

FLEXENR
Cahier des Charges Fonctionnel Bâtiment

Table des matières

1.	FLEXIBILITE - NOTIONS FONDAMENTALES	5
1.1.	EFFACEMENT.....	5
1.2.	FLEXIBILITE ENERGETIQUE	6
1.2.1.	PRINCIPES	6
1.2.2.	NIVEAUX DE FLEXIBILITE D'UN BATIMENT	6
1.3.	EXEMPLES D'USAGES FLEXIBLES	7
1.4.	SOURCES D'ENERGIE CONTRIBUANT A LA FLEXIBILITE	8
1.5.	LABELS ET FLEXIBILITE.....	9
1.5.1.	LES CONSEQUENCES DES CERTIFICATION ENVIRONNEMENTALES	9
1.5.2.	LES LABELS "SMART".....	9
1.6.	INDICATEUR GO-FLEX	11
1.6.1.	PRESENTATION SUCCINCTE.....	11
1.6.2.	PRISE EN COMPTE DE L'INDICATEUR GO-FLEX DANS LA CONCEPTION DU BATIMENT	12
2.	CHOIX D'UNE STRATEGIE DE FLEXIBILITE.....	14
2.1.	CONTEXTE	14
2.2.	NIVEAU DE FLEXIBILITE.....	14
2.3.	STRATEGIE ENERGETIQUE.....	14
2.3.1.	STRATEGIE D'UTILISATION DE L'ENERGIE EXCEDENTAIRE	14
2.3.2.	STRATEGIE DE COMPTAGE ET DE MESURE POUR UN BATIMENT FLEXIBLE.....	14
3.	CAHIERS DES CHARGES FONCTIONNEL.....	15
3.1.	SCHEMAS FONCTIONNELS DU PRINCIPE DE LA FLEXIBILITE ENERGETIQUE	16
3.1.1.	BATIMENT EXISTANT - STRATEGIE EFFACEMENT EXPLICITE.....	16
3.1.2.	SCHEMA FONCTIONNEL GENERAL D'UN BATIMENT FLEXIBLE.....	16
3.2.	BRANCHEMENT AU RESEAU - CONVENTIONS DE RACCORDEMENT.....	19
3.3.	COMPTAGE & MESURE.....	19
3.3.1.	COMPTAGE PRINCIPAL	19
3.3.2.	COMPTAGE ELECTRIQUE DES USAGES	21
3.3.3.	MESURE ELECTRIQUE.....	22
3.3.4.	ADAPTATION DE L'ARCHITECTURE DE LA DISTRIBUTION ELECTRIQUE	23
3.4.	GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT (GTB).....	23
3.4.1.	PREAMBULE	23
3.4.2.	RAPPELS ET PRINCIPES GENERAUX.....	24
3.4.3.	CONCEPTION D'UNE FLEX-GTB	25
3.4.4.	SPECIFICATIONS GENERALES GTB	26
3.5.	EQUIPEMENTS ET USAGES FINAUX	29
3.5.1.	PREAMBULE	29
3.5.2.	CLIMATISATION	29
3.5.3.	CHAUFFAGE	30
3.5.4.	ECLAIRAGE	31
3.5.5.	PRISES DE COURANT	31

Résumé contextuel :

Les dernières études menées par RTE d'une part et l'ADEME de l'autre démontrent que la pénétration des énergies renouvelables électriques demandera de développer des « flexibilités » du côté des consommateurs. Les bâtiments sont identifiés comme étant un « puits de flexibilité » important, comme nous le développons ci-dessous.

De plus, il est maintenant nécessaire d'intégrer les énergies renouvelables (ENR), le stockage et l'autoconsommation au niveau du bâtiment pour minimiser le recours aux énergies non renouvelables. Grâce au pilotage du besoin en fonction de la disponibilité de l'énergie, le réseau sera mieux à même d'absorber les plus nombreuses fluctuations de la production ENR (endogène, locale, ou nationale) tout en recréant un lien entre les consommateurs et la ressource.

La qualité première d'un bâtiment pour ce faire est **la flexibilité énergétique**, qualité qui consiste à pouvoir stimuler les consommateurs lors des épisodes d'abondance d'énergies renouvelables à toutes les échelles et s'effacer lors d'appels trop importants de puissance par les moyens conventionnels et généralement plus carbonés.

Le projet "Flexibilités Tertiaires pour la Pénétration des Energies Renouvelables" piloté par l'IFPEB, le CSTB et l'ADEME identifie le bâtiment tertiaire "Flex Ready" comme une composante essentielle de cette flexibilité.

Il est fondamental de comprendre que l'impact de la flexibilité tertiaire sera significatif uniquement si **le parc tertiaire contribue massivement** à la flexibilité énergétique. Une large part de cette contribution proviendra des capacités d'effacement diffus des bâtiments existants anciens ou récents.

D'autre par la notion de flexibilité énergétique telle qu'elle est envisagée dans le projet englobe la prise en compte des énergies renouvelables, des capacités de stockage (qu'elles soient attachées aux bâtiments ou apportées par les véhicules électriques) ainsi que de l'interconnexion à des smartgrids locales. La flexibilité dépasse ainsi le simple niveau de l'effacement et intègre toutes les notions liées au mix énergétique, à l'optimisation des consommations.

Il en résulte que la flexibilité peut amener les bâtiments à se doter d'architectures électriques complexes, de systèmes de gestion techniques sophistiqués et à offrir un niveau de connectivité élevé.

On comprend donc que le déploiement de la flexibilité nécessite d'avoir plusieurs niveaux de lecture du présent document ; l'idée directrice étant de sélectionner pour chaque profil de bâtiment une stratégie de flexibilité adaptée à son niveau d'équipement et cohérente avec son mode d'exploitation.

La première étape de la constitution du cahier des charges a été de faire une synthèse des principes entrant dans la notion de flexibilité, y compris pour les bâtiments existants et de définir les niveaux de flexibilité possibles pour un bâtiment.

Dans cette synthèse a été inclus la contribution des certifications environnementales et des labels (principalement R2S et Go-Flex) à la flexibilité. En effet ces derniers imposent la mise en place d'équipements et de système de régulation/supervision performants qui possèdent intrinsèquement les capacités FLEX requises.

Pour développer un cahier des charges fonctionnel adapté au marché actuel, il a été fait le choix d'une stratégie FLEX cohérente avec les technologies disponibles et l'environnement législatif en vigueur. En particulier l'interopérabilité des bâtiments avec les smartgrids n'a pas été retenue car il n'y a pas de réglementation permettant de définir des règles universelles.

A partir de ce choix, le Cahiers de Charges fonctionnel propose les architectures et les performances attendues des systèmes pour atteindre le niveau de flexibilité souhaité pour les bâtiments neufs. Le cas des bâtiments existants est également pris en compte dans le cahier des charges par des propositions permettant de mettre en place à minima une capacité d'effacement diffus via un agrégateur.

1. FLEXIBILITE - NOTIONS FONDAMENTALES

1.1. EFFACEMENT

L'effacement constitue le premier niveau de la flexibilité énergétique : il s'agit diminuer l'appel de puissance d'une part des usages du bâtiment, principalement lors des pics de consommation afin de lisser la consommation électrique au niveau national.

L'effacement est une stratégie qui existe depuis de nombreuses années dans le monde industriel. Elle s'est concrétisée dans les contrats de fourniture d'énergie par des clauses spécifiques (contrats de type EJP, tempo, etc. (effacement des jours de pointe).

Pour l'habitat, cette stratégie se développe également sous le terme d'effacement diffus car ses effets se font sentir par l'addition d'un très grand nombre de petites contributions.

Aujourd'hui la capacité d'effacement est valorisée selon deux types de contrats :

- La valorisation via le contrat de fourniture d'énergie ou EIF (Effacement Indissociable de la Fourniture).

Il s'agit d'une valorisation implicite de la capacité d'effacement incluse dans le contrat de fourniture d'énergie : le prix du kWh est déterminé en fonction de la capacité d'effacement.

Les périodes d'effacement, le délai de préavis et les pénalités de non-respect de l'effacement dont indiquées dans le contrat de fourniture.

- L'effacement Explicite (EE)

Il s'agit d'un engagement contracté en dehors du contrat de fourniture d'énergie envers un Opérateur d'Effacement (OE).

La rémunération de l'effacement est explicite et précisé dans le contrat liant l'utilisateur à l'OE.

Ces contrats sont soumis à une obligation de disponibilité dont les conditions sont précisées dans le contrat.

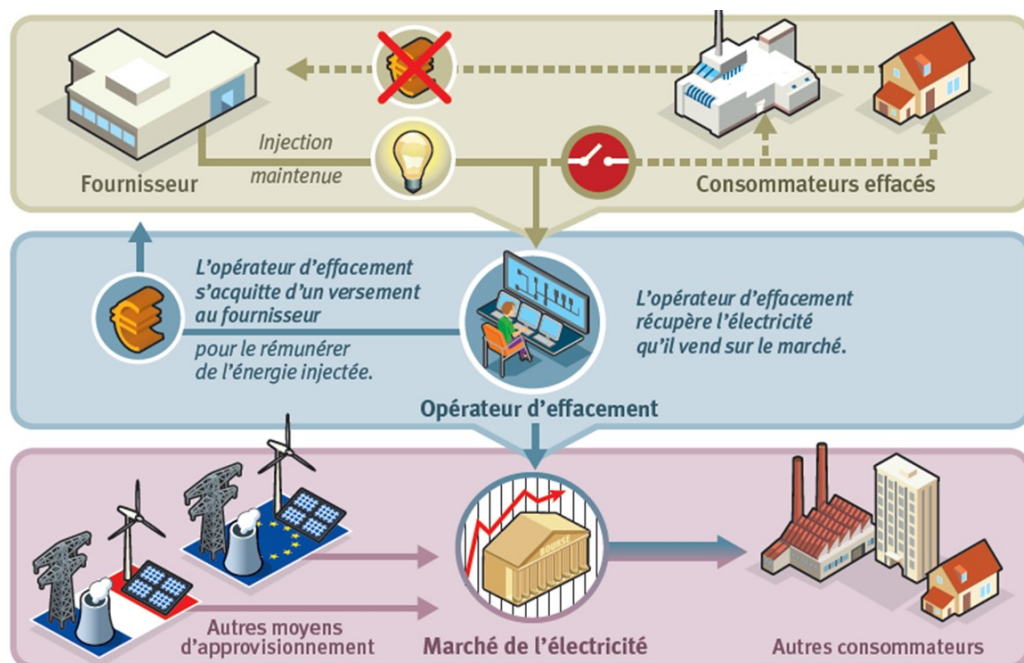


Schéma de principe de l'Effacement Explicite

Le tableau ci-dessous compare les deux modes de valorisation de la flexibilité :

Caractéristiques	EIF	EE
Contrat	Contrat de fourniture	Contrat dissocié de la fourniture
Rémunération	Implicite (inclus dans le prix de fourniture)	Explicite, précisée dans le contrat avec l'OE
Engagement du consommateur si jour de pointe	Effacement ou paiement du prix Pointe Mobile dissuasif	Obligation de disponibilité (peut être vérifiée par tests)
Activation	A chaque occurrence du signal de pointe, le prix de Pointe Mobile du contrat de fourniture est facturé	Sur conditions de marché (atteinte de strike) ou de tests

Focus :

L'effacement diffus pour les bâtiments tertiaires constitue un premier niveau de flexibilité facile à mettre œuvre et généralement peu onéreux. Le déploiement sur une grande échelle de ce processus aurait un impact notable sur les pics de consommation.

