

MARCHE GLOBAL DE PERFORMANCE ENERGETIQUE

PLAN COLLEGES 2024

PROGRAMME PERFORMANCIEL



ALTE
REA

RAISONNER POUR BÂTIR

Siège & Agence Ouest

26 bd Vincent Gâche
CS 17502
44275 Nantes Cedex 2
T 02 40 74 24 81
F 02 51 84 16 33

Agence Paris – IdF

23 avenue d'Italie
75013 Paris
T 01 46 28 31 89
F 02 51 84 16 33

Agence Nord

19-21 rue de Paris
59000 Lille
T 03 59 54 21 08
F 02 51 84 16 33

Agence Sud - Ouest

Gare de Bordeaux St Jean
Pavillon Nord - CS 21912
Parvis Louis Armand
33082 Bordeaux Cedex
T 05 56 64 42 38
F 02 51 84 16 33

Agence Sud - Est

5 place Charles Béraudier
69003 Lyon
T 04 37 91 23 69
F 02 51 84 16 33

Agence Est

Tour Sébastopole
3 quai Kléber
67000 Strasbourg

SOMMAIRE

1 GARANTIE DE RESULTATS ENERGETIQUES	4
1.1 PRINCIPE GENERAL	4
1.2 DEFINITIONS	4
1.2.1 GARANTIE DE RESULTAT ENERGETIQUE (GRE)	4
1.2.2 MESURE ET VERIFICATION (M&V)	4
1.2.3 PLAN DE MESURE ET DE VERIFICATION (PMV)	4
1.2.4 IPMVP	4
2 DISPOSITIONS AU TITRE DE LA M&V	5
2.1 OBJECTIF 1 : CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	5
2.1.1 OBJECTIF DE PERFORMANCE	5
2.1.2 OPTION IPMVP ET PERIMETRE D'ENGAGEMENT	5
2.1.3 SITUATION DE REFERENCE	8
2.1.4 PERIODE DE SUIVI	13
2.1.5 BASE D'AJUSTEMENT	10
2.1.6 PERIODE D'EVALUATION	10
2.1.7 IMPACT ECONOMIQUE DE LA GRE	10
2.1.8 CARACTERISTIQUES DES COMPTEURS	11
2.2 OBJECTIF 2 : CONSOMMATION D'EAU	11
2.2.1 OBJECTIF DE PERFORMANCE	11
2.2.2 OPTION IPMVP ET PERIMETRE D'ENGAGEMENT	11
2.2.3 SITUATION DE REFERENCE	12
2.2.4 PERIODE DE SUIVI	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2.2.5 BASE D'AJUSTEMENT	12
2.2.6 PERIODE D'EVALUATION	13
2.2.7 IMPACT ECONOMIQUE DE LA GARANTIE DE PERFORMANCE	13
2.2.8 CARACTERISTIQUES DES COMPTEURS	13
2.3 DISPOSITIONS COMMUNES AUX 2 OBJECTIFS	13
2.3.1 RESPONSABILITES DANS LE SUIVI DES DONNEES	13
2.3.2 PRECISION ATTENDUE	14
2.3.3 BUDGET	14
2.3.4 LIVRABLES	14
2.3.5 GARANTIE DE QUALITE	14
3 GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT (GTB)	16
3.1 COMPOSANTS MATERIELS DU SYSTEME DE GTB	16
3.1.1 APPAREILS/AUTOMATES DE REGULATION :	16
3.1.2 APPAREILS DE TERRAIN :	16
3.2 FONCTIONS TYPES D'UNE GTB	16
3.2.1 FONCTIONS D'ENTREES/SORTIES	16
3.2.2 FONCTIONS DE TRAITEMENT	17
3.3 EXPRESSION DES BESOINS	22
3.3.1 GENERALITES :	22
3.3.2 ARCHITECTURES	23
3.3.3 CARACTERISTIQUES ET FONCTIONS ATTENDUES	24

1 GARANTIE DE RESULTATS ENERGETIQUES

1.1 Principe général

La GRE (Garantie de Résultats Energétiques) implique d'évaluer le niveau de consommations énergétiques réellement atteint.

Le Titulaire s'engage à atteindre cet objectif de performance énergétique sur le périmètre d'engagement. La GRE (Garantie de Résultats Energétiques) implique d'évaluer la performance réelle du projet. A cette fin, il est imposé une méthodologie conforme à l'IPMVP_ (International Performance Measurement and Verification Protocol).

L'IMPVP repose sur plusieurs options et sa méthode est structurée selon 13 points décrits dans le chapitre 5 du protocole. Il est considéré comme fondamental dans la mise en œuvre d'une GRE, que ses acteurs disposent d'une vision claire et homogène de la mise en œuvre de ce protocole de Mesure et de Vérification.

La mise en œuvre de cette méthode, par l'auteur d'un Plan de Mesure et de Vérification, suppose une connaissance approfondie du Protocole IPMVP. Raison pour laquelle il sera exigé du signataire engageant la validité d'un Plan de M&V documenté, qu'il soit Titulaire d'une certification CMVP (Professionnel certifié en Mesure et Vérification) délivrée par EVO (Energy Valuation Organization) et AEE (Association of Energy Engineers).

Cette démarche a pour but de garantir une méthode de validation de la performance atteinte équitable pour les parties prenantes et pérenne sur la durée du marché.

Le présent document est organisé conformément aux 13 points du protocole.

1.2 Définitions

1.2.1 Garantie de Résultat Energétique (GRE)

La GRE permet d'assurer un niveau maximal de consommation énergétique réelle et mesurable portant sur l'ensemble des phases du projet de construction. Cette garantie prévoit une indemnisation du maître d'ouvrage en cas de non-respect des objectifs de performances énergétiques contractuellement fixés au marché.

1.2.2 Mesure et Vérification (M&V)

La M&V est un process visant à évaluer de manière fiable, transparente et contradictoire un résultat de performance.

1.2.3 Plan de Mesure et de Vérification (PMV)

Le PMV est le document qui formalise de manière détaillée et opérationnelle le processus de Mesure et Vérification sur un projet. On retrouve dans ce document l'ensemble de la méthode, les conditions de sa mise en œuvre, la documentation de la base de référence, les paramètres à prendre en compte, les hypothèses de calcul ainsi que les moyens associés à la M&V.

1.2.4 IPMVP

L'IPMVP est le Protocole de Mesure et de Vérification (M&V) de l'efficacité énergétique le plus utilisé. Il reprend les éléments importants de son alter ego : ASHRAE 14 2002, tout en simplifiant la pratique. Cité dans l'annexe IV de la Directive européenne 2006/32/CE sur l'utilisation finale des énergies et des services, l'IPMVP est recommandé comme cadre méthodologique par de nombreuses administrations, dans la plupart des pays industrialisés. Il est développé par l'Organisme Non Gouvernemental EVO.

2 DISPOSITIONS AU TITRE DE LA M&V

2.1 Objectif 1 : Consommations énergétiques

2.1.1 Objectif de performance

L'objectif de performance énergétique est défini de la façon suivante :

- **Indicateur** : consommation énergétique réelle sur les postes définis au présent PMV ;
- **Unité** : kWhEP (énergie primaire) ;
- **Seuil** : limite de consommations énergétiques globale exprimée en énergie primaire ;
- **Durée** : durée du marché ;
- **Echéance** : engagement sur un planning dès la réception du programme de travaux ;
- **Atteinte des seuils** : dès la 1^{ère} période de suivi suivant la période de mise au point – pendant la période de mise au point engagement sans seuil maximum du Titulaire.

Le niveau de consommation énergétique maximum du site est le suivant :

$$EC_{MAX} = 110 \text{ kWh}_{EP}/m^2_{SU}.an$$

Il convient de noter ici que le niveau de consommation fixé ci-dessus constitue l'objectif maximum du programme. Les candidats pourront proposer des solutions allant au-delà de ce seuil, avec justification dans le rendu technique. Ce gain supplémentaire sera valorisé dans le cadre de l'analyse des offres.

Ec est l'objectif de consommation en énergie primaire, porté à l'acte d'engagement, et correspond aux consommations totales facturées (énergie finale) par les fournisseurs d'énergie (électricité, gaz, bois...) restreintes aux périmètres définis ci-après et converties en énergie primaire sur la base des coefficients ci-dessous.

Les facteurs de conversion de l'énergie finale (exprimée en PCI) en énergie primaire sont les suivants :

Energie	kWh _{EP} /kWh _{EF}
Electricité	2,58
Gaz naturel, fioul	1
Biomasse (bois, huile végétale)	0,6
Autres énergies	1

Les productions d'énergies renouvelables autoconsommées ne rentreront pas dans ce calcul et permettront donc au Titulaire de faciliter l'atteinte de cet objectif. De même, l'utilisation d'énergie de récupération n'est pas comptée ici ; elle vient réduire la consommation d'énergie nécessaire au fonctionnement du site.

Les productions locales d'énergie (photovoltaïque, cogénération...) avec revente sur le réseau n'ont donc aucun impact (positif ou négatif) sur la performance énergétique engageante, seule l'autoconsommation est valorisée.

2.1.2 Option IPMVP et périmètre d'engagement

2.1.2.1 Option de mesure et vérification

OPTION A : Mesure des paramètres clés d'un système ou équipement considéré « isolé » du reste des installations. Les quantités d'énergie peuvent être dérivées d'un calcul utilisant une combinaison de mesures de quelques paramètres et estimations des paramètres secondaires. Des estimations ne devraient être employées que dans des cas pour lesquels l'incertitude combinée de toutes ces estimations n'affectera pas de manière significative les économies rapportées.

OPTION B : Mesure des paramètres d'un système ou équipement considéré « isolé » du reste des installations. Cette Option impose que tous les paramètres soient mesurés, ce qui exclut toute estimation. Elle exige la mesure des quantités d'énergie et celle de l'ensemble des paramètres nécessaires au calcul de la consommation d'énergie.

