des ordres de grandeurs auprès d'une communauté d'experts sur la puissance installée selon les typologies d'activité, chauffage électrique ou non et selon ancienneté du parc

Puissance souscrite (VA/m <sup>2</sup> )	Chauffage élec		Chauffage non élec	
	Ancien	Récent	Ancien	Récent
Bureaux (VA/m <sup>2</sup> )	250	150	200	80
Commerce (VA/m <sup>2</sup> )	250	180	200	100

Il est considéré qu'un bâtiment de bureau ancien, utilisant du chauffage électrique a une densité de puissance de : 250 VA/m<sup>2</sup>.

2. Analyse bilan puissance électrique selon NFC 15100 et études des gisements de flexibilité théorique en désactivant certains usages selon les niveaux de criticité

% Effaçable	Chauffage élec		Chauffage non élec	
	Ancien	Récent	Ancien	Récent
Bureau	20%	20%	10%	10%
Commerce	30%	30%	5%	5%

Ces estimations se basent sur retours à dire d'expert, et nécessiteront d'être confortées dans le temps.

# Les gisements de la flexibilité

## Estimation théorique d'un gisement de flexibilité sur le parc tertiaire

- Dans le cas des bureaux il est considéré un mode de criticité 3, c'est-à-dire une acceptation de la dégradation du confort par les occupants. Les usages sont tous considérés, de la CVC à l'éclairage en passant par le poste informatique.
- Le bâtiment de commerce est supposé plus volumineux, impliquant une inertie plus élevée. Les usages sont plus limités et ils concernent uniquement la CVC et l'éclairage dans cette approche.
- Le bâtiment de commerce dont le chauffage n'est pas alimenté en électricité est pénalisé car le gisement le plus élevé concerne le chauffage.

D'un point de vue pratique la flexibilité est opérée selon des leviers propres aux usages, sont listés dans le tableau ci-dessous quelques exemples concrets.

Usages	Leviers	Stock	Limites
<b>Chauffage / Refroidissement</b>	Décaler la mise en chauffe du bâtiment Effacement sur une plage allant de 1h à 3h en fonction du bâtiment Réduction de consigne de température selon zoning	Inertie	Tunnel de confort
<b>Ventilation</b>	Réduire le renouvellement d'air et l'adapter au besoin réel	Surdimensionnement de la programmation	Qualité de l'air
<b>Eclairage</b>	Gradation de l'intensité lumineuse Extinction selon zoning	Lumière naturelle	Confort visuel et sécurité
<b>Informatique</b>	Utilisation de la batterie et chargement décalé	Batterie	Temps d'utilisation
<b>Eau chaude sanitaire</b>	Décaler la chauffe du ballon	Inertie	Température du ballon
<b>Charge de véhicule</b>	Décaler la charge des véhicules	Batterie	Temps d'utilisation

# Les gisements de la flexibilité

## Estimation théorique d'un gisement de flexibilité sur le parc tertiaire

### Chauffage :

- Le chauffage représente le gisement de flexibilité le plus important
- On parvient principalement à déplacer efficacement les pics de consommation vers des plages horaires peu chargées
- Il faut noter que plus le volume du bâtiment est important et plus l'inertie thermique sera importante
- L'influence de l'activité au sein du bâtiment est également à prendre en compte (utilisateur en mouvement,...)
- La performance de l'isolation et les matériaux déployés sont eux aussi à prendre en compte



**On parle de tunnel de confort pour situer la marge acceptable de modulation qui assure le confort pour l'utilisateur**

Par exemple dans le cas du chauffage il s'agit de la variation de +/- 2°C dans la consigne de température permettant un maintien des températures grâce à l'inertie du bâtiment

### Production d'eau chaude sanitaire :

- La production d'eau chaude sanitaire en résidentiel pratique souvent la flexibilité grâce à l'incitation de la tarification dynamique Heure plein / Heure creuse
- Avec des ballons bien isolés la production d'ECS peut être différée pendant les périodes d'effacement

### Matériel informatique :

**On peut évaluer l'impact du délestage d'ordinateurs portables sur la base des hypothèses suivantes :**

- Plateau de bureau de 1500 m<sup>2</sup> hébergeant 100 personnes
- Puissance moyenne d'un ordinateur 50 W, soit 5 kVA pour l'effectif total (le facteur de puissance des PC est quasiment égal à 1).

**Sur la base d'un ratio de puissance de 40 VA/m<sup>2</sup> (production de froid comprise) la puissance totale de plateau est de 60 kVA. L'effacement des ordinateurs représente de 5 à 8% de la puissance totale.**

# Le gisements de la flexibilité

## Sources d'énergie contribuant à la flexibilité :

- **Photovoltaïque** : Une production photovoltaïque constitue une source d'énergie appréciable en termes de flexibilité énergétique puisqu'elle permet de produire la totalité ou une partie de l'énergie nécessaire au fonctionnement du bâtiment pendant les périodes d'ensoleillement.

Pour un bâtiment qui dispose d'une source d'énergie et qui peut ponctuellement produire plus que sa demande, **l'autoconsommation sera privilégiée sauf si sa connexion à un grid permet de mutualiser l'excédent de production.**

- **Stockage Batterie** : Le stockage par batteries permet d'accroître le potentiel de flexibilité en permettant au bâtiment de disposer d'une quantité d'énergie qui peut être utilisée selon le besoin :
  - Pour réduire les consommations ou effacer un pic de consommation récurrent en période HC
  - D'augmenter la capacité d'effacement pour les délais de préavis de niveau 3 (indice Go-Flex)
  - La source d'alimentation du stockage batterie peut être :
    - Le réseau ENEDIS en période HC où le prix du kWh est plus avantageux
    - Une source EnR telle qu'une production photovoltaïque
    - Une Infrastructure de Recharge de Véhicules Electriques (IRVE) disposant du label V2G

## Infrastructure de recharge de véhicules électriques (IRVE) :

- Les véhicules raccordés à un instant T sur une IRVE constituent un gisement potentiel de flexibilité si une partie de l'énergie stockée pourrait être utilisée à des fins d'effacement au même titre qu'une production EnR.
- Réciproquement, les batteries des véhicules peuvent être utilisées pour stocker de "l'énergie flexible" issue des productions EnR ou des kWh issus du réseau ENEDIS en période creuse



### **3. Comment s'y prendre ?**

*Ciblage des sites / Indicateurs clés*

---

# Comment s'y prendre ?

Cibler et cartographier les sites à fort potentiel de gisement à travers l'étude des consommations et de la pilotabilité du site. Cette première partie répond au besoin de l'utilisateur en charge d'un parc de bâtiment et propose une approche de ciblage vers un échantillon du parc.

L'enjeu est d'identifier et de trier les bâtiments en fonction de leur caractéristique pour ensuite les étudier en détail avec la méthodologie GOFLEX.

L'étape finale consiste à passer à l'action sur le terrain par des tests in situ.

## Les étapes clés vers un bâtiment flexible



### Etape 1 : Cartographie des sites à fort potentiel

Collecter les informations clés, cibler et cartographier les sites à fort potentiel de gisement à travers l'étude des consommations et de la pilotabilité du site.

### Etape 2 : GOFLEX

#### Utiliser l'outil GOFLEX en 2 étapes

- Méthode simplifiée pour finaliser le ciblage (Audit à distance)
- Méthode détaillée pour préciser le gisement (Audit sur site)

### Etape 3 : Se lancer dans l'expérimentation

- Utilisation de la plateforme GOFLEX pour être mis en relation avec un agrégateur
- Test d'effacement sur site
- Enrichir sa documentation patrimoniale avec la flexibilité
- Bâtiment flexible !