1.2. FLEXIBILITE ENERGETIQUE

1.2.1. Principes

La flexibilité énergétique constitue une évolution de l'effacement en intégrant un certain nombre de fonctionnalités supplémentaires, dont principalement :

- La capacité des systèmes du bâtiments (Chauffage, Climatisation) à être régulés automatiquement en réponse à des signaux en provenance du Distributeur d'électricité
- 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 local lui permettant d'être en interaction dynamique avec les autres bâtiments

1.2.2. Niveaux de flexibilité d'un bâtiment

Autonome

Le bâtiment est en capacité de piloter des systèmes de management de l'énergie de façon autonome via son système de Gestion Technique Centralisé.

Les différents process (chauffage, climatisation, éclairage, eau chaude, etc.) sont pilotés par la GTB de façon coordonnée de façon à minimiser les consommations d'électricité et d'eau.

Dans ce mode de fonctionnement le bâtiment a la capacité de moduler ses consommations et ses appels de puissances de façon à maintenir ses appels de puissance en deçà du seuil fixé par son contrat de fourniture d'électricité et prendre en compte les plages horaires HP et HC (été et hiver).

La flexibilité énergétique permet dans ce mode de diminuer la puissance souscrite par l'utilisateur et ainsi de générer des économies sur les postes de dépense suivants :

- La prime fixe de l'abonnement
- Les consommations

La flexibilité s'inscrit ici dans un cadre d'efficacité énergétique centré sur le bâtiment permettant d'optimiser le coût de la dépense énergétique et électrique en particulier).

Typiquement ce mode de fonctionnement flexible consiste à déplacer dans le temps des usages planifiables ou modifier des consignes de chauffe en fonction des plages Heures Pleines (HP) / Heures Creuses (HC) fixées par le contrat de fourniture d'électricité.

Guidée

En plus des capacités requises pour le mode autonome, le bâtiment doit être en capacité d'adapter le pilotage de ses process à des "sollicitations" externes au bâtiment.

Par exemple en cas de prévision météorologique (canicule) exceptionnelle, RTE et/ou ENEDIS anticipant une surconsommation ponctuelle liée à la climatisation, pourraient être appelés à demander aux usagers de modifier leurs consignes de régulation.

Interactive (Connecté à un Grid)

Ce niveau de flexibilité est destiné principalement aux bâtiments neufs ou devant faire l'objet de restructurations lourdes (remplacement complet des systèmes de climatisation, d'éclairage, re-fonte globale de la distribution électrique, mise à niveau de la GTC, etc.).

Avec ce mode de fonctionnement, le bâtiment, qui possède a minima les capacités de flexibilité du mode guidé, est intégré à un grid connectant d'autres bâtiments à usages variés (bureaux, commerces, logements, etc.).

Le bâtiment ainsi connecté peut mutualiser ses capacités d'effacement avec celles des autres bâtiments, les agréger au moyen d'une plateforme et les valoriser auprès des fournisseurs d'électricité.

La connexion à un grid permet également à certains bâtiments d'exploiter les productions EnR excédentaires d'autres bâtiment.

1.3. EXEMPLES D'USAGES FLEXIBLES

Climatisation Chauffage

Les simulations réalisées dans le cadre du projet ont montré que le chauffage et la climatisation représentaient les gisements de flexibilités les plus important.

Il s'avère que si les gains en termes de consommation sont relativement faibles (les systèmes étudiés étant intrinsèquement performants et efficacement supervisés), en revanche on parvient à déplacer efficacement les pics de consommation vers des plages horaires peu chargées.

Production d'eau chaude sanitaire

La production d'eau chaude peut être différée pendant les périodes d'effacement si les ballons sont suffisamment isolés.

Gestion des effectifs

L'effectif présent dans un bâtiment influe directement sur sa consommation, moduler cet effectif permet de contribuer à la modulation des consommations et/ou appels de puissance.

La mise en œuvre de ce gisement de flexibilité nécessite :

- Une GTB doté de fonctionnalités prédictives basées sur les conditions météo et le taux de présence et capable de recevoir les demandes d'effacement à plusieurs jours.
- La capacité de l'utilisateur à imposer le télétravail à une fraction significative de ses collaborateurs

L'efficacité de cette disposition ne pourra être évaluée qu'au moyen de simulations ou par l'analyse a posteriori des consommations en fonction du taux de présence.

Gestion de l'alimentation des ordinateurs personnels

Les ordinateurs portables disposant de batteries, ils peuvent être "délestés" et fonctionner en autonomie dans la limite de leur autonomie.

On peut évaluer l'impact de ce délestage sur la base des hypothèses suivantes :

- Plateau de bureau de 1500 m² 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/m² (production de froid comprise) la puissance totale de plateau est de 60 kVA.

L'effacement des ordinateurs représente environ 8% de la puissance totale.

1.4. SOURCES D'ENERGIE CONTRIBUANT A LA FLEXIBILITE

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.

Spécifications particulières liées à la flexibilité :

Pas de spécifications particulières à prendre en compte. La production doit disposer de comptages communiquant ce qui est le cas sur toute production photovoltaïque.

Infrastructure de Recharge de Véhicules Electriques (IRVE)

Les véhicules raccordés à un instant T sur une IRVE constitue un gisement potentiel de flexibilité dans la mesure où 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 HC

Spécifications particulières liées à la flexibilité :

Label V2G indispensable

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

Spécifications particulières liées à la flexibilité :

Le stockage doit être en mesure de communiquer en temps réel à la GTB :

- Le niveau de charge des batteries (en % et en Ah)
- L'autonomie prévisionnelle
- Le statut de l'installation : Chargé - En charge - En décharge

Focus :

Les divers niveaux de flexibilité possibles, le nombre d'équipements et d'usages "éligibles" à la flexibilité, la présence ou non de sources EnR, de stockage sont autant de paramètres qui définissent la flexibilité d'un bâtiment. Il n'y a par conséquent aucune règle absolue concernant la flexibilité.

Ce constat doit faire prendre conscience que les prescriptions de ce cahier des charges offrent différents niveaux de lecture et permettront aux concepteurs, exploitants, investisseurs d'adapter la conception "FLEX" à chaque projet.

1.5. LABELS ET FLEXIBILITE

La mise en place de la flexibilité énergétique s'inscrit dans un contexte global d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Dans ce contexte les labels environnementaux (HQE, BBC, BEPOS, LEED, BREAM, etc.) imposent aux différents systèmes du bâtiment (éclairage, chauffage, etc.) des niveaux de performances et des caractéristiques techniques qui vont faciliter la mise en place de la flexibilité énergétique.

De même tous les labels liés à l'intelligence et la connectivité des bâtiments (R2S entre autres) impose le déploiement d'infrastructures numériques ouvertes dans le bâtiment qui vont optimiser la circulation et la gestion des données facilitant ainsi l'intégration des processus de flexibilité

Réciproquement les équipements mis en place en vue de rendre le bâtiment flexible vont contribuer à l'obtention de niveaux de certification plus élevés.

Il y a donc une complémentarité entre certification environnementale et flexibilité énergétique.

1.5.1. Les conséquences des certification environnementales

La flexibilité énergétique des bâtiments s'inscrit dans un contexte où la prise de conscience environnementale a eu pour conséquence l'émergence d'un nombre croissant de certifications visant à mesurer la performance énergétique des bâtiments.

L'obtention de ces labels (qu'il s'agisse de bâtiments neufs ou rénovés), implique entre autres :

- L'installation d'équipements énergétiquement performants
- La mise en place de systèmes de gestion des process permettant d'optimiser les consommations
- Le déploiement de systèmes de supervision qui permettent de suivre en temps réel les consommations et de lancer des alertes en cas de dépassement des seuils fixés par les engagements de performance énergétique.

Dans ce contexte, où le bâtiment devient énergétiquement vertueux, les "gisements de flexibilité" (les économies potentielles sur les consommations énergétiques) peuvent sembler relativement maigres.

En contrepartie les équipements installés pour obtenir des niveaux élevés de certification disposent des fonctionnalités nécessaires pour mettre en place cette flexibilité sans investir dans d'autres équipements ou systèmes.

De façon très synthétique on peut conclure que plus le niveau de certification environnemental est élevé plus le gisement de flexibilité diminue mais il devient plus accessible.

1.5.2. Les labels "smart"

La mise en place de la flexibilité énergétique nécessite à minima :

- La collecte et le traitement d'un grand nombre de données issus de sources hétérogènes (Electricité, CVC, etc.)
- Des systèmes de supervision et de gestion de l'énergie

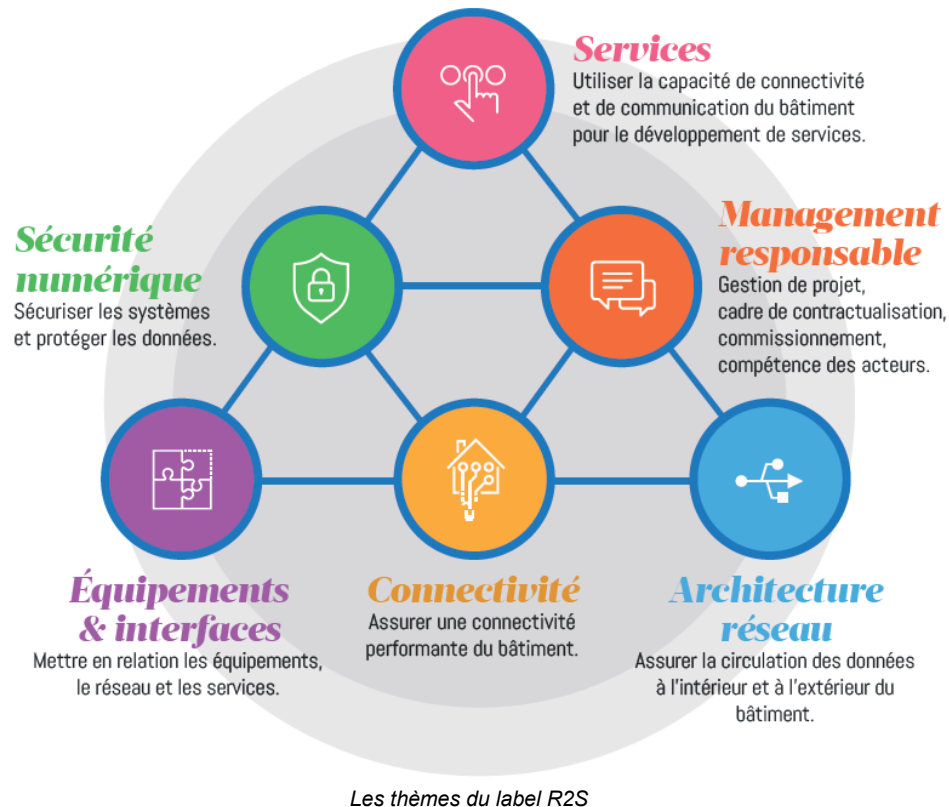
Un bâtiment ne sera flexible que si ses équipements garantissent : l'homogénéité des formats de données, l'ouverture des protocoles d'échange et la capacité des systèmes à communiquer entre eux via des réseaux IP robustes.