OPTION C : Utilisation des compteurs du fournisseur d'énergie, ou de sous-compteurs pour évaluer la performance énergétique d'un site ou d'un bâtiment dans sa globalité. Le périmètre de mesures englobe l'intégralité du site ou une majeure partie de celui-ci. L'option C est prévue pour les projets où les économies projetées sont grandes par rapport aux variations énergétiques aléatoires ou inexpliquées qui peuvent apparaître au niveau du site. Plus la période d'analyse des économies après l'installation des APE est longue, moins l'impact des variations inexpliquées de court terme est important. Les économies typiques devraient dépasser 10 % de la consommation d'énergie des données de la base de référence si la période de suivi est inférieure à deux années.

OPTION D : Les gains énergétiques des Actions de Performance Energétique sont calculés par des logiciels adaptés. Cette option s'impose dans les cas suivants : manque de données de mesure pour la période de référence : bâtiments neufs et rénovation lourde ; modifications profondes dans l'utilisation du bâtiment. Elle fait appel à des modèles de simulation, traités par des logiciels. Elle impose la calibration du modèle par des données mesurées.

Dans le cadre du projet, il est demandé de suivre l'option C de l'IPMVP selon la méthode NORMALISE [cf chapitre 5.5 du document IMPVP – PRINCIPES FONDAMENTAUX – AVRIL 2017 - EVO 10000 – 1 :2016 (FR)] ; selon les principes définis ci-après.

En cas de défaillance de cette méthode, et après accord explicite du maître d'ouvrage, une évaluation simplifiée de la performance réelle sera réalisée selon les dispositions définies dans la suite du document.

Approche générale :

- L'engagement de performance porte sur un niveau de consommation issu des études réalisées par les candidats. **Ce niveau de consommation engageant pour le candidat est sanctuarisé en phase offre et ne sera pas réévalué en phase conception.** Ce niveau de consommation est corrélé à un ensemble de paramètres caractérisant la situation dite 'de référence'.
- Dès la première période de suivi et pour chacun des périodes de suivi, le titulaire consolidera l'ensemble des données de consommations, d'occupation et d'usage afin d'établir les modèles statistiques caractéristiques des profils de consommation de chacun des énergies conformément à l'option C de l'IPMVP.
- Ces modèles sont alors utilisés pour ajuster les consommations de la période de suivi considérée aux conditions de la situation de référence.

Cette méthode est détaillée dans la suite du document.

Il est demandé au candidat de présenter dans son offre les réponses apportées au différents sujets identifiés dans la suite du document et synthétisés à titre indicatif ci-dessous :

- Périmètre : identification des usages hors GPE ; formalisation du plan de comptage
- Situation de référence : proposition éventuelle de variables périodiques et/ou de facteurs statiques complémentaires ; méthode d'évaluation de l'impact de l'évolution des facteurs statiques
- Base d'ajustement : dispositions prises pour garantir l'établissement de modèles d'ajustement statistiquement satisfaisants ; solution de repli – proposition éventuelle d'une autre solution de repli
- Suivi des données : dispositions organisationnelles envisagées pour le suivi des données
- Précision : dispositions prises pour assurer la meilleure précision possible dans le calcul de la performance réelle
- Budget : évaluation détaillée du budget alloué à la M&V
- Livrables : livrables type, présentation d'un macro planning de suivi M&V
- Qualité : dispositions prises pour garantir la qualité du PMV

2.1.2.2 Périmètres

L'engagement énergétique est global – toutes énergies confondues - mesuré aux compteurs concessionnaires. La mesure aux compteurs concessionnaires sera corrigée des sous-comptages correspondant aux usages hors GRE comme défini ci-après.

L'engagement porte donc sur l'ensemble des usages et des locaux desservis par les compteurs concessionnaires hors consommations électriques d'usages spécifiques – on considère notamment comme

usages spécifiques l'ensemble des consommations associées aux prises électriques accessibles aux usagers.

2.1.2.3 Périmètre fonctionnel

L'engagement porte sur l'ensemble des usages du site exception faite des usages identifiés comme hors GRE ci-après :

Entité	Usage	Périmètre
Collège	Chauffage	GRE
	ECS	GRE
	Eclairage intérieur	GRE
	Eclairage extérieur	GRE
	Refroidissement/rafraichissement	GRE
	Auxiliaires de chauffage	GRE
	Pompes de relevage	GRE
	Auxiliaires de ventilation	GRE
	Ascenseurs	GRE
	Equipements informatiques (serveurs, PC, onduleurs...)	Hors GRE
	Usages desservis par les prises de courant accessibles aux usagers	Hors GRE
Gymnase	Chauffage	GRE
	ECS	GRE
	Eclairage intérieur	GRE
	Eclairage extérieur	GRE
	Refroidissement/rafraichissement	GRE
	Auxiliaires de chauffage	GRE
	Pompes de relevage	GRE
	Auxiliaires de ventilation	GRE
	Ascenseurs	GRE
	Usages desservis par les prises de courant accessibles aux usagers	Hors GRE
Restaurant	Chauffage	GRE
	ECS	GRE
	Eclairage intérieur	GRE
	Eclairage extérieur	GRE
	Refroidissement/rafraichissement	GRE
	Auxiliaires de chauffage	GRE
	Pompes de relevage	GRE
	Auxiliaires de ventilation	GRE
	Ascenseurs	GRE
	Usages desservis par les prises de courant accessibles aux usagers	Hors GRE
Equipements de cuisine (chambre froide, réfrigérateurs, congélateurs, fours, lave-vaisselle, chauffe-plat et autres matériels associés au process cuisine)	GRE	

Dans le cas où les logements sont alimentés en chauffage par la chaufferie centrale du site, le périmètre à considérer est celui-ci :

Logement	Chauffage	GRE
	ECS	Hors GRE
	Eclairage intérieur	Hors GRE
	Eclairage extérieur	Hors GRE
	Refroidissement/rafraichissement	Hors GRE
	Auxiliaires de chauffage	GRE
	Pompes de relevage	GRE
	Auxiliaires de ventilation	Hors GRE
	Ascenseurs	Hors GRE
	Usages desservis par les prises de courant accessibles aux usagers	Hors GRE

Les usages hors GRE feront malgré tout l'objet d'un suivi énergétique mensuel avec alerte du MOA par le Titulaire en cas de dérive.

Il est demandé au candidat de présenter dans son offre la liste exhaustive des usages exclus de la Garantie de Performance Energétique et de prévoir les sous-comptages nécessaires.

La consommation totale sera constatée aux compteurs concessionnaires : tout usage non identifié dans la liste des usages exclus et tout usage ne disposant pas d'un système de sous-comptage spécifique sera réputé inclus à la Garantie de Performance Energétique.

2.1.2.4 Périmètre technique

L'engagement porte sur l'ensemble des compteurs concessionnaires du site, correction faite des sous-comptages des usages hors GRE.

2.1.3 Situation de référence

2.1.3.1 Variables périodiques

Les engagements de performance énergétique sont ajustés suivant les variables suivantes :

Nom de la variable	Référence	Description	Unité
NBJ	VAR1	Nombre de jour	j/an
DJU	VAR2	Rigueur climatique - DJU18 – restreint à la période de chauffe - Station BORDEAUX – Source COSTIC	DJU
Nb-repas	VAR3	Nombre de repas délivré par la cuisine	u/an

L'évolution de ces variables est indépendante de l'action du Titulaire.

Les seuils définis ci-avant et l'engagement de performance énergétique contractuel du Titulaire sont définis dans les conditions de référence suivantes :

Nom de la variable	Référence	Valeur	Unité
NBJ _{REF}	VAR1	365	j/an
DJU _{REF} (décennale 2008-2018 – 01/10 -> 30/04)	VAR2	1693	DJU
NB-repas	VAR3	90 000	u/an

2.1.3.2 Facteurs statiques

Les Facteurs Statiques sont les facteurs dont une évolution en cours de marché, indépendante de l'action du Titulaire, peut ouvrir le droit à un ajustement de l'objectif de performance.

Entité	Nom de la variable	Description	Unité	Valeur en situation de référence	Taux de variation minimum impliquant un ajustement
Collège	SU	Surface utile	m ²	Cf valeur définie dans l'offre du Titulaire	+/- 5%
	Volume chauffé	Volume chauffé	m ³	Cf valeur définie dans l'offre du Titulaire	+/- 5%
	Enveloppe	Cf étude thermique réglementaire	-	Cf étude thermique réglementaire – niveau EXE	Toute variation
	Equipements CVC	Cf étude thermique réglementaire	-	Cf étude thermique réglementaire – niveau EXE	Toute variation
	TEMP_CONF	Température de consigne moyenne de confort (pondéré de la surface de chacun des espaces et des potentielles dérogations ponctuelles)	°C	Cf valeur définie dans le programme.	+/- 1°C

	H_CONF	Nombre d'heure total de chauffage à la température de confort en période de chauffe	h/an	Cf valeur définie dans le programme.	+/- 5 %
Gymnases (salle de type C et de type A)	SU	Surface utile	m ²	Cf valeur définie dans l'offre du Titulaire	+/- 5%
	Volume chauffé	Volume chauffé	m ³	Cf valeur définie dans l'offre du Titulaire	+/- 5 %
	Enveloppe	Cf étude thermique réglementaire	-	Cf étude thermique réglementaire – niveau EXE	Toute variation
	Equipements CVC	Cf étude thermique réglementaire	-	Cf étude thermique réglementaire – niveau EXE	Toute variation
	TEMP_CONF	Température de consigne moyenne de confort (pondéré de la surface de chacun des espaces et des potentielles dérogations ponctuelles)	°C	Cf valeur définie dans le programme.	+/- 1°C
	H_CONF	Nombre d'heure total de chauffage à la température de confort en période de chauffe	h/an	Voir programme. Pour l'utilisation hors temps scolaire : hypothèse d'utilisation de 18h00 à 22h00 deux soirs/semaine et de 14h00 à 18h00 le week-end hors vacances scolaires.	+/- 5 %
Restaurant	SU	Surface utile	m ²	Cf valeur définie dans l'offre du Titulaire	+/- 5%
	Volume chauffé	Volume chauffé	m ³	Cf valeur définie dans l'offre du Titulaire	+/- 5 %
	Enveloppe	Cf étude thermique réglementaire	-	Cf étude thermique réglementaire – niveau EXE	Toute variation
	Equipements CVC	Cf étude thermique réglementaire	-	Cf étude thermique réglementaire – niveau EXE	Toute variation
	TEMP_CONF	Température de consigne moyenne de confort (pondéré de la surface de chacun des espaces et des potentielles dérogations ponctuelles)	°C	Cf valeur définie dans le programme.	+/- 1°C
	H_CONF	Nombre d'heure total de chauffage à la température de confort en période de chauffe	h/an	Cf valeur définie dans le programme.	+/- 5 %

Les états de référence pour ces facteurs statiques sont définis dans le programme général et les documents associées. Les données liées à l'exploitation sont définies dans le Tome 1 - Annexes PPEM.