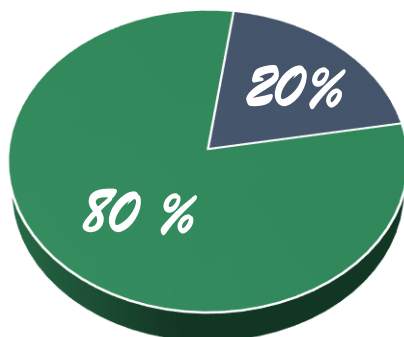
# Comment s'y prendre ?

## Etape 1 : Cartographie des sites à fort potentiel

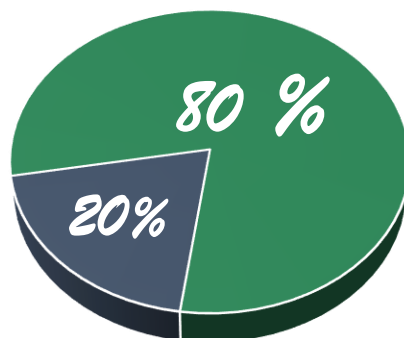
A l'échelle d'un parc de bâtiments une cartographie à l'échelle macro permet d'identifier des bâtiments au plus fort potentiel de gisement pour ensuite y mener des actions supplémentaires et enfin établir des scénarios de flexibilité ayant avec des impacts significatifs.

A partir du constat suivant : 20% des sites contribuent à 80 % de l'appel de puissance global du parc.

### Effort



### Résultat



La méthode de ciblage des sites à fort potentiel de flexibilité est assez proche d'une cartographie énergétique pour générer un plan d'actions pour la maîtrise de l'énergie et se réalise par pondération à partir d'un outil Excel simple.

### Etape 1a : Récupérer les informations clés

Le principal facteur limitant est l'exhaustivité de la documentation à disposition du gestionnaire de parc. L'objectif proposé est de réaliser un ciblage des informations facilement récupérables.

Les informations clés à prendre en compte pour hiérarchiser les sites :

1. Surface du bâtiment
2. Puissance souscrite du bâtiment
3. Facture : consommation énergétique globale du bâtiment [kWhEF/an]
4. Facture : consommation électrique du bâtiment [kWhEF/an]
5. Présence d'une GTB / GTC / Plateforme de gestion énergétique : Oui / Non

**NB : L'analyse de la courbe de charge au pas de temps 10mn issu du compteur peut également servir à l'analyse. Si les données sont accessibles et pour aller plus loin dans la finesse mais aussi pour s'affranchir du surdimensionnement de la puissance souscrite (identification des talons de consommations et des pics sur les plages horaires : 8h-13h et 18h-20h)**

# Comment s'y prendre ?

## Explication des données d'entrée :

Les informations clés à prendre en compte n'ont pas toutes la même importance pour générer le ciblage, **un système de poids et de pondération** est proposé mais devra nécessairement être enrichie avec les sites pilotes :

### 1. Surface : [m<sup>2</sup>]

Instinctivement on pourrait cibler les sites dont les surfaces sont les plus importantes mais les retours d'expériences montrent qu'il ne s'agit pas d'une règle absolue. Cette information permettra de calculer la densité de puissance.

### 2. Puissance souscrite : [kVA]

La puissance souscrite intervient pour calculer la densité de puissance souscrite [kVA/m<sup>2</sup>]. La densité de puissance souscrite correspond au potentiel intrinsèque à l'effacement par rapport à l'ensemble du parc.

### 3. Consommation énergétique globale du bâtiment [kWhEF/an]

Permet de situer le poids (ou son importance) du site par rapport au parc.

### 4. Consommation électrique globale du bâtiment [kWhEF/an]

Il est important de considérer le poids de la consommation électrique sur la consommation énergétique totale du bâtiment. Un bâtiment énergivore n'a pas nécessairement un fort gisement de flexibilité électrique si son système de chauffage est au gaz par exemple.

### 5. Présence d'une GTB / GTC / Plateforme de gestion énergétique : Oui / Non

Comme nous l'avons expliqué précédemment l'existence d'outil de pilotage et de suivi des installations favorisera le gisement de flexibilité.

## Explication du classement en 10 étapes :

La méthodologie de ciblage permet d'établir un classement de son parc de bâtiment en comparant les données d'entrées les unes avec les autres. **Elle se réalise par l'attribution d'un poids qui est dans un second temps pondéré.**

### Calcul du poids du site :

1 Comparaison de la consommation énergétique du site à la consommation totale du parc

$$Poids = \frac{\text{Conso totale du site}}{\sum \text{Conso totale du parc}}$$

### Calcul de la première note intermédiaire pondérée :

2

$$Note = Poids \times 30$$

# Comment s'y prendre ?

## Etape 1b: Classer les bâtiments selon leur potentiel

Présentation du tableur pour attribution de la première note pondéré du classement :  
 Pour rappel, cette étape permet de situer le poids (ou son importance) du site par rapport au parc. Autrement dit :

- Plus la note du site est élevée plus il représente une part importante du parc étudié

Nom	Surface	Puissance soucrite en Kva	Conso totale (Facture KWhEF/an)	1 POIDS	2 NOTE
site 1	16 000	1571	3 141 749	10%	3
site 4	3 500	435	870 470	3%	1
site 2	7 000	653	2 306 700	7%	2
site 5	7 000	618	1 235 563	4%	1
site 13	9 420	463	925 890	3%	1

### Calcul de la densité de puissance :

3 
$$\frac{Va}{m^2} = \text{Puissance soucrite} / \text{Surface totale}$$

### Calcul du rang du site :

4 Comparaison de la densité de puissance du site à la densité totale du parc

$$P_{oids} = \text{Conso totale du site} / \sum \text{Conso totale du parc}$$

### Calcul de la deuxième note intermédiaire pondérée :

5 
$$\text{Note} = \text{Rang} \times 2$$

Nom	Surface	Puissance soucrite en Kva	3 Va/m <sup>2</sup>	4 RANG	5 NOTE
site 1	16 000	1 571	98	1,6	3,2
site 4	3 500	435	124	2,0	4,1
site 2	7 000	653	93	1,5	3,1
site 5	7 000	618	88	1,4	2,9
site 13	9 420	463	49	0,8	1,6

# Comment s'y prendre ?

## Explication du classement :

Valorisation de la proportion en consommation électrique du bâtiment :

- Plus la note du site est élevée plus il représente une part importante du parc étudié

Calcul de la proportion électrique du site :

6

$$\text{Part elec} = \text{Conso elec du site} / \text{Conso total du site}$$

Calcul du rang du site :

7

Comparaison de la proportion élec au reste du parc

$$\text{Rang} = \frac{VA}{m^2} / \text{Moy Part elec}$$

Calcul de la troisième note intermédiaire pondérée :

8

$$\text{Note} = \text{Rang} \times 0,5$$

Nom	Conso Elec kWhEF/an (facture)	Part elec sur conso totale %	% elec sur moyenne % elec du parc	NOTE
site 1	595 324	19%	0,7	0
site 4	147 117	17%	0,6	0
site 2	249 864	11%	0,4	0
site 5	170 813	14%	0,5	0
site 13	925 890	100%	3,5	2

Pour finaliser cette approche c'est la présence ou non de GTB qui vient pondéré le résultat final

Présence de GTB / GTC / Plateforme :