De ce point de vue les labels "smart" sont des indicateurs essentiels pour évaluer le potentiel de flexibilité d'un bâtiment. Réciproquement les exigences de flexibilité d'un futur bâtiment imposeront les scores à atteindre pour les labels concernés.

Ready To Service (R2S)

Le référentiel du Label R2S a été développé par CERTIVEA et CERWAY, filiale internationale de CERTIVEA, en partenariat avec la Smart Buildings Alliance for Smart Cities (SBA) et l'Alliance HQE-GBC, sur la base du cadre de définition « Bâtiments connectés, bâtiments solidaires et humains ».

Ce cadre de définition décrit, en six thèmes, les moyens techniques et organisationnels à mettre en place pour qu'un bâtiment réponde aux enjeux de la transformation des usages par le numérique.



Parmi ces thèmes, les Equipements et Interfaces et les Services peuvent contribuer à la mise en place de la flexibilité énergétique car ils impliquent, à l'instar des certifications environnementales, le déploiement de systèmes ouverts et communicants que l'on pourrait qualifier de "Flex-Ready"

Exemple :

- Rubrique SE1.1 - Mise en place d'une plate-forme de suivi énergétique

Extrait du référentiel R2S :

Le bâtiment met en place une plateforme de suivi des consommations énergétiques. Ce service doit permettre de centraliser les informations énergétiques du bâtiment et de définir son profil de consommation / production. Il doit permettre l'ouverture du bâtiment à la flexibilité énergétique et est un des outils de dialogue avec le Grid énergétique (Smart Grid).

R2S - 4GRIDS

La future extension 4GRIDS du Label R2S proposera ainsi aux bâtiments non résidentiels un cadre structurant leur permettant de consommer mieux et moins grâce au numérique.

Communicant, fiable et actif, le bâtiment R2S 4GRIDS sera le pourvoyeur de services énergétiques de trois natures :

- Des services d'aide à la décision, *via*, par exemple, un tableau de bord qui permet aux usagers de visualiser les données énergétiques pour mieux comprendre comment le bâtiment consomme,
- Des services d'économie d'énergie, qui permettent de réduire les charges énergétiques, de maximiser le recours aux énergies renouvelables locales, ou d'optimiser les consommations à l'aide de systèmes actifs,

- Des **services de flexibilité**, pour que le bâtiment s'efface au bénéfice de la gestion énergétique du quartier par exemple ou de l'équilibrage des réseaux électrique ou de chaleur. Le bâtiment devient alors un véritable acteur d'une gestion énergétique intelligente.

Véhicule 2 Grid (V2G)

Nous intégrons le concept V2G (bien que n'étant pas un label) à ce chapitre car il s'inscrit pleinement dans le smart design des bâtiments flexible de demain.

Le V2G c'est la capacité d'utiliser les batteries des voitures électriques en stationnement dans les deux sens et avec souplesse pour :

1. Absorber et stocker l'électricité produite en excès sur le réseau
2. Constituer une réserve d'électricité pour alimenter le grand réseau ou un réseau domestique en cas de besoin.

Avec la perspective d'une augmentation sensible du parc de véhicules électriques, le V2G va devenir un élément quasiment incontournable de la flexibilité des bâtiments tertiaires disposant d'un parc de stationnement.

Focus :

Le niveau de certification et de labellisation d'un bâtiment peut imposer la mise en place d'équipements techniques (compteurs, GTC) contribuant à sa flexibilité énergétique qui de ce fait peut être mise en place à coût réduit, voire à isocoût.

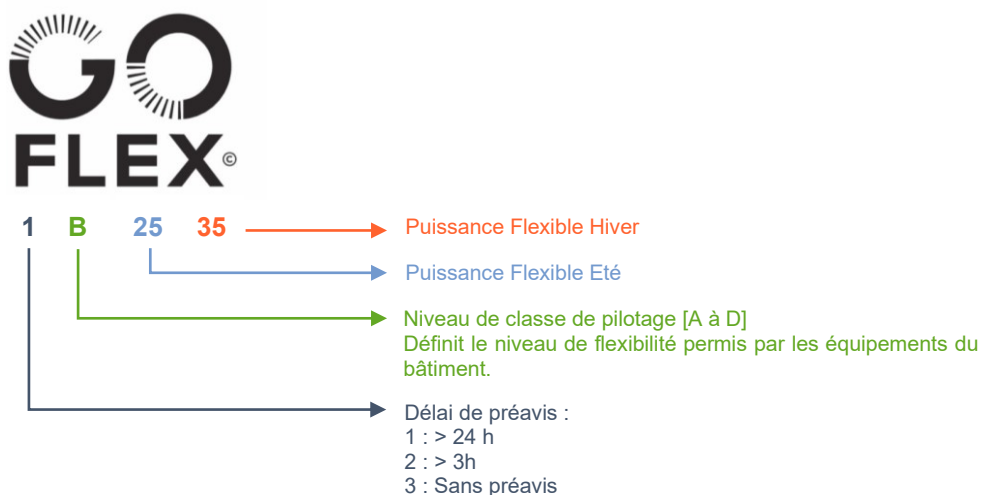
Les impositions des futures réglementations, entre autres la RE2020, de part le niveau d'instrumentation et d'équipement imposés, rendront les bâtiments implicitement flexibles.

1.6. INDICATEUR GO-FLEX

Pour plus d'information voir : <https://www.ifpeb.fr/ressources/presentation-goflex-gimelec-journee-flexibilite-energetique-27-03-19/>

1.6.1. Présentation succincte

L'indicateur Go-Flex, créé par le GIMELEC a pour objet de caractériser les gisements de flexibilité d'un bâtiment au moyen d'un indice simple et explicite :



Pour chaque valeur du délai de préavis on établit les puissances flexibles associées pour obtenir un tableau comme celui-ci-dessous :

	Classe de pilotage	Durée Préavis	PFLEX Eté	PFLEX Hiver
	B	1	75	65
2		40	25	
3		15	10	

L'indicateur Go-Flex est un outil d'évaluation à destination des acteurs de la flexibilité (Gestionnaires, Agrégateurs, Distributeurs d'énergie, etc.) ; mais il sera également un outil d'aide à la conception pour les Maîtres d'Œuvre chargés de la réhabilitation ou de la conception d'immeubles tertiaires.

Au même titre que les certifications environnementales, l'indicateur Go-Flex peut contribuer à la valorisation d'un bâtiment auprès d'investisseurs ou de preneurs.

1.6.2. Prise en compte de l'indicateur Go-Flex dans la conception du bâtiment

Contexte général

L'objet de ce cahier des charges n'est pas d'explicitier le mode de détermination de cet indicateur décrit par ailleurs.

Il s'agit de sensibiliser les acteurs du projet à l'impact mutuel des choix technologiques et du niveau de flexibilité.

A titre d'exemple :

- Le calcul de l'indicateur Go-Flex sur un bâtiment existant permettra d'évaluer l'ordre de grandeur des investissements nécessaires à l'obtention d'un niveau de flexibilité et de mesurer le retour sur investissement
- Lors de la conception d'un bâtiment neuf, le concepteur pourra évaluer l'indice Go-Flex du projet en fonction des choix technologiques retenus. Il sera ainsi possible de réaliser la balance entre investissement et rentabilité.

Focus sur la classe de pilotage

Les classes de pilotage sont au nombre de 4

- Classe D...: Bâtiment non communicant, profilé
Le bâtiment reçoit les ordres via une box mise en place par l'agrégateur :
 - Réception de chronique tarifaire possible
 - Contrôle du réalisé a posteriori
 - Pilotage de l'effacement par instruction TOR
- Classe C...: Bâtiment communicant, profilé / télérelevé
Idem classe C plus :
 - Service de gestion des pointes
 - Collecte des données au pas de 10 minutes
 - Recours au stockage
- Classe B...: Bâtiment communicant, auto-géré, prédictif & télérelevé
Idem classe B plus :
 - 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 A...: Bâtiment communicant, participe au besoin du réseau

Idem classe B plus :

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

2. CHOIX D'UNE STRATEGIE DE FLEXIBILITE

2.1. CONTEXTE

Le présent cahier des charges a pour principal objet de définir l'architecture des systèmes permettant d'assurer la flexibilité énergétique des nouveaux bâtiments. Comme on l'a vu la flexibilité énergétique couvre un large éventail de fonctionnalités et de technologies dont certaines en sont encore au stade de démonstrateur.

En conséquence il a été pris le parti de se fixer comme objectif pour les bâtiments neufs, un niveau de flexibilité évolué dépassant le simple effacement mais réalisable avec les technologies de 2021 dans un cadre budgétaire contenu.

Pour les bâtiments existants, la solution retenue est celle qui consiste à les doter d'une configuration minimale pour un effacement explicite.

Le choix de cette solution simple et économique a pour objectif d'inciter un maximum de propriétaires, gestionnaires, bailleurs et exploitants à la mettre en place pour "massifier" la capacité d'effacement des immeubles tertiaires.

2.2. NIVEAU DE FLEXIBILITE

Le niveau de flexibilité d'un bâtiment a un impact significatif sur les équipements et systèmes de ce bâtiment ; en particulier sur l'instrumentation du bâtiment et son système de Gestion Technique du Bâtiment.

Dans le contexte technico-législatif actuel nous avons choisi de décrire les systèmes nécessaires pour obtenir un niveau de flexibilité de type "Guidée" (voir chapitre 1.2.2. Niveaux de flexibilité d'un bâtiment)

Le bâtiment devra donc à minima être en mesure :

- Déplacer des blocs de consommations de façon régulière selon un schéma HP/HC
- Déclencher des scénarios de réduction de consommation sur des préavis lancés par le distributeur d'énergie ou opérateur d'effacement

Ce choix est principalement motivé par le constat que les smartgrids, microgrids, indispensables à l'agrégation des capacités d'effacement et à la mutualisation des productions locales, ne sont pas suffisamment développées en France .

Il n'en reste pas moins que l'objectif à atteindre est une flexibilité de niveau Interactive et que dans la mesure du possible la conception des systèmes du bâtiment doit anticiper cette évolution.