Le candidat est libre de proposer des variables périodiques et des facteurs statiques complémentaires pour la définition de la situation de référence.

Il est demandé au candidat de présenter dans son offre les méthodes envisagées pour évaluer l'impact de l'évolution de ces facteurs statiques sur la consommation de référence.

En particulier, Il est demandé au candidat de présenter les méthodes envisagées pour prendre en compte les fluctuations de l'occupation du gymnase dans l'évaluation de la performance réelle.

2.1.4 Base d'ajustement

Pour chaque période de suivi, une évaluation de la performance énergétique est réalisée.

L'objectif de performance énergétique E_c (kWhEP) fixé à l'Acte d'Engagement est alors comparé à la consommation réellement constatée sur la période de suivi ajustée aux conditions de la situation de référence.

2.1.4.1 Solution de base

Les modèles d'ajustements de chacun des approvisionnements énergétiques sont établis statistiquement par analyse des consommations en fonction des variables périodiques identifiées. Le modèle sélectionné est validé par application des tests d'évaluation statistique identifiés dans le référentiel IPMVP : $R^2 > 0,75$ et $CV(RMSE) < 0,25$. Dans le cas de modèles linéaires des validations simplifiées pourront être acceptées par le maître d'ouvrage.

Il est demandé au candidat de présenter dans son offre l'ensemble des dispositions prises pour garantir l'établissement de modèles d'ajustement statistiquement satisfaisants.

2.1.4.2 Solution de repli

En cas d'impossibilité d'établir des modèles d'ajustement statistiquement satisfaisants et selon approbation du maître d'ouvrage, un mode d'évaluation 'simplifié' de la performance réelle sera alors mis en œuvre.

Pour l'approvisionnement énergétique assurant le chauffage : la consommation ajustée à la période de référence est calculée en appliquant le ratio $DJ_{U_{REF}}/DJ_{Ui}$ à la consommation de la période de suivi (avec DJ_{Ui} la rigueur climatique de la période de chauffe de la période de suivi étudiée).

Pour l'approvisionnement électrique : la consommation ajustée à la période de référence est calculée en appliquant le ratio $Nb_{J_{REF}}/Nb_{Ji}$ à la consommation de la période de suivi (avec Nb_{Ji} le nombre de jour de la période de suivi étudiée).

Le Titulaire est responsable de la mise en œuvre de la solution de base, en cas de recours à la solution de repli, le Titulaire pourra être pénalisé, selon approbation du maître d'ouvrage, par application d'un coefficient de majoration de 10% aux consommations ajustées à la période de référence.

En cas d'approvisionnement énergétique auquel les dispositions ci-dessus ne peuvent être appliquées, il est demandé au candidat de présenter dans son offre les modalités de la solution de repli.

2.1.5 Méthode d'évaluation

Soit E_m la consommation énergétique totale mesurée pour la période de suivi considérée, impactée des potentiels sous-comptages et convertie en énergie primaire.

Soit E_{ma} la consommation énergétique totale mesurée pour la période de suivi considérée impactée des potentiels sous-comptages ajustée aux conditions de la situation de référence et convertie en énergie primaire.

- Si $E_{ma} > E_c$, alors on constate un non-respect de l'engagement ;
- Si $E_{ma} < E_c$, alors on constate une surperformance par rapport à l'engagement.

2.1.6 Impact économique de la GRE

Si l'Objectif de Performance Énergétique n'est pas atteint pour le site, le Titulaire est réputé n'avoir pas respecté la garantie de performance pour l'exercice considéré et est sujet à une pénalité telle que définie au CCAP.

Si l'Objectif d'Amélioration de la Performance Énergétique est atteint pour le site, le Titulaire est réputé avoir respecté la garantie de performance pour l'exercice considéré et est sujet à un intéressement tel que défini au CCAP.

2.1.7 Caractéristiques des compteurs

L'engagement de performance énergétique porte sur l'ensemble des compteurs concessionnaires, correction faite des sous-comptages liés aux usages hors GPE.

Il est demandé au Titulaire de prévoir l'ensemble des sous-comptages nécessaires à l'exclusion du comptage énergétique des usages hors GRE.

Le Titulaire s'engagera à détailler pour l'ensemble des points de mesures identifiés :

- L'identification du compteur (RAE/PDL...);
- L'instrument et la méthode/protocole de mesure utilisés ;
- La périodicité de collecte ;
- L'incertitude sur la mesure ;
- La méthode de traitement des données erronées et/ou manquantes.

Il est demandé au candidat de présenter un plan de comptage complet avec détail des points de comptage tel que défini ci-dessus.

Cas particuliers des compteurs de gaz naturel : comptage en m³ à convertir en kWh. Le Titulaire procédera à la relève des index selon les modalités de son choix validées par le maître d'ouvrage, la correction PTA (pression, température, altitude) sera fixée au marché (hors cas particuliers de modification de la pression de livraison suite aux travaux), le taux de conversion kWh/m³ sera calculé à chaque exercice (moyenne des taux de conversion mensuels issus des données fournisseur).

2.2 Objectif 2 : Consommation d'eau

2.2.1 Objectif de performance

L'objectif de performance sur les consommations d'eau est défini de la façon suivante :

- **Indicateur** : consommation d'eau sur le périmètre défini ci-après ;
- **Unité** : m³ ;
- **Seuil** : limite de consommations exprimée en m³ ;
- **Durée** : durée du marché ;
- **Echéance** : engagement sur un planning dès la réception du programme de travaux ;
- **Atteinte des seuils** : dès la 1^{ère} période de suivi suivant la période de mise au point – pendant la période de mise au point engagement sans seuil maximum du Titulaire.

Le niveau de consommation d'eau maximum dans le process cuisine est le suivant :

$$QC_{MAX} = 1\ 000\ m^3/an$$

2.2.2 Option IPMVP et périmètre d'engagement

2.2.2.1 Option de mesure et vérification

Dans le cadre du projet, il est demandé de suivre l'option B de l'IPMVP.

Approche générale :

- L'engagement de performance porte sur un niveau de consommation issu des études réalisées par les candidats. **Ce niveau de consommation engageant pour le candidat est sanctuarisé en phase offre et ne sera pas réévalué en phase conception.** Ce niveau de consommation est corrélé à un ensemble de paramètres caractérisant la situation dite 'de référence'.
- Dès la première période de suivi et pour chacun des périodes de suivi, le titulaire consolidera l'ensemble des données de consommations et d'usage afin de documenter la consommation réelle.

- La consommation réelle est alors comparée à la consommation de référence ajustée aux conditions de la période de suivi considérée selon la méthode d'ajustement définie ci-après.

Cette méthode est détaillée dans la suite du document.

2.2.2.2 Périmètre

L'engagement porte sur les consommations d'eau exprimées en m3 associées au process cuisine.

L'engagement porte sur les consommations d'eau chaude (ECS) et d'eau froide.

La consommation sera constatée aux sous-compteurs identifié dans le plan de comptage proposé par le candidat : tout usage non identifié en aval de ces sous-compteur et tout usage ne disposant pas d'un système de sous-comptage spécifique sera réputé inclus à la Garantie de Performance.

Il est demandé au candidat de présenter dans son offre le plan de comptage détaillé nécessaire au suivi de cet indicateur.

2.2.3 Situation de référence

2.2.3.1 Variables périodiques

Les engagements de performance sont ajustés suivant les variables suivantes :

Nom de la variable	Référence	Description	Unité
NBJ	VAR1	Nombre de jour	j/an
Nb-repas	VAR3	Nombre de repas délivré par la cuisine	u/an

L'évolution de ces variables est indépendante de l'action du Titulaire

Les seuils définis ci-avant et l'engagement de performance contractuel du Titulaire sont définis dans les conditions de référence suivantes :

Nom de la variable	Référence	Valeur	Unité
NBJ _{REF}	VAR1	365	j/an
NB-repas	VAR3	90 000	u/an

2.2.3.2 Facteurs statiques

Les Facteurs Statiques sont les facteurs dont une évolution en cours de marché, indépendante de l'action du Titulaire, peut ouvrir le droit à un ajustement de l'objectif de performance.

L'inventaire matériel du process cuisine fournit par le candidat en phase offre formalise l'état des facteurs statiques en situation de référence.

Les états de référence pour ces facteurs statiques sont définis dans le programme général et les documents associées. Les données liées à l'exploitation sont définies dans le Tome 1 - Annexes PPEM.