9

*GTB = 1 si présence*

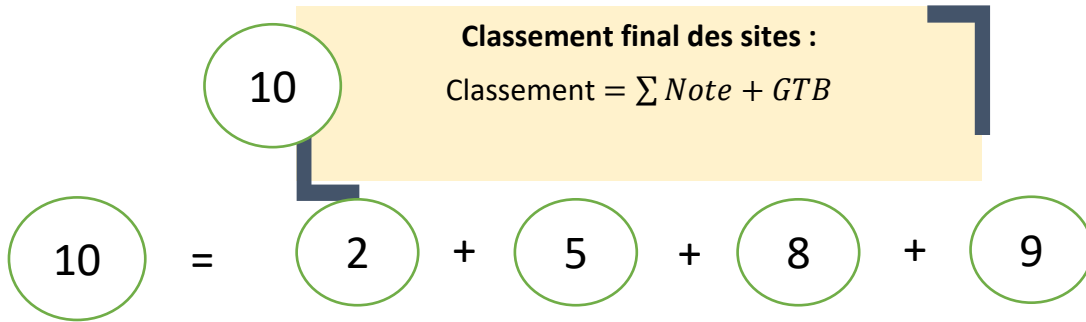
*GTB = 0 si absence*

# Comment s'y prendre ?

## Etape 1c : Comprendre le classement et le mettre en cohérence avec sa connaissance des sites

La note finale du site correspond à la somme des notes attribuées aux étapes : 2, 5, 8 et 9

- Le classement du parc hiérarchise les notes et permet d'identifier rapidement les sites qui méritent un gisement de flexibilité



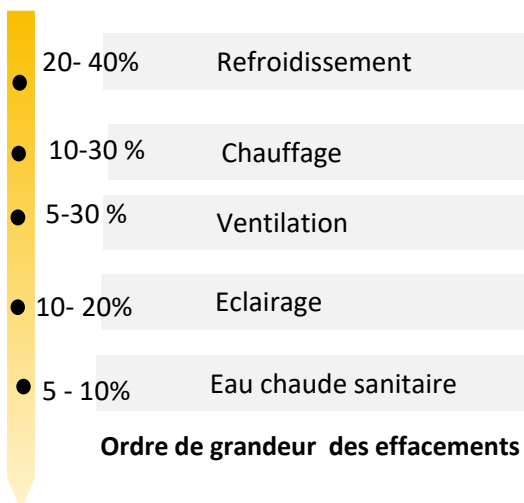
Nom	Surface	Puissance souscrite en Kva	NOTE	Va/m <sup>2</sup>	NOTE	Conso Elec kWhEF/an (facture)	NOTE	Présence de GTB	Note globale	Classement
site 1	16 000	1 571	3	98	3,2	595 324	0	1	8	1
site 4	3 500	435	1	124	4,1	147 117	0	1	6	2
site 2	7 000	653	2	93	3,1	249 864	0	1	6	3
site 5	7 000	618	1	88	2,9	170 813	0	1	5	4
site 13	9 420	463	1	49	1,6	925 890	2	1	5	5

## Indicateurs clés :

Ordre de grandeur en pourcentage d'effacement maximum par usage estimé par la méthodologie GOFLEX



### TERTIAIRE



Ordre de grandeur des effacements envisageables en pourcentage par usage sur le bâtiment.

# Comment s'y prendre ?

## Données à collecter

Permettant d'établir le profil le plus précis du bâtiment, les données requises se divisent en 3 catégories : **la carte d'identité du bâtiment, la classe de pilotage et la puissance flexible.**

Sont listés ci-dessous les documents et informations dont vous avez besoin :

- Surface utile brut ou SHON
- Audit énergétique permettant de décomposer les usages par puissance installée
- (chauffage, refroidissement, éclairage, ventilation, ECS,...)
- Plan de comptage et sous comptage
- Bilan de puissance électrique
- Numéro de PDL permettant d'obtenir les mandats et la puissance souscrite
- Référence de la plateforme de management énergétique si existante (API,...)

## Carte d'identité du bâtiment

- Activité
- Mode d'occupation (Bureau, commerce,...)
- Années de construction / rénovation et nature
- Surface utile (ou surface SHON)
- Nombre de place de parking
- Mode d'exploitation

## Classe de pilotage

- Comptage et sous comptage
- Connectivité du bâtiment avec l'extérieur (envoi de données de consommation et réception de signal)
- Gestion tarifaire de l'électricité
- Stratégie d'effacement
- Stockage
- Production d'énergie locale

## Puissance flexible par usage (concernant le chauffage / refroidissement on s'interroge sur la puissance installée et non la puissance thermique)

- Chauffage, refroidissement, ventilation, éclairage, prise de courant, usages spécifiques, véhicules électriques, usages secours

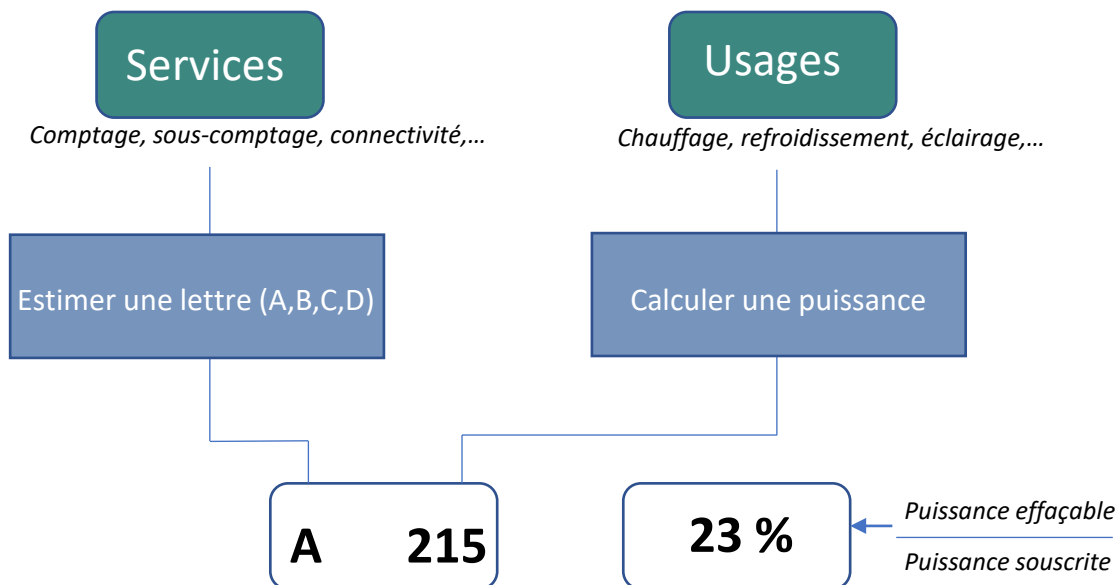
# Comment s'y prendre ?

## Etape 2 : Déployer l'outil GOFLEX



L'approche qui permet de réaliser son évaluation GOFLEX à partir de l'outil Excel est expliqué dans le document « Méthodologie ». S'y référer pour cette étape de l'évaluation du gisement.

Le GOFLEX est un **outil** que l'on peut scinder en **deux parties** lors de l'évaluation.



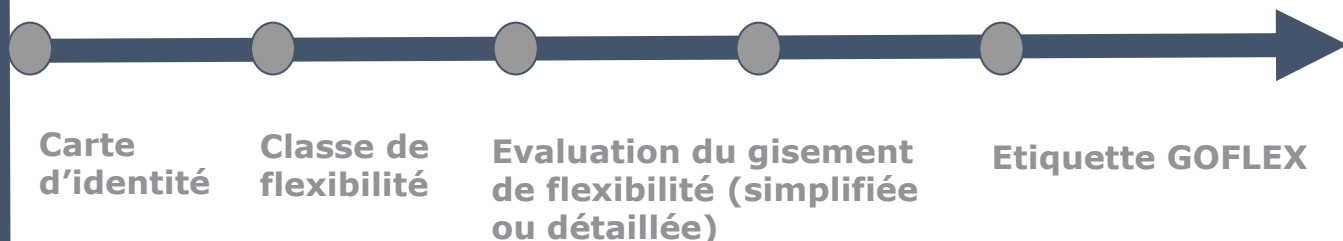
# Comment s'y prendre ?