2.3. STRATEGIE ENERGETIQUE

2.3.1. Stratégie d'utilisation de l'énergie excédentaire

Dans le cas où le bâtiment dispose d'une source d'énergie (panneaux photovoltaïques par exemple) pouvant ponctuellement produire plus que la demande, l'autoconsommation sera privilégiée dans la mesure où l'absence de connexion à un grid ne permet pas de mutualiser l'excédent de production.

Le principe d'utilisation des sources d'énergies secondaires sera le suivant :

- $P_{\text{SECONDAIRE}} < P_{\text{APPELLE}}$: autoconsommation + appoint ENEDIS
- $P_{\text{SECONDAIRE}} = P_{\text{APPELLE}}$: autoconsommation
- $P_{\text{SECONDAIRE}} > P_{\text{APPELLE}}$: autoconsommation + revente ou stockage

Ce mode de fonctionnement nécessite que la source secondaire soit raccordée sur le réseau électrique du bâtiment et la mise en place de relais de protection permettant l'injection d'électricité sur le réseau d'ENEDIS.

2.3.2. Stratégie de comptage et de mesure pour un bâtiment flexible

Bâtiment neuf

Pour un bâtiment neuf, la conception du système de comptage doit être adaptée aux objectifs de flexibilité fixés par le programme du projet.

On devra prendre en compte :

▪ Les usages éligibles à la flexibilité :

Chaque usage devra être compté séparément. Les compteurs seront obligatoirement communicants. La "granulométrie" du comptage devra être déterminée en fonction des process de pilotage.

Il est cependant préconisé d'avoir un comptage le plus précis possible de façon à évaluer au mieux la performance des process de flexibilité et d'identifier les éventuels dysfonctionnements.

▪ Les performances de la GTB (voir chapitres suivants)

Les fonctionnalités de la GTB sont étroitement liées au niveau de flexibilité du bâtiment et parmi elles, certaines ont un impact sur le plan de comptage.

Entre autres :

- La capacité à transmettre les consommations du bâtiment
- La capacité à prévoir les consommations du bâtiment

Ces capacités reposent sur un système de comptage précis prenant en compte la division des espaces du bâtiment, les différents types d'activités hébergées (bureaux, enseignement, coworking, etc).

En conclusion la mise en place de process de flexibilité dans un bâtiment neuf impose d'instrumenter les usages flexibles de façon aussi précise et subdivisée que possible.

Types de compteurs préconisés

Les compteurs devront être choisis de préférence dans la gamme du fabricant qui équipe les protections électriques du tableau (optimisation de l'espace, interopérabilité, etc.)

- Gamme ACTI9 iEMx000 ou iEM2000 de SCHNEIDER
- Gamme SENTRO de SIEMENS
- Etc.

Bâtiment existant

▪ Concept :

Pour un bâtiment existant, les limitations techniques des installations en place et les choix en matière d'investissement pour le développement de la flexibilité guideront la conception du plan de comptage, et en particulier le niveau de finesse du comptage.

Par exemple dans le cas où les terminaux de CVC ne sont pas pilotés par un process de flexibilité, la mesure des consommations électriques de ces derniers n'apporte rien à la maîtrise du process. Il sera donc inutile de compter les consommations des terminaux. Une mesure globale de la zone suffit.

▪ Mise en œuvre :

Dans les bâtiments existants, l'installation de compteurs peut s'avérer difficile (manque d'espace pour les équipements, pas de réseau de communication existant, etc.) si on ne modifie pas l'installation électrique ni les tableaux divisionnaires.

Il existe actuellement des gammes de produits utilisant les technologies IOT adaptés à de nombreux cas ; par exemple :

- Centrales EFLEX de RG2I
- NB-IOT de KAMSTRUP

Ces produits sont en général associés à des solutions logiciel intégrées pouvant dialoguer avec une GTB.

3. CAHIERS DES CHARGES FONCTIONNEL

Les chapitres suivants décrivent les caractéristiques et fonctionnalités a minima des systèmes et équipements nécessaires pour atteindre le niveau de flexibilité "Guidée" dans le cadre d'un bâtiment neuf.

Dans le cas de bâtiments existants, les caractéristiques de systèmes installés vont déterminer quel niveau de flexibilité (indice Go-Flex) peut être atteint en l'état et éventuellement permettre d'évaluer le coût de la mise à niveau des équipements pour accroître le niveau de flexibilité.

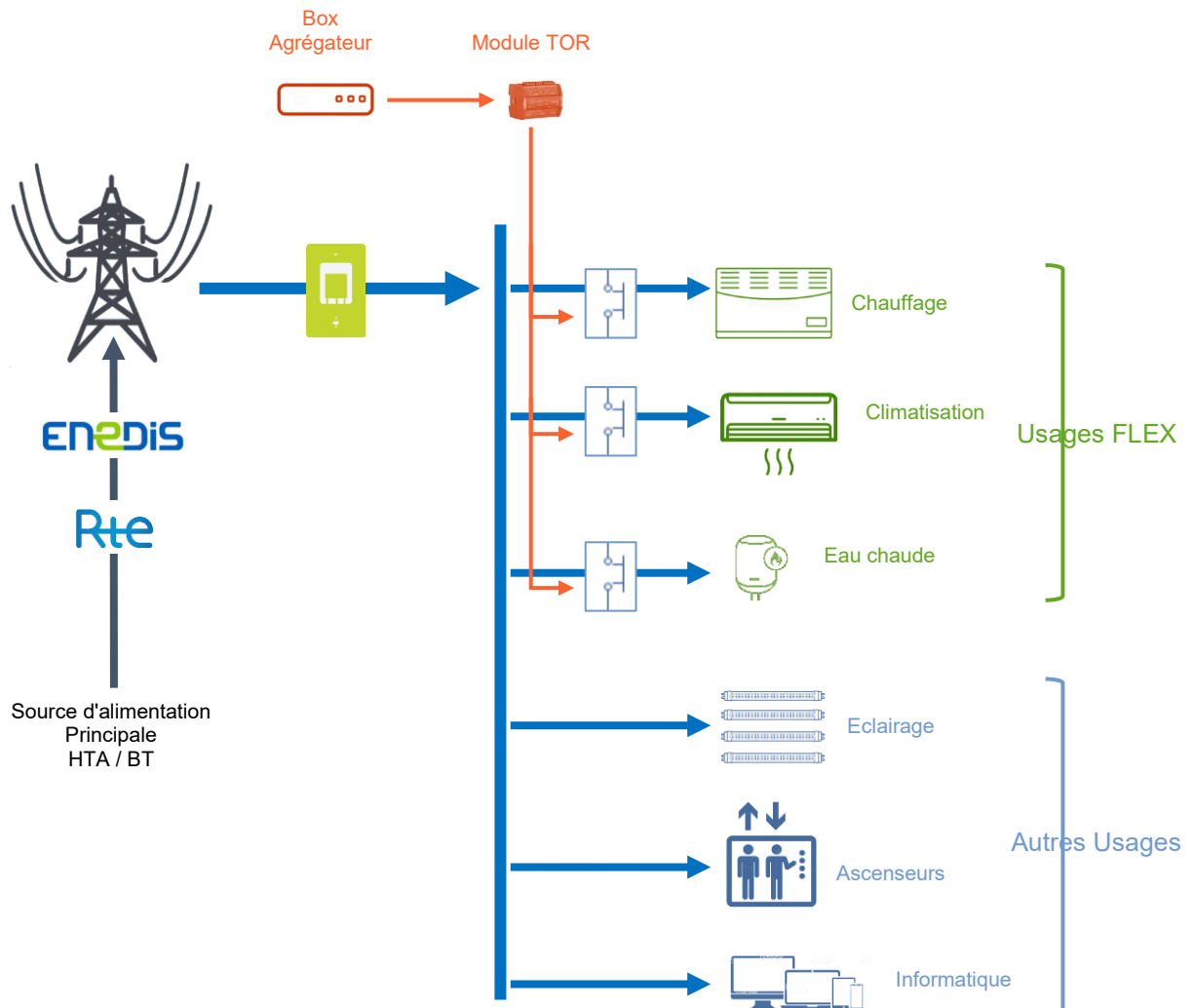
3.1. SCHEMAS FONCTIONNELS DU PRINCIPE DE LA FLEXIBILITE ENERGETIQUE

3.1.1. Bâtiment Existant - Stratégie Effacement Explicite

Le principe est d'identifier les usages effaçables dans le bâtiment et de mettre en place un système de commande Marche/Arrêt piloté par une box installée par l'agrégateur.

La box transmet les ordres d'effacement via une interface de commande TOR.

Des contacteurs Marche/Arrêt permettent de commander l'effacement des usages sélectionnés



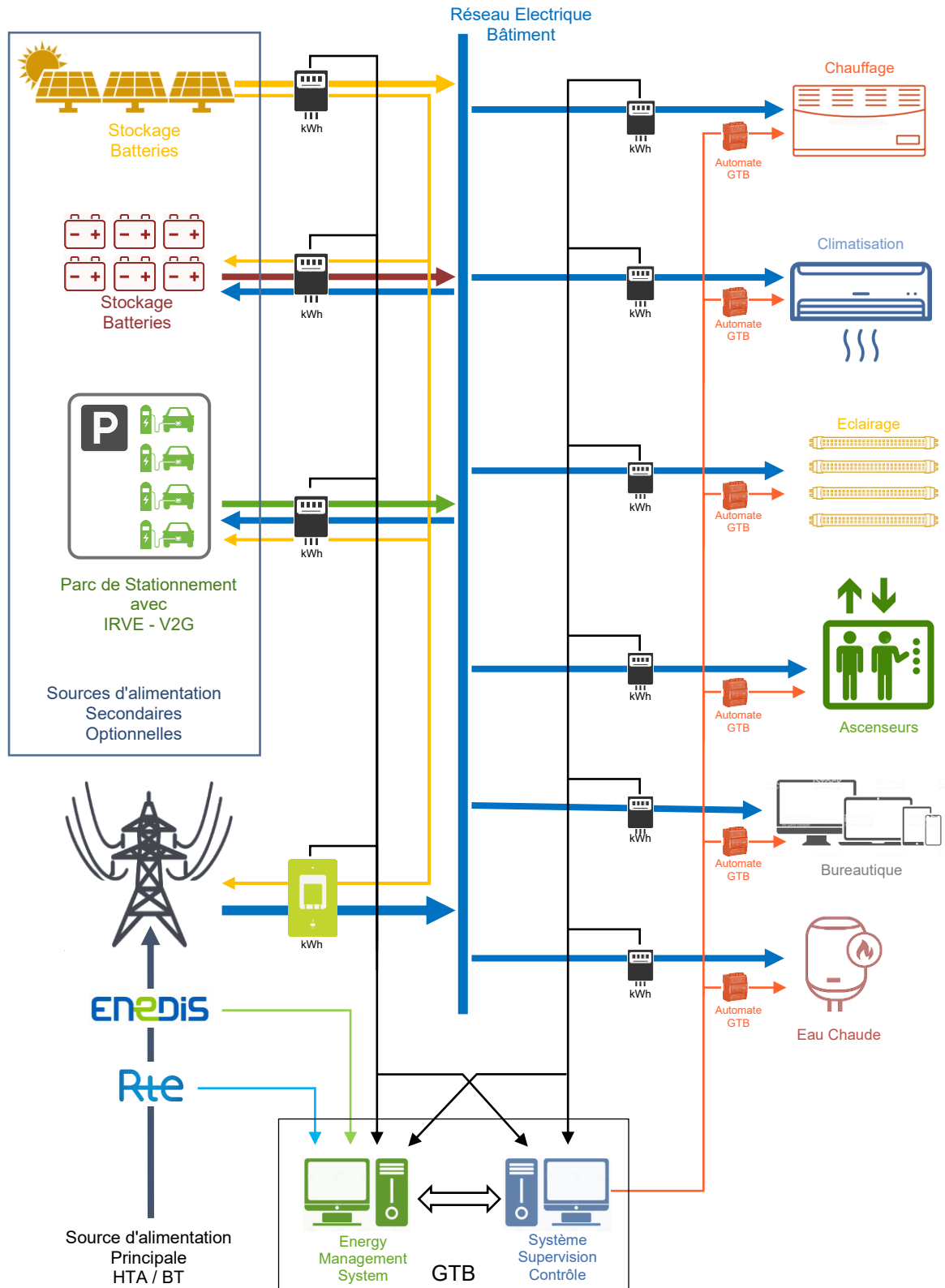
La mise en place de la fonctionnalité d'effacement explicite est simple et peu coûteuse. Elle ne nécessite pas l'adjonction de compteurs.