2.2.4 Base d'ajustement

Pour chaque période de suivi, une évaluation de la performance est réalisée.

L'objectif de performance Qc (m3) fixé à l'Acte d'Engagement et ajustée aux conditions de la période de suivi est alors comparé à la consommation réellement constatée.

L'objectif de performance ajustée aux conditions de la période de suivi Qca est calculé comme suit :

$$Qca = Qc1 \times NBJ + Qc2 \times NB\text{-repas}$$

2.2.5 Période d'évaluation

L'atteinte de la performance est validée selon les dispositions suivantes avec un tunnel de neutralisation de 5% :

Soit Q_m la consommation énergétique totale mesurée aux sous-comptage pour la période de suivi considérée.

Soit Q_{ca} , l'objectif de performance ajustée aux conditions de la période de suivi.

- Si $Q_m > 1,05 \times Q_{ca}$, alors on constate un non-respect de l'engagement ;
- Si $Q_m < 0,95 \times Q_{ca}$, alors on constate une surperformance par rapport à l'engagement

2.2.6 Impact économique de la garantie de performance

Si l'Objectif de Performance n'est pas atteint pour le site, le Titulaire est réputé n'avoir pas respecté la garantie de performance pour l'exercice considéré et est sujet à une pénalité telle que définie au CCAP.

Si l'Objectif d'Amélioration de la Performance est atteint pour le site, le Titulaire est réputé avoir respecté la garantie de performance pour l'exercice considéré et est sujet à un intéressement tel que défini au CCAP.

2.2.7 Caractéristiques des compteurs

L'engagement de performance porte sur un ensemble de sous-compteurs.

Il est demandé au Titulaire de prévoir l'ensemble des sous-comptages nécessaires à l'exclusion du comptage des usages hors garantie de performance.

Le Titulaire s'engagera à détailler pour l'ensemble des points de mesures identifiés :

- L'identification du compteur ;
- L'instrument et la méthode/protocole de mesure utilisés ;
- La périodicité de collecte ;
- L'incertitude sur la mesure ;
- La méthode de traitement des données erronées et/ou manquantes.

Il est demandé au candidat de présenter un plan de comptage complet avec détail des points de comptage tel que défini ci-dessus.

2.3 Dispositions communes aux 2 objectifs

2.3.1 Période de suivi

Les périodes de suivi sont annuelles.

Le cadencement des périodes de suivi est défini au CCAP.

Le bilan sur la performance énergétique réelle et l'évaluation des potentielles implications économiques de la garantie de performance énergétique sont réalisées annuellement au cours du mois suivant la fin de la période de suivi analysée.

2.3.2 Responsabilités dans le suivi des données

Le suivi des données pendant la période de suivi devra être documenté avec identification des responsabilités du suivi, de la collecte et de la validation de chacune des données (entreprise, maître d'ouvrage, AMO...) pour :

- Les données de consommations
- Les variables périodiques
- Les facteurs statiques

Point d'attention : Il sera prévu un relevé des index des compteurs objets de la garantie de performance à la date de début de l'engagement (point 0) ainsi qu'en fin de chaque période de suivi. Une méthode de relevé exhaustif des index devra être proposée par le Titulaire pour que ces données soient opposables.

Il est demandé au candidat de présenter les dispositions organisationnelles envisagées pour le suivi des données (consolidation, analyse, transmission...).

2.3.3 Précision attendue

Il est demandé au candidat de présenter les dispositions prises pour assurer la meilleure précision possible dans le calcul de la performance réelle.

2.3.4 Budget

Il est demandé au candidat de présenter une évaluation détaillée du budget alloué à la M&V.

2.3.5 Livrables

Il sera demandé aux candidats de proposer des modèles de rapport de suivi M&V mensuel, trimestriel et annuels. Le rapport devra préciser le public ciblé et la nature du document (informatif ou contractuel). Le rapport se doit d'être exhaustif, synthétique et présenter au moins :

- Les données observées pendant la période de suivi : début et fin de la période de suivi, données de consommation d'énergie prévisionnelles et envisagées et valeurs des variables périodiques.
- La description et la justification de toutes les corrections apportées aux données observées.
- Les détails de tous les ajustements non périodiques effectués à partir de la situation de référence : explication du changement des conditions depuis la situation de référence, faits et hypothèses observés et calculs d'ingénierie menant aux ajustements.
- L'écart à l'objectif de performance énergétique en unités énergétiques et monétaires.
- Le suivi des consommations énergétiques des usages hors GRE.

Les rapports de mesure et vérification doivent être rédigés de façon à être facilement compréhensibles de leurs lecteurs.

Le suivi M&V fera, a minima, l'objet d'une réunion annuelle de présentation de résultats, des pistes d'amélioration de la performance ou des actions correctives à mettre en œuvre le cas échéant.

Il est demandé au candidat de fournir des livrables type de suivi M&V et de proposer un planning de suivi M&V pour une année type avec les principaux événements et les moyens humains dédiés à ces événements.

2.3.6 Garantie de qualité

Afin de garantir la pérennité et la qualité du Plan de Mesure et Vérification ; les exigences suivantes devront être respectées :

- PMV détaillé et opérationnel produit par le groupement dès la phase offre initiale ;
- Identification d'un référent PMV certifié IPMVP pour toute la durée du marché ;
- Echange sur le sujet de la M&V en phase dialogue, identification et répartition des risques, cohérences des périmètres d'engagement avec les volontés du maître d'ouvrage ;
- Accompagnement de la montée en compétence d'une personne interne à la collectivité sur le sujet M&V - la création d'un comité de pilotage ;
- Etablissement d'une communication périodique, continue et suivie entre le candidat et le maître d'ouvrage.

Il est demandé au candidat de présenter les dispositions prises pour garantir la qualité du PMV (méthode transparente, auditable et opposable).

3 GESTION TECHNIQUE DU BATIMENT (GTB)

Les éléments de ce chapitre sont issus de la norme NF EN ISO 16484 « Systèmes d'automatisation et de gestion technique du bâtiment » et des prescriptions du CRET.

3.1 Composants matériels du système de GTB

Un système de GTB est composé des matériels principaux suivants :

- Le logiciel de supervision des installations,
- Les appareils/automates de régulation (unité locale),
- Les appareils de terrain.

3.1.1 Appareils/automates de régulation :

Les appareils assurant les fonctions d'automation/de régulation constituent les équipements permettant d'assurer les principales tâches suivantes :

- La régulation numérique et l'automation,
- La gestion et l'optimisation de l'énergie,
- La surveillance du fonctionnement de l'installation,
- Les informations relatives aux alarmes, défaillances, maintenance et fonctionnement,
- La commande automatique et manuelle,
- Les données statistiques en vue de l'analyse des valeurs et états,
- L'échange d'information entre les fonctions d'automation/régulation avec les appareils de terrain et les fonctions de gestion.

Les programmes des automates devront être remis au MOA.

3.1.2 Appareils de terrain :

Les appareils de terrain pour système de GTB comprennent des capteurs et des actionneurs. Ils sont connectés aux interfaces d'entrée/sortie des régulateurs soit directement soit via des appareils/réseaux de communication. Les capteurs, actionneurs et autres appareils de terrain fournissent les informations nécessaires sur les conditions, état(s) et valeurs des processus de l'installation et sur l'effet des opérations programmées.

3.2 Fonctions types d'une GTB

3.2.1 Fonctions d'entrées/sorties

3.2.1.1 Télécommande :

Cette fonction de sortie physique (TC) présente des commandes agissant par des signaux continus ou impulsionnels sur des sorties binaires physiques.

3.2.1.2 Téléréglage (sortie de positionnement analogique) :

Cette fonction de sortie physique comprend les commandes de positionnement analogique, issues des fonctions de traitement, de gestion, ou des fonctions de service aux exploitants.

3.2.1.3 Entrée tout ou rien binaire :

Cette fonction d'entrée physique (TS) traite un signal binaire, acquis au moyen d'une entrée physique TS, et fournit une information composée à partir des paramètres définissant individuellement la signification des états. Cette fonction ne traite pas les états internes de diagnostic système.

3.2.1.4 Télé comptage impulsif :

Cette fonction d'entrée physique englobe les tâches de comptage, de traitement et de totalisation des impulsions, acquises par les entrées physiques de comptage TCI ou binaires TS. La réinitialisation du compteur doit être possible.

3.2.1.5 Télémessure :

Cette fonction d'entrée physique (TM) traite des informations analogiques acquises par des entrées physiques analogiques TM (de capteurs actifs ou passifs), pour générer une information de valeur analogique. Elle assure le traitement des entrées physiques de copie de positionnement, liées logiquement aux commandes de positionnement.

3.2.2 Fonctions de traitement

Les fonctions de traitement produisent des valeurs de sorties booléennes ou numériques. D'autres types de fonctions peuvent traiter ces valeurs en entrées.

3.2.2.1 Fonctions de contrôle/surveillance

Ces fonctions de traitement servent au contrôle/surveillance des fonctions d'entrées/sorties ou du résultat d'autres fonctions de traitement. Tout autre type de fonction accepte, en entrée, les valeurs des fonctions de contrôle/surveillance.

Valeurs limites fixes :

Cette fonction assure, par comparaison, le contrôle du maintien des valeurs de mesure ou de totalisation, à l'intérieur de limites hautes et basses. Elle prend en considération une valeur d'hystérésis. Les valeurs de totalisation doivent être comparées uniquement à une limite haute. Le dépassement de cette limite entraîne l'émission d'un signal de sortie approprié.

Valeurs limites glissantes :

Cette fonction assure, par comparaison, le contrôle du maintien des valeurs de mesure, à l'intérieur de limites hautes et/ou basses variables, dépendantes d'une variable externe, par exemple, un point de consigne. Elle prend en considération une valeur d'hystérésis et l'émission, au passage des limites, des informations événementielles appropriées.