## La classe de pilotage ou de flexibilité

- La première est un questionnaire servant à estimer la **classe de flexibilité** du bâtiment.
  - C'est-à-dire sa capacité à gérer sa courbe de charge et effacer des volumes de puissances intelligemment en restant dans un tunnel de confort pour l'utilisateur.
  - La note va de D (plus basse) à A (meilleure).

## La puissance flexible ou le gisement de flexibilité

- La seconde partie traite le **gisement de flexibilité** du site, nous parlons de flexibilité électrique.
  - Des informations permettant d'identifier au plus proche la puissance installée par usage sont demandées, avec pour but de calculer une **puissance effaçable idéale** du site.



## Choisir la méthode de saisie

Deux modes de saisis possibles : simplifié ou détaillé selon le niveaux de connaissance des sites criblés. (cf : Guide Méthodologie), pour rappel les usages sont listés ci-dessous :

- Chauffage / Refroidissement
- Ventilation
- Eau chaude sanitaire
- Eclairage / Prises courantes et forces
- Véhicule électrique
- Autres usages / Usages secours
- Stockage et production d'EnR

## Consolider les données demandées dans l'outil GOFLEX par une visite de site

Selon la documentation disponible sur les sites criblés, il pourra être envisagé une visite du site avec les informations suivantes à récupérer :

- Typologies de compteur, de pilotage des installations par le GTB
- Puissance électrique par usages en se concentrant sur le TGBT et les tableaux divisionnaires des étages courants





# Se lancer dans l'expérimentation

---

# Se lancer dans l'expérimentation

## Etape 3a - La plateforme GOFLEX

Il n'existe pas encore de mode de repérage simple et lisible du potentiel de flexibilité énergétique d'un bâtiment ou d'un parc, il est alors difficile pour l'utilisateur de se lancer dans l'expérimentation, de l'autre côté il est difficile pour les opérateurs d'évaluer toute opportunité d'exploiter ce secteur.

Pour massifier la flexibilité électrique dans le tertiaire, la plateforme GOFLEX a pour vocation de faciliter l'évaluation, de connecter l'offre et la demande et de mutualiser les sites.

La plateforme sera composée **d'un outil d'évaluation** basé sur l'outil GOFLEX présenté dans le paragraphe précédent ainsi que **de notes pédagogiques et méthodologiques** sur l'outil.

Objectifs :

- Identifier les gisements de flexibilité d'un bâtiment à travers l'indicateur de flexibilité GOFLEX.
- Connecter les utilisateurs GOFLEX de site tertiaire avec les agrégateurs par le GOFLEX.
- Démocratiser la flexibilité énergétique dans le secteur tertiaire, donner de la visibilité sur ses gains économiques et environnementaux.
- Favoriser le développement de l'instrumentation dans les bâtiments afin de les rendre plus solidaires du réseau national, plus intelligent à l'échelle du bâtiment, du quartier et de la ville.

L'utilisateur GOFLEX aura une interface dédiée dans le but de calculer la capacité d'effacement de son bâtiment via la plateforme.

Ce résultat lui permettra à terme de :

- Valoriser l'image de son bâtiment (acteur de la transition énergétique).
- Valoriser économiquement son bâtiment en ayant la possibilité de se connecter aux agrégateurs.



Classe du système de pilotage

A

Puissance modulable réelle

87kW

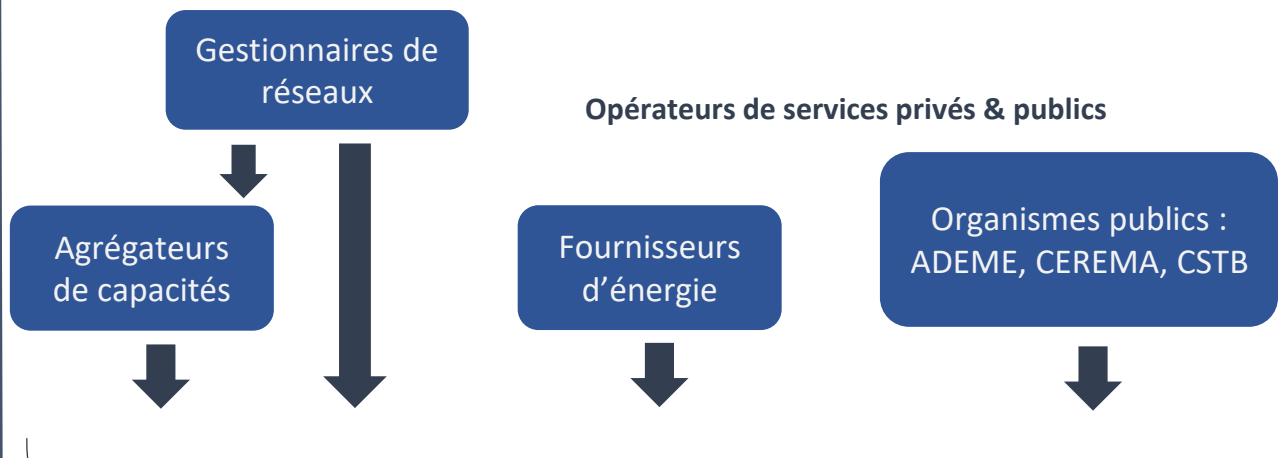
Valeur de puissance maximale flexible en kW corrigée pour tenir compte de l'utilisation effective

Durée de préavis

1

# Se lancer dans l'expérimentation

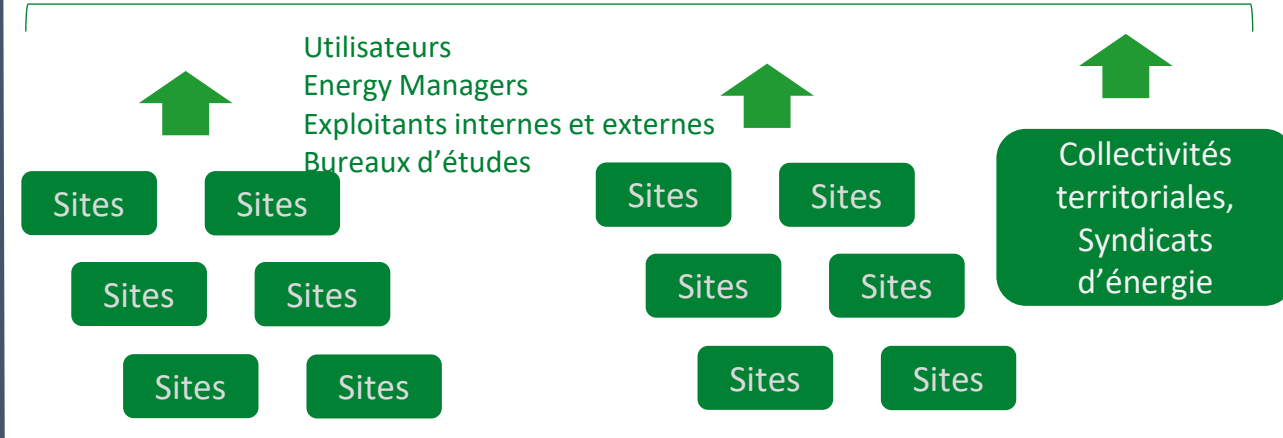
## Etape 3a - La plateforme GOFLEX



Identification des gisements consolidés et individuels – Mise en relation

Plateforme **GOFLEX**<sup>®</sup>

Evaluation GOFLEX et mise en visibilité



La vocation du site n'est pas lucrative, mais vise à promouvoir la flexibilité en France.

La plateforme GOFLEX est soutenue par les membres fondateurs suivants.