Remarque :

Des solutions à base d'objets connectés peuvent non seulement apporter un degré de simplification supplémentaire mais aussi d'instrumenter des bâtiments dans lesquels le passage de câbles est complexe ou coûteux.

3.1.2. Schéma fonctionnel général d'un bâtiment flexible

Le schéma ci-dessous illustre de façon simplifiée le principe de fonctionnement d'un bâtiment neuf et énergétiquement flexible non connecté à un grid :



Ce schéma s'applique plus particulièrement aux bâtiments tertiaires neufs pour lesquels le respect de la RT2012 (et de la RE2020), un niveau de certification environnementale minimale et éventuellement un Contrat de Performance Énergétique, impose la mise en place :

- De sous comptages par usage pour la plupart des espaces du projet
- D'une GTB assurant la supervision des consommations et le respect des engagements de performance énergétique

De ce fait pour ce type de bâtiment la flexibilité n'implique pas d'investissements supplémentaires en termes d'instrumentation.

Le schéma permet d'identifier les principaux équipements et systèmes contribuant à la flexibilité énergétique, à savoir :

La source d'alimentation principale

C'est le réseau du distributeur ENEDIS, alimenté en amont par RTE.

Le branchement du bâtiment peut se faire en Haute Tension (HTA) ou Basse Tension selon la puissance souscrite.

Les sources secondaires

Ces sources ne sont pas systématiquement mises en place dans les bâtiments ; néanmoins leur développement s'accroît et il est impératif de les intégrer dans la conception des bâtiments flexibles, soit à leur mise en service, soit à plus long terme.

Parmi ces sources nous avons identifié les plus utilisées dans les bâtiments actuels :

- Les productions photovoltaïques
- Les batteries d'accumulateurs
- Les Infrastructures de Recharge de Véhicules Electriques (IRVE)

D'autres sources peuvent être intégrées dans le process de flexibilité : éoliennes, cogénération, trigénération par exemple.

Les usages éligibles à la flexibilité

Les usages identifiés sur le schéma ci-dessus sont les plus représentatifs à la fois parce qu'ils sont quasiment installés dans tous les bâtiments et parce qu'ils représentent les gisements de flexibilité les plus importants à priori.

La liste présentée n'est pas exhaustive et d'autres usages pourront être intégrés à la flexibilité énergétique s'ils y apportent une contribution significative.

Remarque :

Chacun des usages entrant dans le process de flexibilité doit être instrumenté pour permettre :

- *Le comptage en temps réel des énergies par usage, localisation*
- *Son pilotage via un système de GTB*

Le système de pilotage

C'est l'élément essentiel de la flexibilité dans la mesure où il centralise l'ensemble des données de consommation du bâtiment et reçoit les consignes du distributeur ou des agrégateurs.

Il pilote ensuite l'ensemble des process sur différentes échelles de temps selon le niveau de flexibilité du bâtiment.

Le système comprend à minima :

- Un ensemble de compteurs communicants pour l'ensemble des usages
- Des automates de pilotage pour la gestion des usages flexibles (modification des consignes, commandes M/A, etc.)

NB :

Dans le contexte de notre cahier des charges la notion de grid recouvre :

- *Soit un réseau fermé de distribution électrique au sens de l'ordonnance n° 2016-1725 du 15 décembre 2016*
- *Soit un grid local couvrant un quartier, une ville.*

3.2. BRANCHEMENT AU RESEAU - CONVENTIONS DE RACCORDEMENT

Bâtiment sans production d'énergie autonome

Le branchement au réseau est déterminé par le mode d'alimentation (BT ou HTA) et la puissance souscrite. La convention de raccordement et le contrat de fourniture d'énergie négociés par l'utilisateur fixent les barèmes et l'ensemble des conditions dans lesquelles la flexibilité s'applique.

Le bâtiment ne pouvant pas réinjecter d'énergie sur le réseau du distributeur,

Bâtiment avec production d'énergie autonome

En fonction de la puissance de la source de production et du mode de réinjection sur le réseau le titulaire devra mettre en place différents type de contrats avec le distributeur comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Puissance	< 36 kV	> 36 kVA	
Réinjection	BT	BT	HTA
Comptage	LINKY	PME-PMI	ICE4Q
Contrats avec revente du surplus	CU CRAE	CARD-S CARD-I BT CE-BT	CARD-S CARD-I HTA CE-HTA
Faisabilité	✓	✓	✓
Contrats avec autoconsommation totale sans revente	CAC	CARD-S-BT CE-BT	CARD-S-HTA CE-HTA
Faisabilité	✓	✓	✓

- CU: Contrat Unique
- CAC: Convention d'Autoconsommation
- CRAE: Contrat de Raccordement, d'Accès et d'Exploitation
- CARD-S.....: Contrat d'Accès en sous tirage (BT = Basse Tension - HTA = Haute Tension)
- CE-BT.....: Convention d'Exploitation producteur - Basse Tension
- CE-HTA.....: Convention d'Exploitation producteur - Haute Tension
- ✓: Possible sans restriction
- ✓: Possible mais risque de refus du distributeur

Bâtiment connecté à un grid

A l'heure actuelle, qu'il s'agisse de réseaux de distribution fermés ou de smart grids électriques, la réglementation ne donne aucune information suffisamment fiable pour pouvoir définir les différents types de contrats possibles.

Chaque projet constitue donc un "cas d'école" qu'il convient de traiter avec les interlocuteurs concernés, et en particulier ENEDIS.

3.3. COMPTAGE & MESURE

3.3.1. Comptage principal

Le comptage principal permet de mesurer les consommations, tous usages confondus des différents usagers et équipements d'un bâtiment en vue de leur facturation par les fournisseurs d'énergie.

Principe général

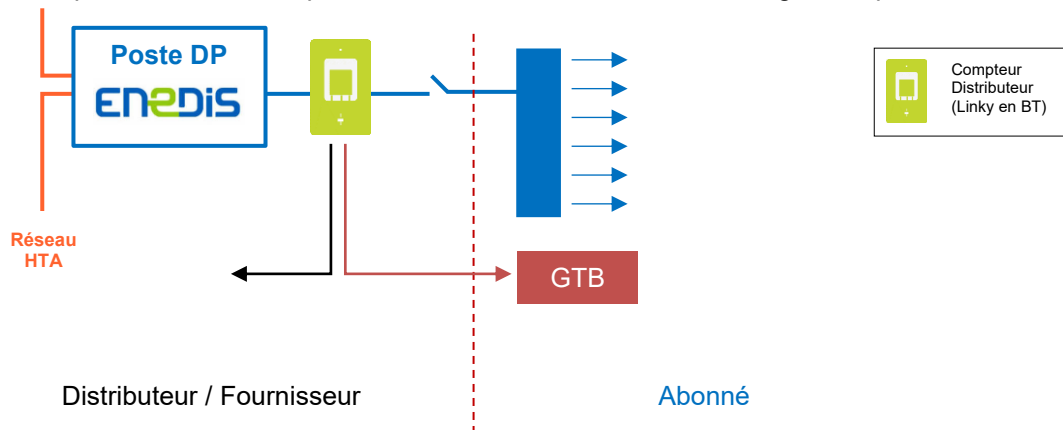
Quelques soient le mode de raccordement au réseau du distributeur (HTA / BT), le nombre d'abonnements souscrits (Services Généraux, Abonnements Preneurs, etc.), les compteurs associés aux contrats de fourniture d'énergie doivent être communicants, à savoir :

- Assurer la fonction télérelève vers les fournisseurs d'énergie
- Transmettre les consommations globales à la GTB

Cas d'usage

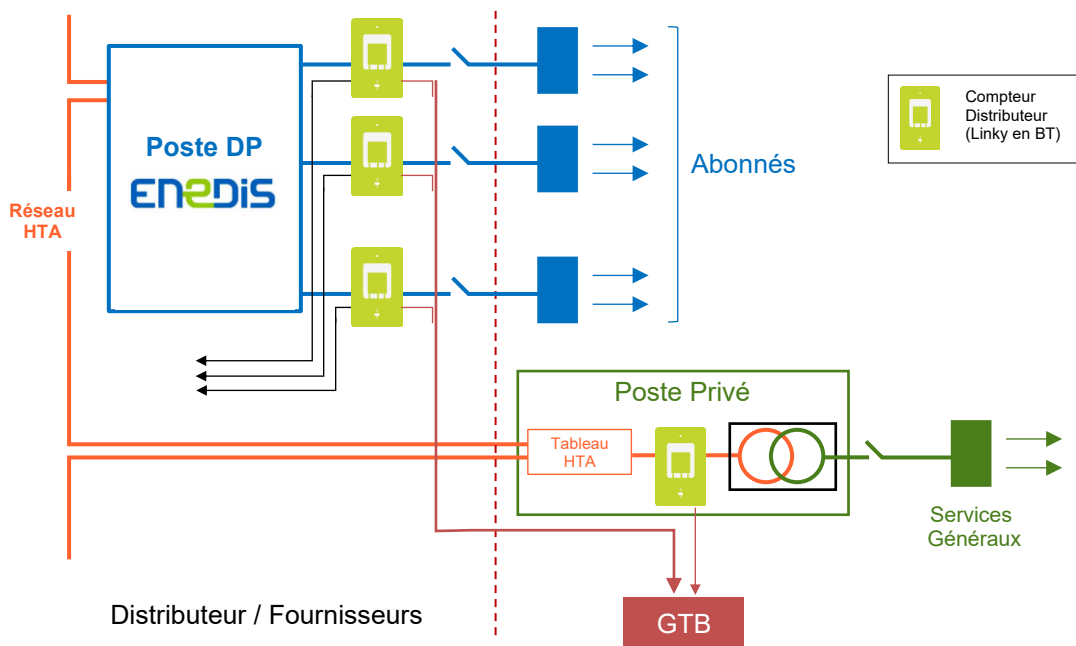
A. *Branchement Basse Tension unique type C4 (ex. Tarif Jaune)*

Puissance limitée à 250 kVA, principalement destiné aux PME / PMI, Commerces ; mais n'exclut pas la flexibilité, en particulier si l'abonné est raccordé à un grid de quartier.