Totalisation du temps de marche :

La totalisation du temps de marche d'un équipement, tels qu'une chaudière, un groupe froid, une pompe, etc., est calculée en additionnant les temps de marche (par contrôle des états de marche et d'arrêt) à la valeur totale courante, dans une fonction de comptage virtuelle. La valeur initiale doit pouvoir être paramétrée.

Comptage d'événements :

Le nombre d'événements d'une entrée donnée (changements d'états de l'information d'entrée correspondante) est détecté et cumulé à la valeur courante, dans une fonction de comptage virtuelle.

Contrôle de bonne exécution :

Cette fonction contrôle la bonne exécution des télécommandes, à l'intérieur d'une plage de temps donnée. Lorsque celle-ci est écoulée, sans qu'un signal de confirmation de bonne exécution, une recopie de commande ou un signal d'inhibition n'ait été détecté, un message, une alarme ou un signal d'erreur est initié.

Traitement sur états :

La fonction de traitement sur états inclut toute forme de génération conditionnelle d'un état logique de sortie, comme conséquence d'un processus prédéterminé, par exemple, une temporisation de changement d'état, une suppression d'événement de changement d'état, un asservissement logique.

3.2.2.2 Asservissements

D'une manière générale, les fonctions liées aux asservissements traitent, suivant une logique donnée, une combinaison de signaux d'entrée et produisent les signaux de sortie résultants. Elles sont généralement constituées d'opérateurs : et, ou, ou exclusif, non, etc.

Séquence de commande d'installation :

Cette fonction de traitement est une séquence d'automatismes permettant la mise en route/l'arrêt d'équipements individuels d'une installation, selon une séquence prédéfinie répondant aux besoins d'une application, par exemple, un cycle de démarrage. Elle est utilisée pour protéger les équipements contre les dommages qui procèderaient d'un fonctionnement partiel de l'installation. D'autres entrées/sorties, paramètres ou traitements spécifiques d'une installation, tels que tables calendaires ou horaires configurables, points de consignes et événements, doivent être pris en compte dans la conception d'une fonction de séquence de commande générale d'installation.

Commandes de moteurs :

Cette fonction de traitement commande les moteurs électriques, y compris la surveillance des asservissements associés liés aux interrupteurs d'arrêt d'urgence, à la commande d'installation/d'équipement, à la recopie d'état de marche, au contrôle de rupture de courroie, aux tables temporelles de cycles de marche et aux dérogations locales. Elle peut disposer de sorties physiques multiples, pour la commande de vitesses de rotation différentes. Cette fonction ne doit pas servir à la commande des positionneurs motorisés. Si le moteur contrôlé est celui d'une pompe de circuit d'eau, cette fonction comprend également une disposition de protection interne contre le blocage.

Permutation :

Des équipements jumelés ou triplés (pompes, compresseurs, etc.) sont « permutés » selon des valeurs de temps de marche préconfigurées, de programmes calendaires, et/ou sur événement (un défaut, par exemple). Le but de la fonction de permutation est de garantir à ces équipements une répartition équilibrée des durées de fonctionnement configurées.

Séquenceur :

Lorsque deux équipements (ou plus) peuvent coopérer pour satisfaire une demande donnée, ils peuvent être commandés de manière étagée. Leur séquence respecte des paramètres tels que la valeur d'hystérésis, les valeurs seuils de commande de marche ou d'arrêt, les séquences temporelles. Ce type de traitement est également connu sous le nom de commande à étages multiples.

Fonction de mise en sécurité et protection antigel :

La fonction d'asservissement de mise en sécurité sert à commander et à verrouiller une installation (ou un équipement), dans une configuration de sécurité ou de protection prédéfinie, de manière à éviter tout risque aux biens (bâtiment, installation, etc.) et, dans des cas spécifiquement signalés, à protéger les personnes. Cette fonction est activée par exemple par un signal de limite de pression, de température ou d'humidité. Cas particulier de fonction de mise en sécurité, la protection antigel commande tous les dispositifs et équipements d'une installation, dans un état prédéfini, afin d'éviter les dommages pouvant être causés par le gel. Son action est activée lorsque la température descend en dessous d'une limite dont la détection est assurée par un capteur spécifique (thermostat d'antigel).

3.2.2.3 Fonctions de régulation en boucle fermée

La régulation en boucle fermée opère principalement sur des fonctions d'entrées/sorties. Leurs résultats sont utilisables comme entrées de toute autre fonction. Elle est assurée par un algorithme (par exemple : P, PI, PID) traitant un signal de rétroaction issu d'une mesure du médium régulé. Ainsi, dans le cas où la température est régulée par rapport à une valeur de consigne, la valeur courante de la température mesurée est entrée dans l'algorithme, lequel décidera d'augmenter ou de diminuer l'apport en chaud/froid en fonction de la différence. Chaque boucle fermée comprend une « consigne ». Dans la régulation en cascade, une valeur de procédé est régulée au moyen d'une combinaison d'une fonction régulateur maître et d'une fonction régulateur esclave. Le signal de sortie de la fonction régulateur maître sert d'entrée de point de consigne à la fonction régulateur esclave.

Régulation proportionnelle (P) :

Cette fonction fournit une valeur de sortie proportionnelle à l'écart entre la valeur de consigne et la valeur d'entrée (rétroaction). Le niveau de sortie dépend de la valeur du paramètre P.

Régulation proportionnelle intégrale (PI) dérivée (PID) :

L'algorithme de régulation proportionnelle intégrale est le même que l'algorithme P mais on y a ajouté une fonction d'intégration, dans le temps, de l'écart entre mesure et point de consigne. Celle-ci va corriger le signal de sortie à une vitesse proportionnelle à l'écart. L'algorithme de régulation proportionnelle intégrale dérivée est le même que l'algorithme PI mais corrigé en sortie par une action proportionnelle à la vitesse de variation de l'écart entre mesure et point de consigne.

Point de consigne glissant :

Cette fonction, appelée encore : décalage de point de consigne, loi de point de consigne, est utilisée dans la régulation en boucle fermée. La valeur courante du point de consigne est fonction de la grandeur d'un signal d'entrée et/ou du résultat d'une fonction de calcul.

Séquenceur progressif :

Cette fonction convertit, lorsqu'un séquençement des actionneurs est demandé, la valeur de sortie d'un régulateur en n valeurs virtuelles. Une fonction de sortie unique peut être divisée, de manière à former d'autres fonctions de sortie dont la pente et la plage sont individuellement configurées.

Convertisseur de sortie progressive en sortie tout ou rien :

Cette fonction convertit, selon la valeur d'un point de consigne et d'une valeur d'hystérésis, le signal de sortie d'un régulateur en sortie ToR utilisable par des fonctions de traitement logique ou de sorties.

Sortie à modulation de durée d'impulsion :

Cette fonction convertit le signal de sortie d'une fonction en une suite d'impulsions dont le ratio sortie active/sortie inactive (créneau/espace) varie proportionnellement à la valeur d'entrée.

Limitation des valeurs de consigne et de sortie :

Cette fonction sert à maintenir les valeurs de consigne et/ou de sortie entre deux limites supérieure et inférieure, par exemple, pour garantir un débit d'air neuf minimal. Elle peut être inhibée par une fonction de sécurité (par exemple protection antigel).

Basculement des tables de paramètres :

Cette fonction modifie, sur événement, les paramètres (consigne, écart, position de la vanne, etc.) d'une fonction de régulation, afin d'en optimiser le comportement, en réponse à cet événement.

3.2.2.4 Fonctions de calcul/optimisation

Les fonctions de calcul/optimisation sont mises en œuvre comme fonctions standards préconfigurées, elles ne demandent aucune programmation spécifique au projet mais un paramétrage approprié.

Régulation psychométrique :

Fonction d'optimisation d'énergie, la régulation psychométrique conditionne l'air extérieur, de manière à atteindre les valeurs de température et d'humidité relative d'un local, à l'intérieur du champ du diagramme psychométrique /h-, x- spécifié, afin de procurer à ses occupants des conditions de confort thermique.

Valeurs calculées sélection de la valeur la plus haute ou la plus basse :

Cette fonction produit une valeur de sortie, résultant d'un traitement arithmétique d'un nombre quelconque de combinaisons de variables d'entrée, utilisable par d'autres fonctions de traitement. Elle permet une sélection de la valeur la plus haute ou la plus basse entre deux valeurs provenant d'autres fonctions.

Commande sur événement :

Cette fonction génère un état de sortie de commande logique permettant d'optimiser le fonctionnement lorsqu'un événement prédéfini se produit. L'événement peut être initié par une entrée logique ou physique.

Programme temporel :

Un programme temporel commande l'état logique d'une sortie, lorsqu'une date/heure qui y est paramétrée correspond à la date/heure réelle. Cette même sortie peut être inhibée lorsque la date/heure réelle correspond à une période de dérogation.

Optimisation d'intermittence :

Cette fonction a pour but d'optimiser la consommation d'énergie d'un équipement, en commandant une sortie logique au moment optimal d'enclenchement et/ou de déclenchement, suivant le résultat d'un algorithme de calcul initié par un programme temporel. Elle tient compte des températures extérieure et intérieure, du comportement thermique du bâtiment et de la surpuissance de la production d'énergie.

Fonctionnement cyclique :

Cette fonction active une commande marche/arrêt de l'installation visant à réduire le temps de fonctionnement en régime occupation. Elle est calculée à partir de la valeur de la température ambiante d'une salle de référence, à l'aide d'un algorithme qui tient compte des régimes de fonctionnement définis.