# Se lancer dans l'expérimentation

## Etape 3b – S'entraîner et expérimenter sur site par des scénarios de flexibilité :

Tous les scénarios proposés sont issues du travail réalisé lors du projet FlexEnr tache 3, cette étude a permis d'identifier les leviers de la flexibilité par la simulation. Après bilan des études les scénarios ont été retravaillé pour proposer une expérimentation terrain.

Ce chapitre présente 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 premier temps consiste à déterminer ou vérifier le potentiel technique de flexibilité, les essais permettent de tester le potentiel maximum de puissance et de temps possible en mettant en valeur l'inertie du système et du bâtiment.

Dans un second temps le potentiel humain de flexibilité est évalué, cette phase nécessite un travail de communication afin de présenter la démarche et ses enjeux (réunion d'information, mails, identifier un référent « flex »), ensuite des essais sont réalisés puis des questionnaires peuvent être envoyés pour recueillir les réactions des occupants.

## 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 suivants, 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
  - Note : Pour un bâtiment ancien, l'atteinte des 2h est peu probable
- Tout effacer tant que  $T > 19^{\circ}\text{C}$ 
  - But : Déterminer en combien de temps le bâtiment se décharge
  - Principe :
    - Réduire l'éclairage au minimum possible
    - Arrêter le chauffage / la climatisation tant que  $T > 19^{\circ}\text{C}$ , voire la ventilation de zones équipées de sonde de CO2

# Se lancer dans l'expérimentation

## Scénarios envisageables :

- 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
- Couper les modules de chauffage tant que  $T > 19^{\circ}\text{C}$  :
  - But : Déterminer en combien de temps se décharge le bâtiment
  - Nécessite :
    - L'enregistrement de la température intérieur et relever la météo
  - Analyse :  $t$  = le temps que l'air intérieur atteigne  $19^{\circ}\text{C}$ 
    - Si  $t > 2\text{h}$ , alors
      - Pour les prochains essais, couper les MTA 2h (tant que  $T > 19^{\circ}\text{C}$ )
    - Si  $t < 2\text{h}$ , alors
      - Pour les prochains essais, effectuer un réduit à  $T = 19^{\circ}\text{C}$
      - 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.

Des exemples de fiches action sont transmises dans le document.

# Se lancer dans l'expérimentation

## Le signal EcoWatt, la météo du système électrique

Pour signaler les périodes les plus tendues, le signal ECOWATT intervient comme étant « la météo du système électrique ».

Informé le grand public grâce à la météo du système électrique : EcoWatt permet de connaître le niveau de tension du système électrique grâce à un signal sur 3 couleurs correspondant à l'état du système sur une plage de 4 jours glissants (de J à J+3), au pas horaire et journalier

**Ce signal permet de s'entraîner et de passer à l'action avec différents scénarios : routine régulière en journée verte et un plan de bataille spécifique pour les journées orange et rouge.**



Vert, « notre consommation est raisonnable. »



Orange, « Le système électrique se trouve dans une situation tendue. Les écogestes citoyens sont les bienvenus. »



Rouge, « Le système électrique se trouve dans une situation très tendue. Si nous ne baissions pas notre consommation d'électricité, des coupures ciblées sont inévitables. Adoptons tous les écogestes. »

écowatt



**Ecowatt, votre météo de l'électricité pour une consommation responsable**

**Agir sur sa consommation... mais au bon moment**

Économisons l'électricité lors des périodes de forte consommation

le matin 08h-13h    le soir 18h-20h

**Légende**

- Consommation normale
- Système électrique tendu. Les écogestes sont les bienvenus
- Système électrique très tendu. Coupures inévitables si nous ne baissions pas notre consommation

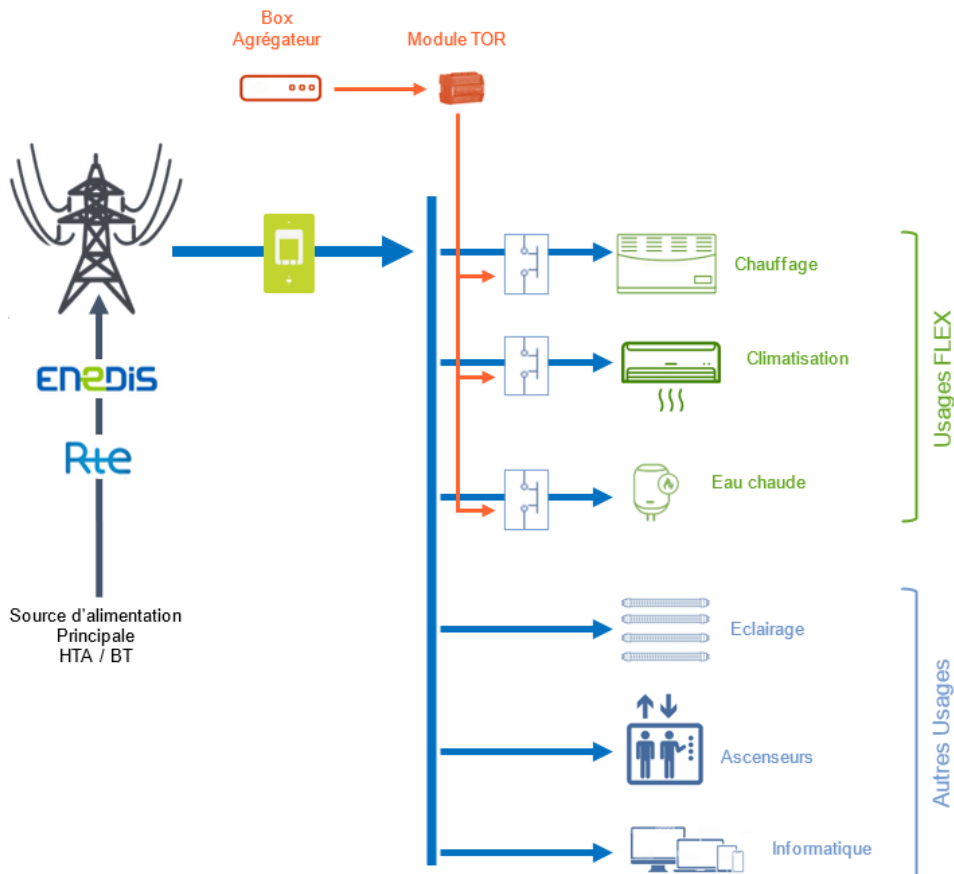
# Se lancer dans l'expérimentation

## Etape 3c – Valoriser l'effacement d'un ensemble de bâtiments auprès des agrégateurs

Selon le mécanisme de valorisation, 2 entités peuvent valoriser des effacements :

- Un agrégateur ou opérateur d'effacement en charge d'agrèger les effacements de plusieurs consommateurs
- Un fournisseur d'électricité

Mécanisme de valorisation explicite : L'agrégateur est l'interface entre le bâtiment et RTE il intervient pour permettre de répondre à une demande ponctuelle d'équilibrage du système électrique