B. *Bâtiment ou site multi-occupants avec branchements BT par preneur*

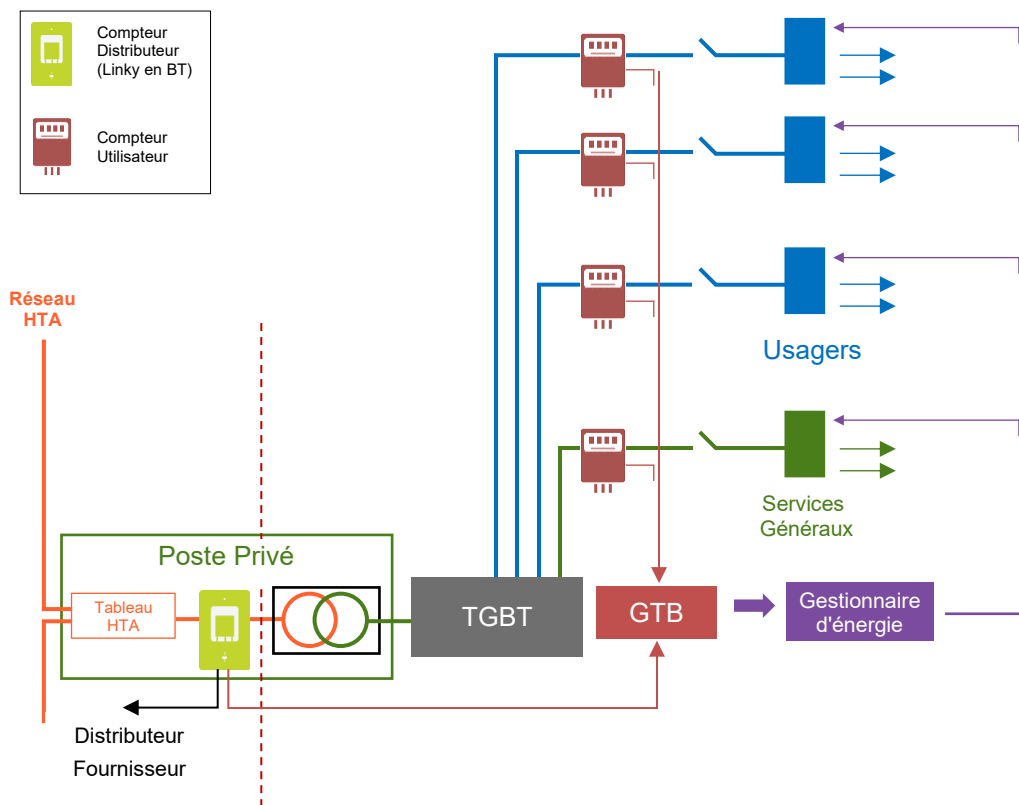
Cette architecture se retrouve encore actuellement, principalement dans le cas de centres commerciaux, de parc d'entreprises et d'immeubles de bureaux locatifs.



C. *Bâtiment ou site multi-occupants avec point de livraison unique HTA (C3, C2, C1)*

Ce mode d'alimentation a tendance à se généraliser depuis la déréglementation du marché de l'électricité. La facturation de l'électricité aux abonnés est assurée par un gestionnaire d'énergie ou par un Facility Manager agréé.

Les compteurs affectés à la facturation des consommations des usagers sont gérés par l'exploitant du site et non plus par le distributeur. Ils doivent être de type MID pour permettre la refacturation des consommations par un Gestionnaire d'Énergie.



3.3.2. Comptage électrique des usages

Préambule

Les principes de comptage décrits dans les chapitres suivants découlent du choix de niveau de flexibilité choisi (voir chapitre 2. Choix d'une stratégie de flexibilité).

Pour atteindre ce niveau il est nécessaire de mesurer avec un haut degré de précision les consommations électriques et les puissances appelées.

Les données ainsi acquises permettront :

- D'avoir une vision réaliste du fonctionnement du bâtiment en fonction des conditions climatiques, des périodes de la journée, de l'année.
- De mesurer l'efficacité des scénarios de flexibilité et de les optimiser
- De générer des modèles prédictifs de consommation (identification des pics de puissance et de consommation) qui permettront d'anticiper les besoins d'effacement, d'adapter le fonctionnement des systèmes en fonction des prévisions météo.

Pour des niveaux de flexibilité moindres, les principes de comptage pourront être adaptés aux besoins.

Objectif

Le pilotage des processus d'effacement et d'optimisation des consommations nécessite un comptage précis de l'ensemble des usages électriques contribuant à la flexibilité du bâtiment.

A ce titre, il est bon de rappeler que le sous/comptage fin est une option qui améliore la précision sur les consommations mais il n'est pas indispensable.

Le comptage secondaire a pour principaux objectifs :

- Le contrôle en temps réel des consommations

- L'identification des éventuelles dérives ou pics de consommation anormaux qui vont déclencher des automatismes de régulation de façon à respecter les valeurs seuils.

Remarque :

Cette fonctionnalité est en général mise en œuvre dans les bâtiments visant l'obtention de certifications environnementales ou ayant souscrit un engagement de performance énergétique

- Une historisation fine des consommations par usage permet de déduire des profils de consommation en fonction :
 - De l'heure, de la saison
 - Du taux d'occupation du bâtiment
 - Etc.

Pour des bâtiments dont la classe de pilotage est A ou B ces mesures constituent la base de référence pour la prévision des consommations à moyen et court terme (en fonction des prévisions météo ou des statistiques de fréquentation du bâtiment).

Principe général

Pour respecter les engagements de performances énergétiques et assurer la flexibilité toutes les mesures de consommation doivent être horodatées et historisées.

Les compteurs doivent donc être communicants pour transmettre les données recueillies à le GTB.

Pour une gestion optimale de l'énergie, il est recommandé de compter les usages :

- Pour chaque zone matérialisée par un tableau divisionnaire
- Pour chaque équipement significatif (CTA, Groupe Froid, Ascenseur, etc.)

Remarques :

- Les compteurs ne servant pas à la facturation des consommations, il n'est pas nécessaire qu'ils soient de type MID. Cependant on veillera à ce qu'ils fournissent les mesures sous un format de données ouvert utilisable par tout type de GTB.
- Les compteurs devront avoir des pas de comptage paramétrables de façon à permettre d'adapter la précision de la mesure en fonction du besoin ou du type d'équipement. Typiquement un pas d'une heure est adapté à la plupart des usages du bâtiment.

3.3.3. Mesure électrique

Les principes d'organisation du comptage décrits ci-dessus permettent de gérer en temps réel les consommations du bâtiment et ainsi de pouvoir respecter les engagements de performance énergétique et d'adapter le fonctionnement du bâtiment pour réduire la facture énergétique.

Il est également nécessaire de mesurer les puissances appelées (moyennes, mini, maxi) afin d'identifier les pics de puissance pour adapter les usages en vue de lisser ces pics.

De façon générale il n'est pas nécessaire d'avoir une subdivision de la mesure par usage puisque la finalité est la gestion des pics de puissance du bâtiment dans sa globalité.

Pour ce faire il est nécessaire d'installer des centrales de mesure au niveau des points de distribution principaux :

- Arrivée générale des TGBT
- Tableaux Electriques Principaux (RIE, Cuisine, Ascenseurs, etc.)
- Tableaux Electriques d'alimentation des productions de froid, de traitement d'air, etc.

L'ensemble des mesures devra être reportée et enregistré sur la GTB.

Remarque :

- Les mesures électriques peuvent être disponibles directement sur les automates de régulation des équipements. Dans ce cas les mesures doivent être transmises à la GTB qui les stockera.

3.3.4. Adaptation de l'architecture de la distribution électrique

Le déploiement du plan de comptage pour un bâtiment flexible peut accroître de façon sensible le nombre de compteurs et de centrales de mesure selon le degré de précision du comptage.

Une architecture de distribution électrique conçue en intégrant la flexibilité énergétique permet de rationaliser le nombre de compteurs et de centrales de mesure à mettre en place pour un résultat équivalent.

Le principe est de constituer des réseaux regroupés par usage pour l'alimentation des principaux consommateurs en créant notamment des tableaux généraux pour :

- Les productions de froid
- La cuisine
- Le RIE
- Etc.

Comme illustré sur le schéma ci-dessous :

On prendra également en compte dans cette optimisation de la capacité de certains équipements à mettre à disposition leurs consommations électriques au format souhaité.

3.4. GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT (GTB)

3.4.1. Préambule

Convention

Les systèmes de gestion des installations techniques des bâtiments sont désignés soit par Gestion Technique Centralisée (GTC), soit par Gestion Technique du Bâtiment (GTB). La définition même de ces termes varie énormément d'un Maître d'Ouvrage à l'autre. Aussi, pour éviter toute confusion de terminologie entre GTC et GTB, nous proposons les définitions suivantes :

- GTC (Gestion Technique Centralisée) :
Système permettant de piloter à distance des installations techniques : alarmes, mesures, régulations, modification des paramètres (température, heures de fonctionnement, etc).
- GTB (Gestion Technique de Bâtiment) :
Système informatique qui permet de contrôler à distance l'activité du(des) bâtiment(s) et de superviser l'ensemble des équipements qui y sont installés : alarmes techniques, optimisation des énergies, gestion des accès, gestion des ascenseurs...

Il est à noter qu'à l'heure actuelle, le distinguo entre les deux terminologies relève plus de la sémantique que d'une réalité technique dans la mesure où les systèmes actuels permettent de superviser l'ensemble des installations techniques d'un bâtiment sur une plateforme logicielle unique.

Selon le cas on désigne également par Hypervision un système qui permet de superviser l'ensemble des installations techniques d'un bâtiment ou ensemble de bâtiment en y incluant également les fonctions de sûreté et en particulier la vidéosurveillance.

Ces systèmes permettent de concevoir des interfaces adaptées à chaque profil d'exploitant au travers de vues graphiques synthétisant les informations essentielles à leur fonction.