Balayage (ventilation) nocturne :

Cette fonction active une sortie logique pour réduire la consommation d'énergie lorsque l'installation fonctionne en « free-cooling » ou rafraîchissement nocturne par l'air extérieur en régime été nuit, ou en régime d'inoccupation. Elle prend en compte la température ambiante actuelle mesurée dans une salle prise comme référence, la température de l'air extérieur et le point de consigne en mode confort. Elle détermine si une installation de CVC fonctionnant à 100 % avec de l'air extérieur peut être utilisée pour la ventilation du bâtiment. C'est le cas quand la température intérieure est supérieure à la température de confort demandée en période d'occupation et la température extérieure est inférieure à la température ambiante nocturne.

Limitation de température (hors gel) :

Cette fonction active une sortie logique pendant le fonctionnement de l'installation en mode protection ou à l'arrêt (pendant le temps d'inoccupation). Elle assure le maintien de la température ambiante d'un local occupé, au-dessus/au-dessous des limites acceptables. Le calcul prend en compte la valeur de la température ambiante réelle (de référence), la limite de température et une hystérésis.

Récupération d'énergie :

Cette fonction active une sortie logique permettant d'obtenir les conditions de confort désirées dans la zone desservie avec un minimum de consommation énergétique. Elle effectue la comparaison entre enthalpies air extérieur et air extrait (ou températures) calculées antérieurement avec une autre fonction. Elle met en œuvre une stratégie de récupération de chaleur/froid/humidité selon la demande en énergie de la zone desservie, d'une part ; de l'énergie contenue dans l'air extrait de cette même zone, d'autre part. Cette fonction annule la commande du registre de mélange ou la boucle des équipements de récupération de chaleur. Dans le cas d'un registre de mélange, le rapport avec l'air extérieur est maintenu grâce à la fonction de limitation de température (hors gel).

Délestage des charges :

Cette fonction active une sortie logique que l'on peut utiliser pour optimiser et sécuriser le fonctionnement de l'installation. Elle traite les messages d'état des sources d'alimentation de secours ou sans coupure de façon à faire fonctionner les dispositifs nécessaires compte tenu de la puissance disponible et des priorités de délestage et à arrêter les autres.

Restauration de la source principale :

Cette fonction active une sortie logique que l'on peut utiliser pour optimiser et sécuriser le fonctionnement de l'installation après une panne de courant. Elle traite les messages d'état de la source principale et déclenche une séquence d'événements destinée à démarrer les équipements d'une installation selon un schéma de temporisation et de restauration et des priorités.

Effacement des pointes :

Cette fonction active une sortie logique pour arrêter ou réduire la charge de façon à ne pas dépasser le maximum d'énergie stipulé dans le contrat dans une période de temps donné. Elle traite la quantité d'énergie utilisée à tout instant en fonction d'une entrée de comptage physique et calcule la tendance correspondante. Cette fonction considère que des éléments de l'installation peuvent être arrêtés dans un ordre de priorité donné et en fonction de temps de marche et d'arrêt minimaux et maximaux. La période de calcul du cumul de l'énergie peut être définie de plusieurs manières, suivant les contrats de fourniture d'énergie.

Délestage tarifaire :

Cette fonction active une sortie logique de contrôle de l'installation qui désactive ou réduit la charge durant les périodes de tarif élevé. Elle effectue le traitement du message d'état suivant les variations tarifaires qui peuvent intervenir selon les saisons, les heures du jour et/ou les jours de la semaine et en fonction de la

programmation. Cette fonction considère que des éléments de l'installation peuvent être arrêtés dans un ordre de priorité donné et en fonction de temps de marche et d'arrêt minimaux et maximaux. Elle est principalement utilisée dans le cas d'une distribution d'énergie électrique multi-tarifaire conjointement à la fonction optimisation d'intermittence.

3.3 Expression des besoins

3.3.1 Généralités :

La GTB sera composée suivant l'architecture suivante :

Un logiciel de supervision ayant les fonctions suivantes :

- La remontée des informations (état, mesures, ...) sur des synoptiques représentant les installations,
- Le traitement des alarmes (enregistrement avec horodatage des alarmes, renvoi des alarmes, ...),
- L'archivage des mesures (températures, hygrométrie, ...) et des comptages, exporté sur vers un service Web sur cloud,
- Le paramétrage des installations (Plannings, calendrier, consignes, etc.,
- Serveur Web,
- La gestion des alarmes et de l'astreinte.

Des Unités de Traitement Local (UTL) **autonomes**, ayant les fonctions suivantes :

- Automatisation et asservissement,
- Plannings et calendriers de fonctionnement des équipements,
- Régulation PID,
- Serveur Web,
- La gestion des alarmes et de l'astreinte.

Les UTL installées devront permettre au minimum :

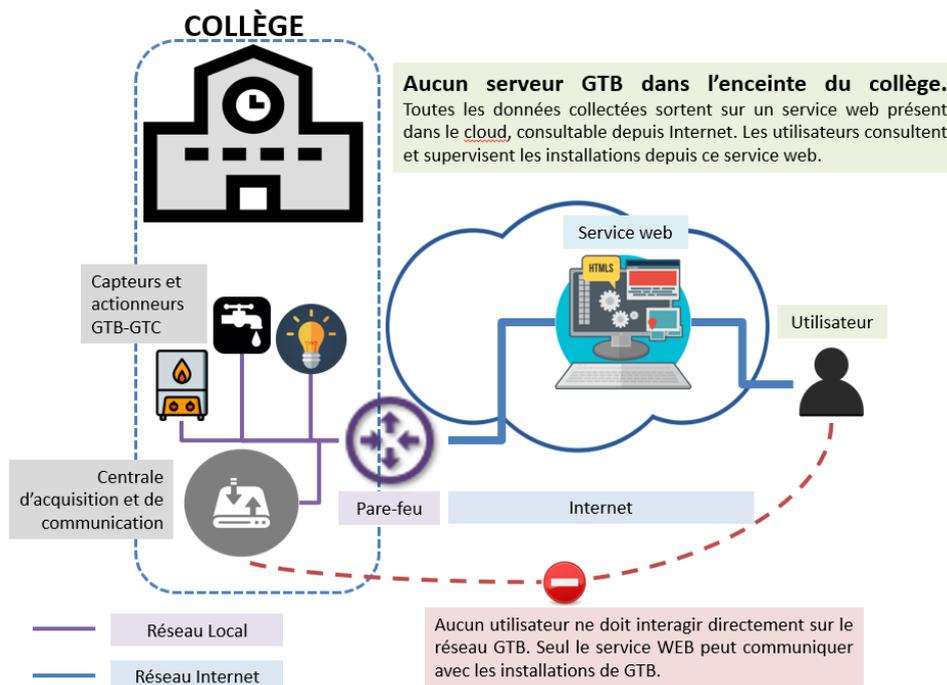
- Le pilotage et la régulation des équipements de distribution de chauffage,
- Le pilotage et la régulation des équipements de traitement d'air,
- Le pilotage et la régulation des équipements de production d'ECS,
- Le pilotage et la régulation des systèmes d'énergies renouvelables,
- Le pilotage et la régulation des unités terminales de CVC (Ventilo-convecteurs, ...)
- Le pilotage des circuits d'éclairage (Localement et par zone),
- Le pilotage des volets/store/brise soleils (Localement et par zone),
- La communication avec des équipements tiers (CTA, ...),
- La signalisation et l'archivage de toutes les alarmes techniques raccordées,
- La comptabilisation des temps de marche des équipements,
- La modification des consignes (plannings, lois d'eau, consignes de températures ...) et des plannings d'occupation,
- L'enregistrement des températures,
- La visualisation des données sur des synoptiques dynamiques,
- Le suivi énergétique de tous les types d'énergies du site y compris la production des énergies renouvelables et l'eau de pluie recyclée.

L'accès aux UTL sera entièrement Web et sera accessible au niveau paramétrage comme au niveau exploitation via le serveur Web de la DSIN et depuis l'extérieur du site.

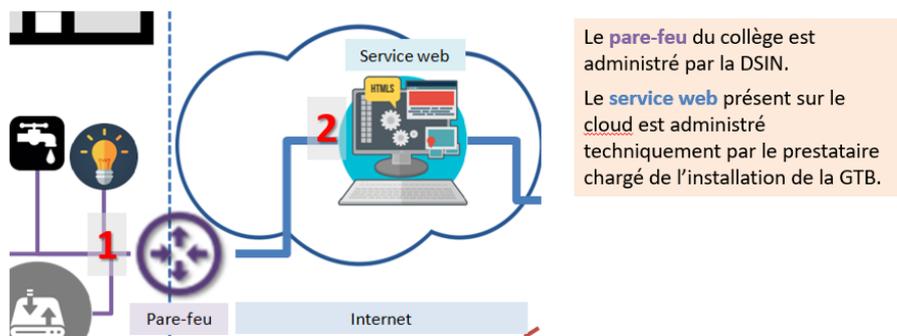
La mise en œuvre de la GTB, UTLs et supervision, sera assurée par un installateur indépendant, certifié par les constructeurs et éditeurs.

3.3.2 Architectures

L'architecture de la GTB devra être compatible avec le schéma d'interconnexion élaboré par la DSIN.