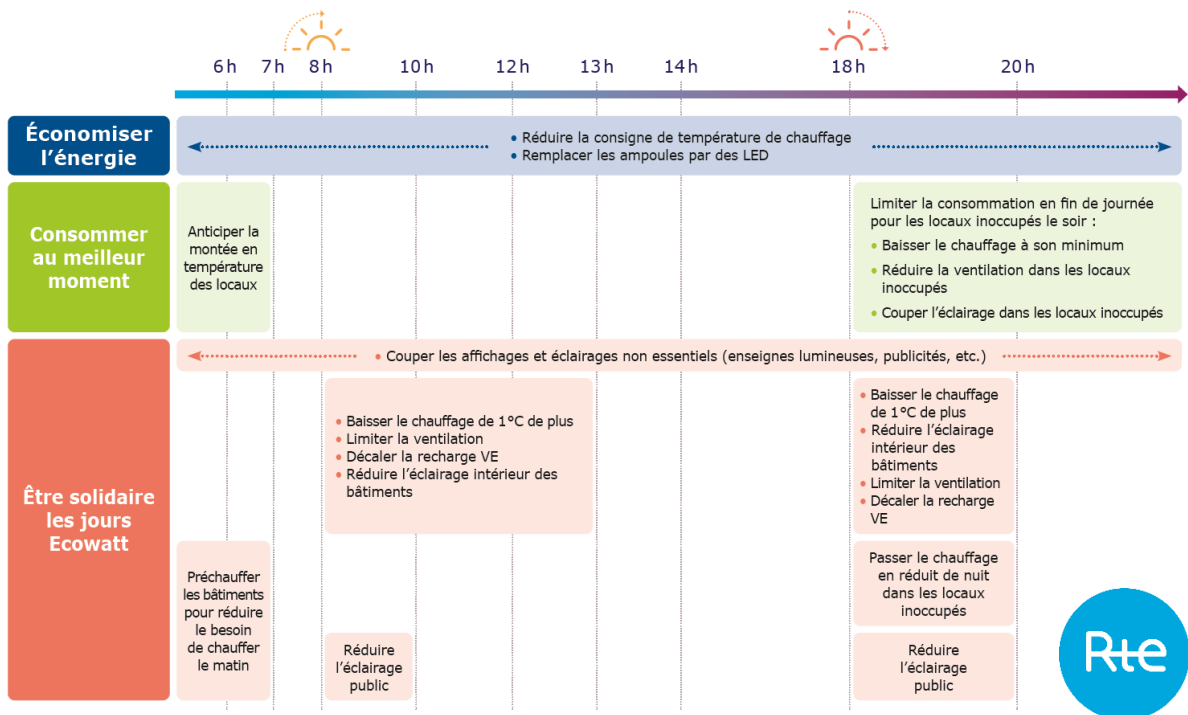


Méthode de valorisation implicite : Concerne un service rendu directement au consommateur via le fournisseur d'énergie par une tarification dynamique (type Heure Pleine Heure creuse, Tempo...)



# Fiches Actions

## Représentation d'une journée d'actions pour le secteur tertiaire et les collectivités publiques



Perspectives pour le réseau électrique pour l'automne et l'hiver 2022-2023, RTE



# Fiches actions

Des actions qui concernent toutes les parties prenantes



## Sobriété

**Réduction de la consommation** : par la mise en œuvre de mesures d'économies d'énergie toute l'année (écogeste, action d'efficacité énergétique et suivi de la performance)

## Flexibilité

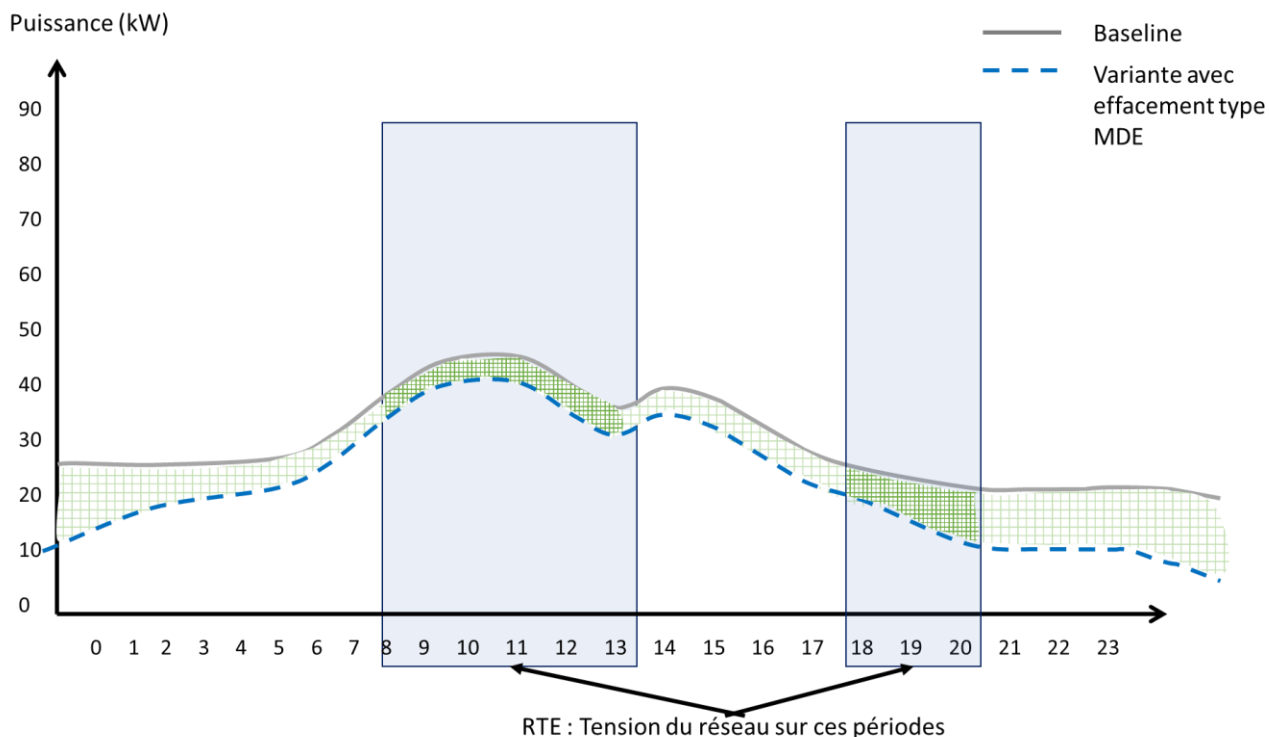
**Effacement de la consommation** : limiter temporairement la consommation d'électricité en réponse au signal Ecowatt, réduire la qualité de service ponctuellement

**Décalage et lissage de la consommation** : consommer l'énergie au meilleur moment pour pouvoir la réduire pendant les périodes de tension, réduire la qualité de service ponctuellement

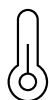
## Utilisation

**Sensibilisation des occupants, communication avant les actions, mettre en place du retour d'expérimentation, organisation des espaces et des services**

# Maitrise de l'énergie



## MDE : les actions possibles



*Optimiser les consignes de température en hiver 19/20°C et bien gérer l'intermittence (réduit courte/ longue inoccupation)*



*Relamper en LED et rétro-commissionner le dispositifs de régulation d'éclairage (temporisation de la détection de présence, programmateur horaire jour/nuit, sonde de gradation)*