Dans la suite du document on désignera par GTB le système qui permet de recueillir l'ensemble des mesures de puissance et de consommation d'un bâtiment et de superviser l'ensemble des installations techniques à partir d'un ou plusieurs postes de travail et qui le cas échéant assure des fonctions d'hypervision.

Méthodologie

La flexibilité énergétique d'un bâtiment repose sur la capacité de ses équipements à réagir de façon automatique à différentes sollicitations et contraintes pour limiter sa consommation électrique.

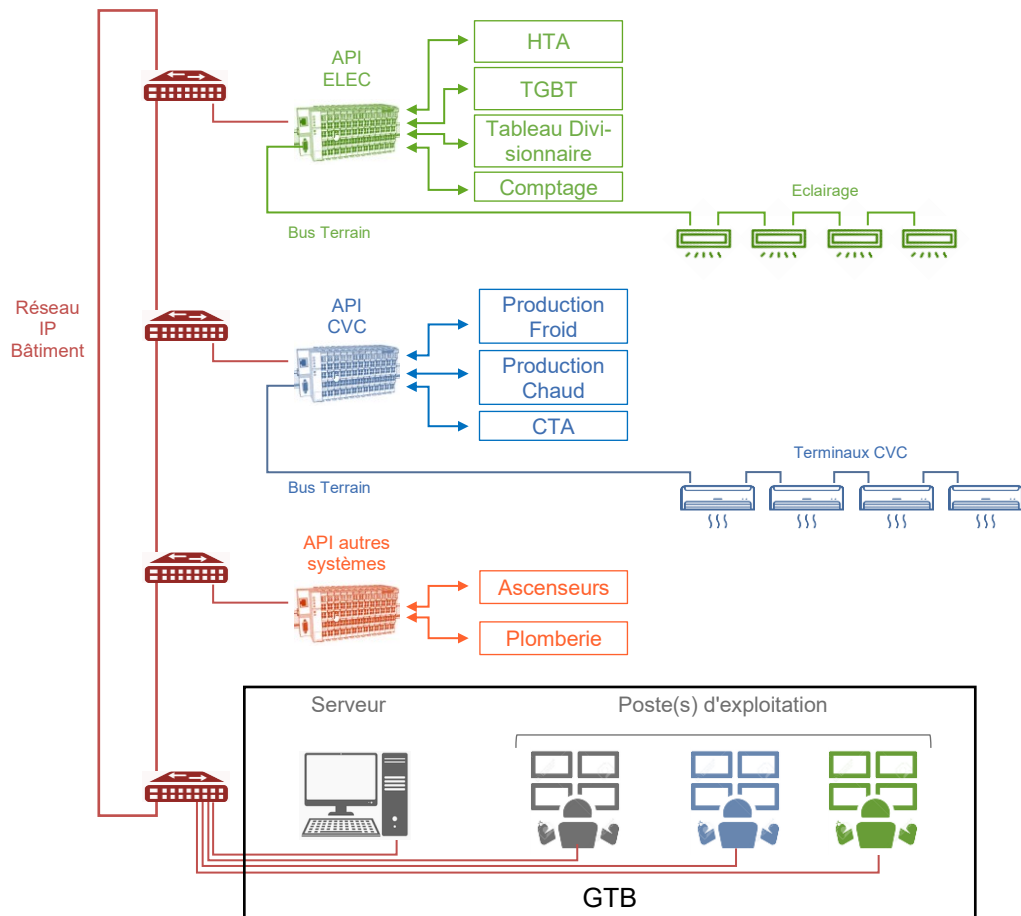
On ne peut donc pas envisager un bâtiment flexible énergétiquement sans une GTB qui est un élément essentiel de la flexibilité.

Il faut garder à l'esprit que le but premier de la GTB est la gestion du bâtiment et de ses installations dans leur ensemble et que les fonctionnalités liées la flexibilité énergétique ne doivent pas complexifier inutilement le système.

3.4.2. Rappels et Principes Généraux

Architecture type

Le schéma ci-dessous illustre le principe l'architecture type d'une GTB standard :



Le rôle de la GTB dans un bâtiment standard

De façon générale la GTB assure les fonctions suivantes :

- La supervision en temps réel des installations techniques du bâtiment :
 - Productions de froid et de chaud
 - Ventilation / Traitement d'air
 - Electricité
 - Plomberie
 - Ascenseurs

La supervision consiste principalement à mettre à disposition des exploitants les paramètres de fonctionnement des équipements (états marche-arrêt, débits, températures, puissances, etc.) au travers d'interfaces graphiques animées en temps réel.

- La gestion des alarmes techniques des équipements supervisés
- Le contrôle des process de régulation et de commande des systèmes :
 - Climatisation,
 - Chauffage,
 - Eclairage,
 - Etc.

Remarque :

Les process sont en général pilotés par des automates dédiés à chaque système. La GTB ne faisant que superviser et éventuellement modifier les paramètres de ces protocoles.

- Le stockage et l'historisation des mesures issues des différents systèmes

GTB et Flexibilité

Pour un bâtiment flexible, la GTB devra être en mesure de piloter les process flexibles quelle que soit leur nature.

Selon le niveau de flexibilité escompté, il sera nécessaire d'implanter de fonctionnalités supplémentaires qui sont détaillées dans le chapitre suivant.

3.4.3. Conception d'une FLEX-GTB

Rappel de l'objectif

Il s'agit de décrire les spécifications de la GTB afin d'atteindre une classe de pilotage de niveau C au mois.

La classe de pilotage C correspond aux fonctionnalités suivantes :

- Bâtiment communicant
- Profilé
- Télérelevé (la télérelève consiste à mesure à distance les consommations d'un bâtiment et éventuellement les utiliser dans un système de gestion de smart-grid)

Spécifications "FLEX" de base

L'obtention d'une classe de pilotage C implique que la GTC puisse disposer des fonctionnalités suivantes :

1. **Batiment Communicant :**

Le bâtiment doit pouvoir transmettre ses données à l'extérieur sous un format interopérable. Le système de GTB devra donc utiliser un format de donné universel type SQL, CSV ou autre.

Ces données doivent pouvoir être extraites et transmises de façon automatique ou sur requête.

Le concepteur devra également sécuriser l'accès aux données et protéger le système contre les attaques cyber.

2. **Bâtiment Profilé :**

La GTB doit intégrer des scénarios FLEX prédéfinis qui seront déclenchés soit par :

- Une plage horaire programmée
- Un top type HP/HC
- Une demande d'effacement

Les scénarios "FLEX" peuvent être programmées sur les automates des systèmes concernés ou directement sur les serveurs de la GTB.

La solution la plus efficace consiste à programmer les scénarios sur les automates et en assurer la supervision par la GTB.

La conception de la GTB doit permettre au serveur de modifier automatiquement et à distance les paramètres des programmes de régulation (points de consigne entre autres).

3. Bâtiment Télérelève :

On considère deux niveaux de télérelève :

- La télérelève des compteurs du Distributeur que ce soit en basse tension ou en haute tension qui peut être utilisée dans le cadre des process d'effacement de type EIF
- La télérelève de l'ensemble des consommations (différenciées par usage éventuellement), mais aussi des productions EnR et de l'énergie stockée. Ces données peuvent être utilisées pour l'insertion du bâtiment dans un smartgrid local

Spécification "FLEX" évoluées

1. Bâtiment prédictif

Le bâtiment prédictif doit être en mesure de prédire sa consommation et ses appels de puissance sur différentes échelles de temps.

Pour ce faire il faut doter le bâtiment d'un outil d'analyse des consommations (logiciel de management de l'énergie ou Energy Management Software) qui utilise les mesures issues des compteurs pour établir les courbes de consommation sur les échelles de temps voulues (journée, mois, année).

Ce premier niveau de prédictibilité permet de prévoir sur le long terme les consommations moyennes du bâtiment et d'adapter les usages en conséquence.

Le logiciel EMS peut également intégrer les données météo afin d'affiner le degré de prédictibilité à court terme (quelques jours) en fonction des prévisions météo disponibles.

Les prédictions de consommation pourront être utilisées pour l'optimisation des process et/ou transmises au distributeur d'énergie.

2. Bâtiment auto-géré

Stade ultime de la flexibilité, le bâtiment autogéré pilote de façon totalement autonome la flexibilité de ses usages et intègre une gestion tarifaire dynamique (à terme en temps réel).

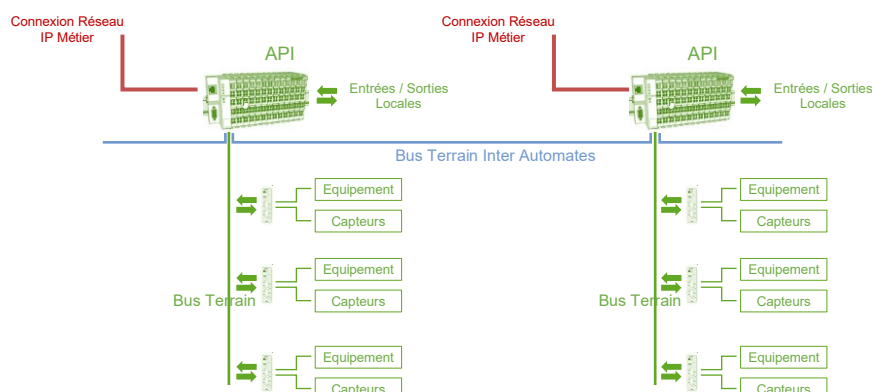
3.4.4. Spécifications générales GTB

Equipements de terrain

Les équipements de terrain comprennent en général :

- Les capteurs et actionneurs
- Les modules d'acquisition et de commande
- Les automates
- Les bus de terrain

Comme illustré sur le schéma ci-dessous



Les équipements de terrain sont en général fournis par les installateurs des lots techniques en fonction des prescriptions des cahiers des charges de leurs lots respectifs.

Dans le cadre d'une conception FLEX, les équipements de terrain devront satisfaire les prescriptions suivantes :

- Capteurs-Actionneurs :
Caractéristiques techniques selon besoin
Communication via bus terrain normalisés.
- Modules d'acquisition locaux
Caractéristiques techniques selon besoin
On demandera aux titulaires de lots techniques de choisir ces équipements dans les gammes de constructeurs reconnus :
 - Schneider MODICON X80
 - WAGO I/O
 - PHOENIX CONTACT
- Bus terrain :
Le bus terrain doit permettre une communication transparente pour l'ensemble des capteurs et permettre les échanges entre systèmes.
Les protocoles de communication à privilégier sont :
 - Modbus RTU pour les capteurs / actionneurs
 - DALI ou KNX pour l'éclairage
 - BAC Net IP pour le réseau de terrain entre automates
- Automates Systèmes :
Caractéristiques techniques et capacités selon besoin
Communication vers les équipements via bus terrain normalisés
Communication vers la supervision via réseau IP
Pour assurer un niveau de compatibilité compatible avec les objectifs FLEX, on demandera aux titulaires des lots techniques de choisir les automates dans les gammes de fournisseurs reconnus tels que :
 - SCHNEIDER - Gamme TSX
 - SIEMENS - Gamme DESIGO PX
 - ABB - Gamme PM

Réseau de communication

Le réseau de communication a pour vocation d'interconnecter les automates systèmes au(x) serveur(s) GTB. Le réseau de communication utilisera le protocole IP.