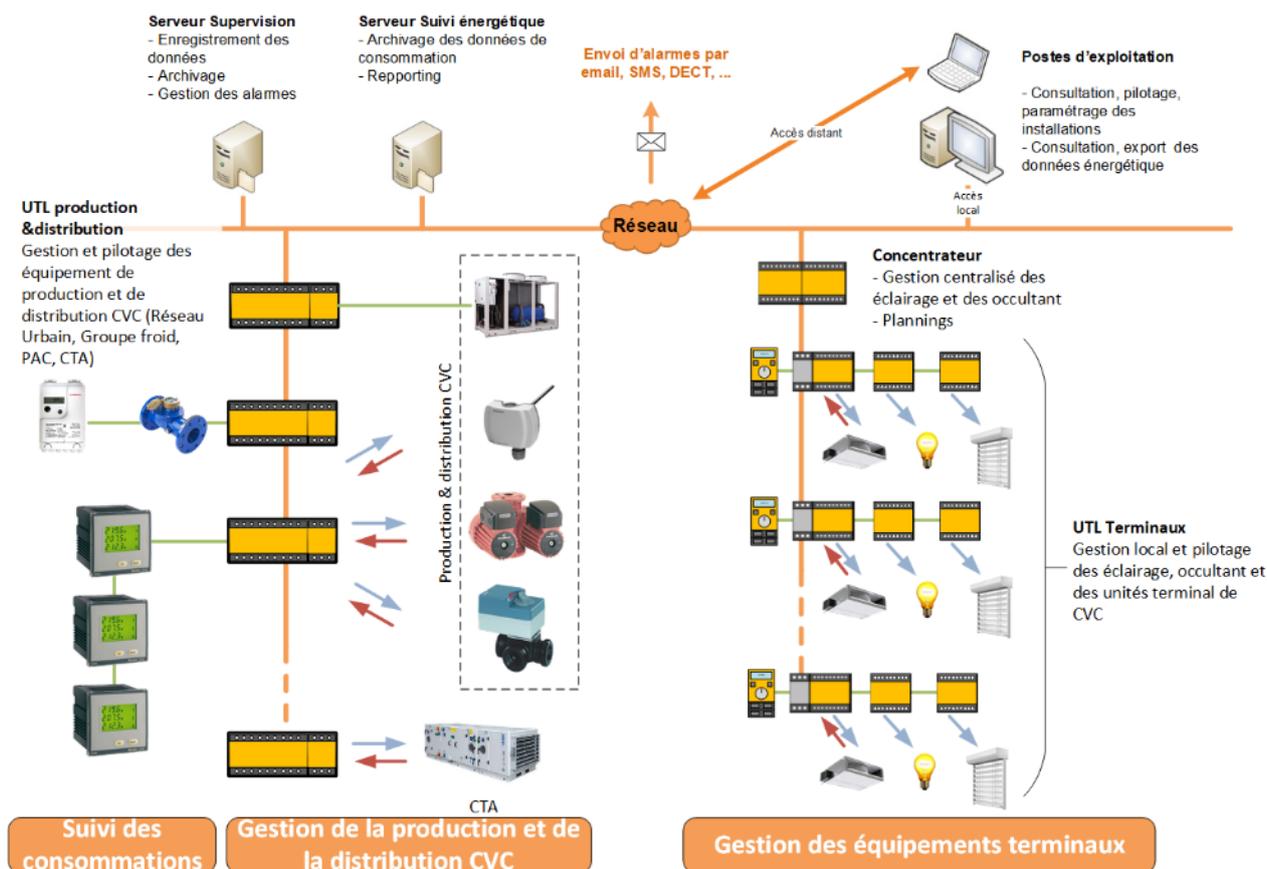


Configuration de l'interconnexion



Il s'agit d'établir une connexion sécurisée entre l'installation de GTB à l'intérieur du collège et le service web situé à l'extérieur, via Internet.

- La DSIN fournit au prestataire en charge de l'installation de la GTB les paramètres de l'adressage IP privé des installations de GTB à l'intérieur du collège (1).
- Le prestataire fournit à la DSIN l'adresse IP publique du service web situé sur le cloud (2).
- La DSIN établit le routage entre l'adressage IP privé des installations de GTB au sein du collège et l'adresse IP publique du service web situé sur le cloud en paramétrant le pare-feu du collège.



Les UTL seront connectés au réseau informatique du Maître d'Ouvrage. Le Service Informatique du Maître d'Ouvrage fournira les adresses IP pour les UTL à installer. Tout raccordement au réseau devra faire l'objet d'un accord préalable du Service Informatique du Maître d'Ouvrage.

Dans un souci de réduire les contraintes de maintenance du système de GTB, l'utilisation des passerelles de communication devra être limitée au strict minimum.

L'accès à distance de l'installation devra être compatible avec le serveur Web de la DSIN.

3.3.3 Caractéristiques et fonctions attendues

3.3.3.1 Caractéristiques techniques

Les UTL composant la GTB auront les caractéristiques suivantes :

- Alimentation en 230 V.
- Modulaires : l'installation pourra être étendue en ajoutant simplement des cartes d'entrées/sorties.
- UTL communicants via le réseau IP.
- Les UTL devront nativement être compatibles avec les protocoles de communication non propriétaires Modbus, BACnet, LonWorks et KNX.
- Des relais ou interrupteurs de forçage permettront de réaliser des commandes manuelles sur les sorties numériques.
- Ils comporteront des diodes électroluminescentes de visualisation de l'état de fonctionnement.
- Un afficheur permettra quelques réglages simples (consignes, lois d'eau ...).

Les UTL seront installés sur rails DIN dans des armoires spécifiques ou les armoires existantes, aux emplacements définis par le Maître d'Ouvrage.

Les UTL seront « Serveur Web », archiveront les données et permettront la navigation Web depuis n'importe quel PC, au travers de pages synoptiques conviviales.

Les informations de mesures et les alarmes seront horodatées par les automates. Ils auront une capacité de stockage suffisante pour archiver 3 mois minimum d'informations et d'alarmes.

Ils seront dimensionnés pour permettre de disposer d'une possibilité d'extension des entrées/sorties de 30 % minimum. Ils ne seront pas chargés à plus de 60 % de leur capacité logicielle maximale.

3.3.3.2 Fonction de pilotage et de régulation

Les paramètres de régulation seront réglables dans une large plage afin de satisfaire aux différentes installations. L'ensemble des fonctions de régulation, d'optimisation, d'économie d'énergie et d'automatisme sera prêt à l'emploi et ne nécessitera pas de travaux de programmation spécifique.

Régulation du réseau primaire de chauffage et des départs associés :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- Régulation de la température de départ en fonction de la consigne calculée par la loi d'eau,
- Protection sur manque d'eau,
- Pilotage des pompes primaires et secondaires (permutation, dégommage),
- Pilotage des vannes de régulation,
- Programmation des horaires de fonctionnement,
- Consignes de températures,
- Reprise des informations de défauts.

Remarque : Les lois d'eau (ou courbes de chauffe) seront modifiables graphiquement et présenteront au minimum 3 segments (2 points de cassure).

Régulation de la production d'ECS (yc production solaire) :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- Gestion de diverses températures de consigne :
 - Température de stockage,
 - Température de départ et de retour de boucle,
 - Température normale,
 - Température anti-légionnelle,
- Enregistrement en continue des températures,
- Programmation des horaires de fonctionnement et des chocs thermiques,
- Pilotage des pompes primaires et secondaires (permutation, dégommage), des systèmes de soutirage automatique,
- Détection des fuites et remontée d'alarme,
- Reprise des informations de défauts.

Remarque : Pour l'ECS solaire, la production doit être régulée en fonction des besoins.

Régulation des centrales de traitement d'air :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- Régulation de la température de reprise ou de soufflage,
- Gestion du free-cooling,
- Limite basse de température de soufflage,

- Protection antigel,
- Programmation des horaires de fonctionnement,
- Consignes de températures,
- Changement du mode été / hiver
- Reprise des informations de défauts (antigel, encrassement des filtres, pressostats moteurs, thermostats de surchauffe ...),
- Régulation du débit de soufflage et de la reprise en fonction d'une consigne paramétrable.

Régulation des équipements de chauffage/ventilation terminaux dans chaque local :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- Régulation des émetteurs terminaux,
- Pilotage des volets de soufflage et d'extraction,
- Programmation des horaires de fonctionnement,
- Reprise des informations de défauts.

Pilotage des installations de VMC :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- Pilotage des installations de VMC en fonction du planning,
- Reprise des informations de défauts.

Remarque : Les extracteurs sanitaires communs et locaux annexes fonctionneront en permanence (24h/24 7j/7).

Pilotage des Occultants :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- Ouverture/Fermeture automatique des volets roulants en fonction du planning,
- Pilotage des occultations (volets roulants et stores extérieurs) par les commandes locales, ces dernières pouvant déroger à la GTB,
- Remontée automatique des stores extérieurs en cas de vitesse excessive du vent (anémomètre) ou de risque de gel et en dehors des heures d'ouverture.

Remarques :

Pour une proposition de volets roulants par le candidat, les exigences sont les suivantes :

- Les volets roulants devront être abaissés automatiquement chaque soir au moment de la fermeture du site pour remplir leur fonction anti-intrusion.

Contrôle des autres équipements :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- La remontée des alarmes/défauts :
 - Des équipements liés à l'assainissement (pompes de relevage, séparateurs d'hydrocarbure, cuves de recyclage d'eaux pluviales, bac à graisse, etc.),
 - Des ascenseurs,
 - Du système de détection/extinction incendie,
 - Du système de production photovoltaïque,

- Etc.

Pilotage de l'éclairage :

Les UTL permettront entre autres les fonctions suivantes :

- Allumage et extinction de l'éclairage intérieur en fonction du planning et de la luminosité intérieure,
- Pilotage de l'éclairage intérieur par les commandes locales, ces dernières pouvant déroger à la GTB.
- Allumage et extinction de l'éclairage extérieur en fonction du planning et de la luminosité extérieure.

Remarques :

- Le pilotage de l'éclairage par la GTB devra respecter les normes de sécurité incendie et d'accessibilité.

Remarque générale :

Pour assurer les fonctions ci-dessus, l'UTL communiquera si cela est possible avec l'équipement en question (chaudière, groupe froid, CTA...), via un protocole terrain de type Modbus/JBus, BACnet, LON, KNX. Dans le cas contraire, des télécommandes seront envoyées via des contacts secs pour les ordres de marche, d'arrêt.