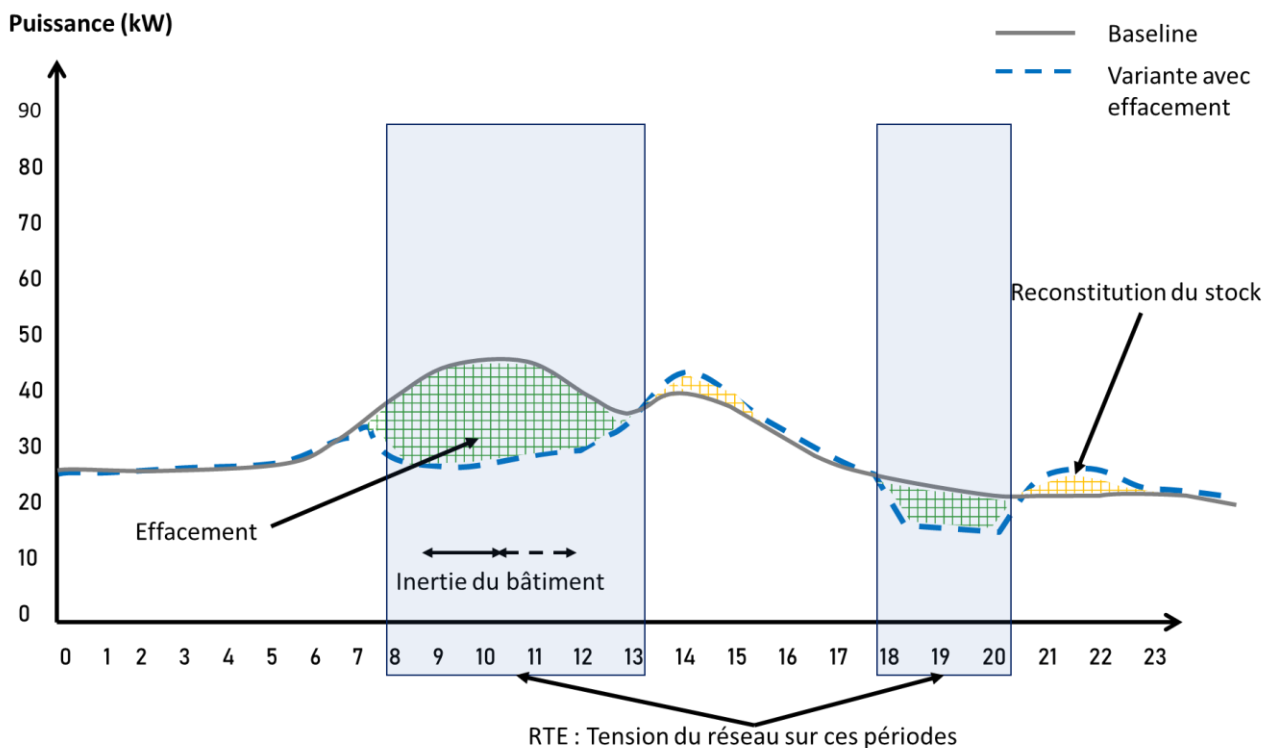


*S'assurer de la mise à l'arrêt des équipements informatiques en inoccupation (sensibilisation, mise en veille prolongée automatique, etc.)*



*Monitorer la présence des occupants et rechercher des gisements complémentaires*

# Maitrise de l'énergie + Effacement



## Effacements : les actions possibles



*Préparer une grille support avec le plan d'action pour les jours Ecowatt*



*Communiquer et sensibiliser les occupants au plan d'action Ecowatt et densifier l'occupation spatiale*



*Baisser la température de chauffage de 1°C par rapport à la routine de chauffage MDE avec une communication spécifique auprès des occupants*



*Installer des programmateurs horaires pour arrêter la résistance des ballons d'eau chaude dans les sanitaires*



*Proposer la coupure de certains équipements (écrans d'accueil ou de salles de réunion, etc)*

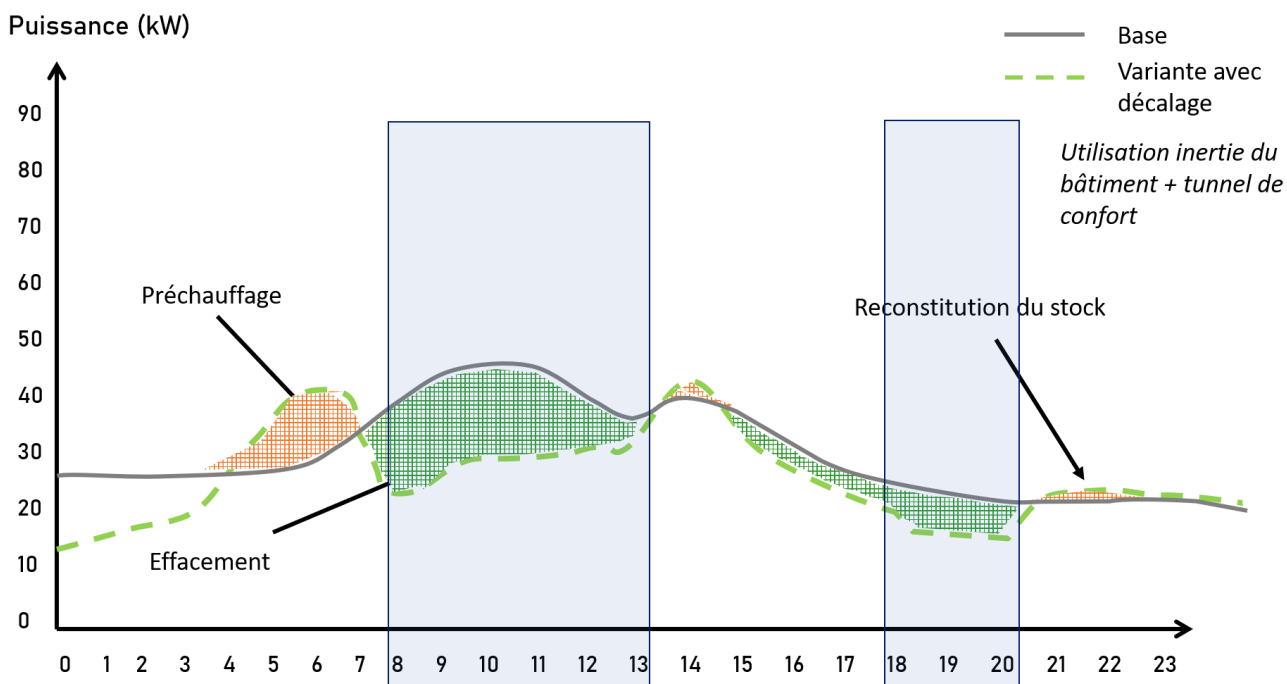


*Recommissionner l'installation de ventilation et maîtriser un taux de renouvellement d'air calé sur l'occupation instantanée du site et selon les capacités de pilotage (Variateur de vitesse, etc.)*



*Mettre à l'arrêt les équipements de recharge de véhicules électrique*

# MDE + Effacement + Décalage



## Effacements et décalages : les actions possibles



*Communiquer et sensibiliser les occupants au plan d'action avec les moyens de sauvegarde avec une routine spécifique Ecowatt (Journée Pull, etc.)*



*Maitriser la réponse thermique du bâtiment (test in situ) pour devancer la relance, la mise en réduit le soir (régler l'optimiseur de relance ou pilotage prédictif si disponible) et bénéficier de l'inertie du bâtiment*



*Limiter l'usage des ascenseurs*



*Adapter le RIE en proposant un menu basse consommation*













*Solliciter les occupants pour débrancher les équipements informatiques sur batterie et les charger en dehors des plages horaires critiques*

Des gisements important existent sur la ventilation mais nécessitent une analyse spécifique au site selon ses capacités (technique, suivi d'occupation) afin d'optimiser le pilotage des CTA sans dégrader la QAI.