La généralisation du protocole IP aux systèmes de gestion et de supervision du bâtiment permet d'envisager de multiples configurations et entre autres d'intégrer le réseau IP GTB dans l'architecture IT du bâtiment.

Parmi ces nombreuses combinaisons, sont à privilégier :

- Un réseau dédié GTB (équipements actifs dédiés)
- Un réseau virtuel (VLAN) dédié sur un réseau métier IP indépendant
- Un réseau virtuel dédié sur le réseau IT

Les caractéristiques des équipements actifs du réseau IP de la GTB ne sont pas impactées de façon notable par la flexibilité.

Cependant, étant au cœur du système, ils doivent garantir un niveau de performance et une disponibilité élevée.

Pour assurer un niveau de performance compatible avec la flexibilité, les équipements actifs devront disposer des fonctionnalités suivantes :

- Support de l'agrégation de ports selon la norme IEEE 802.3ad,
- Support de la définition et la propagation de VLAN (réseaux locaux virtuels) selon le standard IEEE 802.1Q, et ce pour chaque port fixe ou modulaire. L'équipement gère au moins 64 VLANs,
- Supporter le protocole Multiple Spanning Tree (IEEE 802.1s),
- Implémenter les fonctions IGMP SNOOPING, et IMGP QUEIRIER

- Permet de rejeter les flux multicast non enregistrés.

Dans le cas où ces équipements ne sont pas fournis par le titulaire du lot GTB (lot IT ou DSI du Maître d'Ouvrage par exemple), il conviendra de s'assurer que les prescriptions ci-dessus sont bien prises en compte.

Voir également le chapitre Cybersécurité.

System de Management de l'Energie (EMS)

Un EMS (Energy Management Software) a pour vocation de compiler les mesures de consommations d'un bâtiment ou ensemble de bâtiments afin :

- D'établir des statistiques de consommation sur différents critères (température extérieure, ensoleillement, taux d'occupation, etc.)
- De contrôler le respect des performances énergétiques (certifications environnementales, Contrat de Performance Energétique)
- De générer des alertes en cas de dépassement des seuils prévus

Fonctions de base :

Pour atteindre le niveau de flexibilité envisagé ici, l'EMS doit être en mesure de fournir les courbes de consommation et de puissance globales et par usage de façon à permettre aux exploitants de mettre en place les scénarios de flexibilité.

Ces fonctions sont disponibles sur les principaux logiciels du marché tels que :

- ADVIZEO
- WATTICS
- ECOSTRUXURE

Fonctions évoluées :

Il s'agit de fonctions principalement liées à la prédiction à court terme des consommations du bâtiment, par exemple en fonction des prévisions météo à 3 jours.

Ces fonctions seront à développer par l'intégrateur GTB.

Système de supervision / hypervision

Le système de supervision est l'élément essentiel de la flexibilité dans la mesure où il intégrera l'ensemble des process d'analyse et de pilotage de la flexibilité.

Le système se compose de serveurs, de postes d'exploitation et de logiciels de supervision.

▪ Postes d'exploitation :

Stations de travail PC sous Windows.

Il n'y a pas de spécifications particulières découlant des impératifs de flexibilité.

▪ Serveur(s) :

Les caractéristiques sont à déterminer en fonction de la taille de la GTB (volume d'information à traiter).

Compte tenu des enjeux de la flexibilité, la disponibilité des serveurs est essentielle. Il faudra donc prévoir des redondances au niveau des serveurs :

- Redondance des disques dur (RAID)
- Redondance des machines (prévoir 2 serveurs)

▪ Logiciels de supervision

Le logiciel de supervision constitue l'intelligence du système de GTB. Il assure l'ensemble des fonctions de supervision, d'automatisation, d'analyse et de pilotage des process donc ceux associés à la flexibilité.

Il doit garantir la pérennité, l'ouverture et l'évolutivité du système.

Le choix de ce logiciel est par conséquent crucial non seulement pour la flexibilité mais aussi pour la GTB.

Les logiciels éprouvés et supportés par des entreprises solides sont donc à privilégier. Parmi ces logiciels on distingue :

- Les offres "Constructeurs" :
Il s'agit d'une offre logicielle portée par des industriels fabricant d'équipements électrique et de GTC tels que :
 - ⇒ SCHNEIDER - STRUXURE WARE
 - ⇒ SIEMENS - DESIGO
 - ⇒ HONEYWELL
- Les offres "Intégrateurs" :
Il s'agit d'une offre logicielle portée par des éditeurs tels que
 - ⇒ PANORAMA
 - ⇒ PC VUE

Capacité de stockage

Les mesures de puissance et de consommation devront être stockées sur des périodes de temps de l'ordre de plusieurs années. Ce stockage peut représenter à termes un volume de données de plusieurs To.

Il conviendra donc lors de la conception de la GTC d'estimer la capacité de stockage à mettre en œuvre à sa mise en service.

Les solutions de stockage dans le cloud sont possibles

Cybersécurité

Dès lors que les systèmes de gestion du bâtiment sont appelés à communiquer avec l'extérieur, ils sont exposés aux cyberattaques.

Il est donc impératif de protéger ces systèmes par des mesures adéquates décrites dans les documents suivants :

- Guide ANSSI N°PA-043 : Recommandations de déploiement du protocole 802.1x pour le contrôle d'accès à des réseaux locaux
- Guide ANSSI « Mesures Détaillée : La cyber sécurité des systèmes industriels »
- Instruction Interministérielle n°300 – v1.2 du 23.06.2014 : La protection contre les signaux compromettants

3.5. EQUIPEMENTS ET USAGES FINAUX

3.5.1. Préambule

Les prescriptions décrites dans les chapitres suivants sont destinées aux projets de bâtiments neufs ou lourdement réhabilités.

Dans le cas des bâtiments existants, l'adaptation des systèmes à la flexibilité dépendra essentiellement du niveau de performance du système de régulation du process.

Les simulations sur les bâtiments existants menées dans le cadre du projet ont montré que l'existence d'un système de régulation permettait de développer des routines FLEX et de déplacer les pics de consommation par simple programmation principalement pour les fonctions climatisation et chauffage

Pour les bâtiments plus anciens la mise en place d'un protocole d'effacement diffus reste toujours possible suivant le principe et le schéma présentés aux chapitres 1.1 - Effacement et 3.1.1 - Bâtiment Existant - Stratégie Effacement Explicite

3.5.2. Climatisation

Les prescriptions ci-dessous s'appliquent particulièrement pour des bâtiments disposant d'un pôle de production local.

Dans le cas de bâtiment raccordé à un réseau de chaleur, l'effacement possible se concentre sur les auxiliaires de ventilation, de distribution et les terminaux.

Les consignes de température doivent être pilotable pour permettre leur modulation en fonction des demandes d'effacement (augmentation des consignes de l'ensemble des zones « confort » du bâtiment de +0,5 à 1°C). Dans les périodes d'effacement, les commandes locales à disposition

des utilisateurs ne permettent pas de descendre la consigne locale en deca de la consigne du bâtiment.

Dans le cas d'un pôle de production locale, ce dernier devra intégrer des moyens de stockage d'énergie (stockage de glace, bâches tampons par exemple). Ces moyens de stockage d'énergie seront exploités durant les périodes d'effacement afin de remplacer une partie de la production locale. Ces stockages seront reconstitués durant les périodes les plus propices.

Pour un bâtiment neuf, les équipements CVC intégreront :

- Des régulateurs (terminaux, centrale de traitement d'air, production) pilotables depuis la GTB,
- Des auxiliaires à débit variables (centrales de traitement d'air, pompes de distribution, etc.)

Il doit également être prévu une communication auprès des utilisateurs afin de les sensibiliser au fonctionnement du bâtiment. Les périodes d'effacement pourront leur être communiquées afin d'éviter de multiples retours auprès des services d'exploitation.

3.5.3. Chauffage

Les prescriptions ci-dessous s'appliquent particulièrement pour des bâtiments disposant d'un pôle de production local à base d'électricité. Dans les autres cas, l'effacement possible se concentre sur les auxiliaires de ventilation, de distribution et les terminaux.

Les consignes de température doivent être pilotable pour permettre leur modulation en fonction des demandes d'effacement (réduction des consignes de l'ensemble des zones « confort » du bâtiment de -0,5 à -1°C). Dans les périodes d'effacement, les commandes locales à disposition des utilisateurs ne permettent pas d'augmenter la consigne locale au-delà de la consigne du bâtiment.

Les terminaux d'appoint (radiateur électrique) sont à proscrire par les occupants.

Dans le cas d'un pôle de production locale, ce dernier devra intégrer des moyens de stockage d'énergie (bâches tampons par exemple). Ces moyens de stockage d'énergie seront exploités durant les périodes d'effacement afin de remplacer une partie de la production locale. Ces stockages seront reconstitués durant les périodes les plus propices.

Pour un bâtiment neuf, les équipements CVC intégreront :

- Des régulateurs (terminaux, centrale de traitement d'air, production) pilotables depuis la GTB,
- Des auxiliaires à débit variables (centrales de traitement d'air, pompes de distribution, etc.)

Il doit également être prévu une communication auprès des utilisateurs afin de les sensibiliser au fonctionnement du bâtiment. Les périodes d'effacement pourront leur être communiquées afin d'éviter de multiples retours auprès des services d'exploitation.

3.5.4. Eclairage

L'éclairage doit être pilotable de façon être modulé en fonction des demandes d'effacement.

Pour un bâtiment neuf, la régulation devra intégrer :

- Commandes extinction / allumage par zone
- Gradation par zone

Dans les périodes d'effacement, les commandes locales par les utilisateurs sont inhibées.

Comparaison des modes de pilotage de l'éclairage

	Modes de pilotage	
	Local	Centralisé
Principe de fonctionnement	Chaque luminaire embarque un capteur multifonction (présence, luminosité) qui pilote individuellement le luminaire	Les capteurs couvrent des zones spécifiques (paramétrables et évolutives). Un système de gestion global pilote les luminaires par zone.
Principe de gestion	Chaque luminaire réagit aux données mesurées par le capteur local.	Les mesures des capteurs sont transmises au système de gestion qui envoie les consignes de régulation aux luminaires
Niveau de compatibilité avec la flexibilité	Moyen. Les seules commandes globales à l'échelle du bâtiment ou de zones spécifiques sont de type Extinction et Allumage	Bon Les commandes peuvent être ajustées finement sans inconfort notable pour les occupants

Spécifications particulières liées à la flexibilité :

Néant.

3.5.5. Prises de courant

Les circuits de prises de courant alimentant des usages "délestables" doivent être regroupés sur un ou plusieurs jeux de barres équipés d'un contacteur pilotable par la GTB.