# Leviers d'action possibles et impact sur le secteur tertiaire

## Levier d'action sur la demande

Impact estimé de l'action  
matin (8h-13h)    soir (18h-20h)

		Impact estimé de l'action matin (8h-13h)	Impact estimé de l'action soir (18h-20h)
Économiser l'énergie	 <p><b>Réduire la consigne de température de chauffage</b> Réduire la température de consigne du chauffage à 19°C dans les locaux occupés et la réduire encore plus en dehors des périodes d'occupation. Si la température moyenne dans l'ensemble des bâtiments tertiaires baissait d'un degré, cela conduirait à une économie d'énergie annuelle de l'ordre de <b>1 TWh</b></p>	<b>0,9 GW</b>	<b>0,4 GW</b>
	 <p><b>Généraliser l'éclairage LED</b> L'éclairage par LED n'est présent dans le tertiaire que sur un peu plus de 20% des surfaces. Si 10% de l'éclairage tertiaire qui ne l'est pas encore était assuré par des LED, cela représenterait une réduction de la consommation annuelle de plus de <b>600 GWh</b></p>	<b>0,2 GW</b>	<b>0,1 GW</b>
Consommer au meilleur moment	 <p><b>Limiter la consommation en fin de journée pour les locaux inoccupés le soir</b> Une grande partie des locaux de bureaux, d'enseignement mais aussi des commerces sont inoccupés le soir. Une baisse anticipée du chauffage à sa valeur de «réduit de nuit», et si possible de la ventilation de ces locaux, permettrait de limiter fortement la pointe du soir. Des mesures sur l'éclairage accentueraient cet effet.</p>		<b>0,6 GW</b>
	 <p><b>Anticiper la montée en température des locaux avant 8h</b> La courbe de charge sur le chauffage des bâtiments tertiaires a une forme très spécifique, marquée par une pointe marquée vers 10-11h. Un lissage de cette consommation aurait un effet très significatif sur l'équilibre du système électrique. Cela reviendrait à chauffer un peu plus tôt les bâtiments (avant 8h) pour réduire le besoin sur les heures suivantes.</p>	<b>1,0 GW</b> <i>entre 8h et 10h</i>	
Ecowatt rouge	 <p><b>Prévoir une programmation spécifique du chauffage</b> À travers une configuration spécifique du chauffage (via la GTB par exemple) pour les jours «Ecowatt rouge», réduire la température de consigne de 1°C supplémentaire, anticiper la chauffe des bâtiments avant 8h, et couper la chauffe une heure avant la fermeture des locaux inoccupés le soir représenterait un gain supplémentaire important.</p>	<b>1,5 GW</b>	<b>1,2 GW</b>
	 <p><b>Limiter la ventilation</b> La ventilation, pour les bâtiments qui en sont pourvus, devrait être programmée différemment les jours «Ecowatt rouge», avec un fonctionnement réduit au minimum imposé par les règles sanitaires dans la matinée de 8h à 13h et le soir de 18h à 20h (ou à partir de 17h si possible).</p>	<b>0,1 GW</b>	<b>0,1 GW</b>
	 <p><b>Réduire l'éclairage intérieur des bâtiments</b> Suivant les secteurs, l'éclairage est également un poste important de consommation et un signal visible. Outre le passage préalable aux lampes LED fortement recommandé, une attention à bien couper l'éclairage dans les parties non occupées, et à potentiellement réduire l'intensité lumineuse dans certains espaces publics est demandée.</p>	<b>0,5 GW</b>	<b>0,3 GW</b>
	 <p><b>Réduire l'éclairage public</b> En période de tension sur le système électrique, il serait pertinent de réduire la puissance de l'éclairage public, par exemple en éteignant un lampadaire sur deux. Ce geste aurait un effet significatif le soir et sur le début de matinée.</p>	<b>0,5 GW</b> <i>entre 8h et 10h</i>	<b>0,5 GW</b>
	 <p><b>Décaler la recharge des véhicules électriques</b> Les bornes de véhicule électrique devraient ne pas être utilisables entre 8h et 13h et entre 18h et 20h. Un mode de «forçage» en cas de besoin urgent est peut-être à prévoir. Compte tenu du préavis de 3 jours prévu pour les jours Ecowatt, les besoins devraient être limités (les véhicules auront pu être rechargés durant la nuit précédente).</p>	<b>0,1 GW</b>	<b>0,1 GW</b>
	 <p><b>Couper les affichages et éclairages non essentiels</b> Les panneaux publicitaires, les enseignes lumineuses, les écrans d'information, etc., gagneraient à être éteints lors de jours «Ecowatt rouge», principalement pour l'impact de visibilité de ces équipements et le signal collectif que cela donnerait pour que chacun soit incité à contribuer à cette démarche citoyenne.</p>	<b>0,1 GW</b>	<b>0,1 GW</b>

Perspectives pour le réseau électrique pour l'automne et l'hiver 2022-2023, RTE





# Annexes

---

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, cascade, cyclique,...)	Possibles freins ou difficultés de mobilisation du gisement
Eclairage	Eclairage courant	système	30min, 2h, 1j	éclairage d'appoint ponctuel, présence d'un éclairage de veille, sous-circuits	TOR, consigne (gradation)	usage prématurée suivant modèle et marque du matériel
	Eclairage veille	non			TOR	
	Eclairage de sécurité	non			TOR	
	Eclairage d'appoint	système (sans blocage) + renfort possible	30min, 2h, 1j		TOR	
	Décorations lumineuses	système	30min, 2h, 1j		TOR	usage 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 hélicoïdale standard ventilation	système	30min, 2h, 1j		TOR, consigne	code du travail : min Air Neuf à assurer, extraction sanitaire...
	Ventilateur hélicoïdale 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		consigne	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
	Electo-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	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
	Chaudière à condensation	système	30min, 2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Chaudière (sans condensation) < 600 kW	système	30min, 2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Chaudière (sans condensation) > 600 kW	système	1j	bâche d'eau chaude	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Chaudière vapeur	système	1j		consigne, <del>cascado-cyclique</del> (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, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Brûleur gaz et FOD	système	2h, 1j	bâche d'eau chaude	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (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, <del>cascado-cyclique</del> (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 a 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-cooling)	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Condenseur à air	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Tour à circuit primaire	sous-système : ventilateur	2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Armoire de climatisation à détente directe	système	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	
	Mono-split system <del>froid seul</del>	<u>système</u>	30min, 2h, 1j	stockage : bâche eau glacée	consigne, <del>cascado-cyclique</del> (en fonction du nombre et du montage)	



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, cascade-cyclique,...)	Possibles freins ou difficultés de mobilisation du gisement
	Multi-split system froid seul	système	30min, 2h, 1j	stockage : bache eau glacée	consigne, cascade-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Climatiseur <del>window</del> froid seul	système	30min, 2h, 1j	stockage : bache eau glacée	consigne, cascade-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	<del>Rooftop</del> froid seul	système	30min, 2h, 1j	stockage : bache eau glacée	consigne, cascade-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Unité de condensation à air	système	30min, 2h, 1j	stockage : bache eau glacée	consigne, cascade-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Groupe froid < 300 kW	système	30min, 2h, 1j	stockage : bache eau glacée	consigne, cascade-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Groupe froid > 300 kW	système	1j	stockage : bache eau glacée	consigne, cascade-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
	Système VRV (2 ou 3 tubes)	système	30min, 2h, 1j	stockage : bache eau glacée	consigne, cascade-cyclique (en fonction du nombre et du montage)	
PAC	PAC air/eau (toute technologie)	système	30min, 2h, 1j	stockage bache eau chaude ou eau glacée	consigne	
	PAC eau/eau (toute technologie)	système	30min, 2h, 1j	stockage bache 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			
	Surpresseur	système si expansion adéquate	30min, 2h, 1j			uniquement pour PAC expansion adéquate nécessaire
Autres Usages informatique	Ordinateurs	non				
	Téléphonie fixe	non				
	Imprimantes/scanners communs	système	30min, 2h			
	Imprimantes/scanners individuels	non				
	Ecrans d'information	système	30min, 2h			



# Bibliographie

---

# Références bibliographiques

- FLEXENR – Tâche 3 : Etudes des bâtiments par les équipes – Sous-tâche 3.3 : Bilan des études de flexibilité, RAYNAUD Maxime et REY Anthony, 2021.
- FLEXENR – Tâche 4 – Guide d’analyse de la flexibilité des bâtiments tertiaires – ADEME - DALKIA – SETEC – IFPEB - CSTB
- LABEL FLEX – Etude des labels de flexibilité, ENGIE, 2022
- Effacement de consommation électrique en France, CEREN, E-CUBE, ADEME, 2017
- L’effacement de consommation électrique en France – ADEME
- Perspectives pour le système électrique pour l’automne et l’hiver 2022-2023, RTE