Plannings et calendriers

Les plannings permettant de gérer automatiquement les cycles d'occupation des locaux seront modifiables via les UTL :

- Nombre de planning non limité,
- Planning de type hebdomadaire avec calendrier d'exceptions annuelles et récurrentes (congrés, jours fériés, ...),
- Planning multi périodes (hors-gel, réduit, confort...).

Les plannings de chaque équipement seront implantés dans les UTL pilotant ces équipements et ce afin de garantir le fonctionnement des cycles d'occupation des locaux même en mode dégradé.

Un calendrier annuel général déterminera les modes de fonctionnement suivants :

- Inoccupation générale,
- Dérogation ponctuelle en dehors des horaires du planning hebdomadaire par zone ou pour l'ensemble du bâtiment.

Le calendrier général sera **prioritaire** sur les plannings hebdomadaires. Il sera implanté dans l'UTL pilotant le plus d'équipements.

3.3.3.3 Communication avec des équipements tiers

Les équipements tiers communiquant via un protocole de communication non propriétaires de type Modbus, BACnet, LonWorks ou KNX, seront remontés sur les UTL de GTB.

Dans un souci de réduire les contraintes de maintenance du système de GTB, le titulaire devra dans son offre limiter les couches de communication et par conséquent l'utilisation des passerelles de communication.

Les UTL devront donc, nativement, utiliser un des protocoles de communication non propriétaires de type Modbus, BACnet, LonWorks ou KNX.

Remarque :

L'UTL de GTB devra gérer l'ensemble des alarmes et enregistrer les valeurs de suivis (températures, pression, débits, etc.) il est donc indispensable que l'intégralité des informations (Points entrées/sorties, consignes, ...) des équipements tiers, transitent par lui. Un simple routage de pages vers le serveur Web de l'équipement ne pourra pas répondre à cette demande.

3.3.3.4 Protocole de communication et certification

Tous les équipements composant la GTB (UTL, Passerelles, superviseur, modules déportés, etc.) devront être certifiés.

Protocole de communication	Certification	
Lon	Certification LonMark	
BACnet	BACnet International (BI) BACnet Testing Laboratories (BTL)	
KNX	Certification KNX Matériel Certification KNX Logiciel	

3.3.3.5 Serveur web/consultation/visualisation

L'exploitant (Maître d'Ouvrage et/ou tiers) pourra consulter les états instantanés, les historiques, les pages animées/synoptiques et agir en commande (consignes, courbes de chauffe, plannings ...) via un serveur Web intégré à l'UTL.

Le serveur Web sera accessible à partir des navigateurs internet standard et courant du marché (Microsoft Edge, Firefox, Chrome, Opéra, ...). Il sera donc accessible depuis des PC standards (Grand public) qui seront fournis par le Maître d'ouvrage (Hors lot).

En raison de la difficulté à conserver une version de JAVA compatible avec le serveur Web de l'UTL installé (Mise à jour automatique et fréquente des versions de JAVA), les serveurs web utilisant cette technologie sont à proscrire. Le serveur Web de l'UTL de GTB s'appuiera donc de préférence sur la technologie HTML 5.

Les utilisateurs pourront se raccorder aux UTLs en mode local (à l'aide d'un ordinateur portable ou de l'afficheur prévu) pour des interventions ponctuelles de modification ou de maintenance. Ils pourront également accéder directement aux UTLs via le réseau informatique.

Pages animées/Synoptique :

Le titulaire fournira des exemples, sur des projets ayant une architecture équivalente.

Tous les points seront visualisables en temps réel sur les pages animées ou bien dans des listes modifiables, regroupant les zones, les équipements ou les domaines d'application (par exemple, liste des températures d'un étage, des défauts du groupe froid ou tout ce qui concerne l'électricité).

La GTB comportera au minimum les vues suivantes :

- Vue d'accueil,
- Vue Architecture GTB,
- Vue plan d'étages,
- Vue Chaufferie et/ou sous-station,
- Vue CTA, VMC,

- Autres locaux techniques,
- Vue électricité,
- Vue Compteurs,
- Vue Journal des alarmes et des événements,
- Vue Alarme en cours.

Principe de navigation :

- En cliquant sur un niveau puis sur un local, le plan détaillé s'affichera, intégrant tous les points (dans certains cas une synthèse des points) raccordés sur la GTB.
- Depuis ces pages, les utilisateurs pourront renseigner les plannings d'occupation ou modifier les consignes.
- Un bandeau permanent horizontal ou vertical facilitera la navigation. Il comprendra les accès aux différents menus (chaufferie, rez-de-chaussée, 1er étage, alarmes, courbes, suivi énergétique...) et indiquera clairement l'apparition d'un défaut quelconque. De la même manière, une icône reflétant l'état général de l'installation de GTB indiquera toute défaillance du système (manque de tension sur un UTL, défaut de bus de communication, perte de liaison IP ...).

Le Maître d'Ouvrage fournira les plans des bâtiments pour la réalisation des fonds des pages animées.

Droits d'accès :

Les accès aux UTLs et à la supervision se feront à l'aide d'un identifiant et d'un mot de passe, définissant le niveau hiérarchique des utilisateurs et les actions possibles associées.

4 niveaux seront disponibles et accessibles au Maître d'Ouvrage :

- Niveau 1 : Accès en lecture seule des données
- Niveau 2 : Niveau 1 + modification des plannings et du calendrier.
- Niveau 3 : Exploitation, avec la possibilité de modifier les paramètres réglables (plannings, consignes, loi d'eau ...). Modifications permettant le réglage des temporisations, l'étalonnage des sondes et des compteurs, le changement du libellé d'un point, la planification de l'astreinte ...
- Niveau 4 : Administration complète du système (archivage / purge des données, modification des utilisateurs, sauvegardes / restauration des paramètres ...)

Les accès seront tracés/horodatés et le nombre d'utilisateurs pouvant être connectés simultanément sera illimité.

3.3.3.6 Signalisation et archivage des alarmes techniques

Les défauts techniques des installations devront être raccordés en utilisant les reports disponibles. Le cas échéant, un équipement permettant le report de l'alarme (relais, pressostat, carte additionnelle ...) devra être installé.

Dès l'apparition d'une alarme, l'information sera archivée dans l'UTL. Une signalisation visuelle apparaîtra sur les pages animées.

La fonction d'astreinte, intégrée aux UTL, avertira le personnel compétent de l'apparition d'un nouveau défaut.

Les défauts techniques et dépassements de seuils de températures devront générer les mêmes alarmes techniques, à savoir :

- Alarme horodatée et archivée,
- Visualisation sur les pages animées,
- Message au personnel d'astreinte/exploitant.

Les seuils haut et bas ainsi que les temporisations avant activation de l'alarme devront être facilement modifiables.

3.3.3.7 Afficheurs locaux (IHM)

Panel PC ou Tablette :

Afin de permettre à l'exploitant d'accéder à la GTB sans devoir utiliser un ordinateur du site, un IHM de type Panel PC ou Tablette endurcie sera installé en façade de chaque armoire GTB. Cet IHM sera raccordé sur le réseau informatique de la GTB et permettra d'accéder via le serveur web des UTL à l'ensemble des équipements remontés sur la GTB au même titre que les autres ordinateurs d'accès à la GTB. Les identifiants et mots de passe ainsi que les droits d'accès seront les mêmes que depuis les autres postes d'accès à la GTB.

Caractéristiques minimums attendues :

- Ecran tactile 10",
- Clavier virtuel accessible à tout moment,
- Navigateur internet : Internet explorer, Google Chrome, FireFox,
- Système d'exploitation : Windows 7 ou supérieur,
Android 5 (Lolypop) ou supérieur.

3.3.3.8 Télégestion/astreinte

La fonction d'astreinte devra avertir le personnel compétent de la présence d'un défaut quelconque (défaut technique, dépassement de seuil d'une mesure physique ou défaut système). Cette alarme pourra être diffusée par mail.

Le planning d'astreinte sera facilement modifiable et indiquera le nom du permanent. Il pourra être complété à l'avance pour plusieurs semaines et intègrera les jours fériés.

La solution d'envoi de mails devra être autonome. Il ne sera pas mis à disposition de serveur relai « boîte mails ».

Le Titulaire devra respecter les préconisations faites au paragraphe 12-D Télégestion des prescriptions du CRET.

3.3.3.9 Suivi énergétique des bâtiments

Les UTL devront remonter l'ensemble des compteurs de gaz, d'électricité, d'eau et de calories ainsi que les températures, taux CO₂... définis par le Maître d'Ouvrage afin d'assurer un suivi énergétique des bâtiments.

Les UTL pourront effectuer des opérations simples (addition, soustraction, division, multiplication, etc.) afin de calculer des compteurs virtuels.

Les UTL pourront calculer l'énergie théorique fournie par un réseau régulé, en multipliant le débit nominal des pompes par le différentiel des températures aller et retour.

Les UTL comptabiliseront les consommations des différentes énergies et éditeront des graphiques et des bilans sous forme de tableaux. L'affichage de la mesure comportera les unités (m³, kWh ...) et jusqu'à 2 décimales. Les utilisateurs pourront facilement consulter et indexer les valeurs des compteurs. Les UTL pourront créer automatiquement une alarme dès qu'un seuil paramétrable de consommation journalière sera dépassé.

Les pas de mesure, unités et précisions devront être les suivants :

Comptage/Mesure	Pas de mesure	de	Unité	Précision	Typologie
Electricité	10 mn		kWh	1	Modbus

				Euridis ou Télé Info Client pour les compteurs concessionnaires*
Calories	1 h	kWh	1	Mbus ou Modbus
Gaz	1 h	m3	0.01	Impulsionnelle
Eau	1 h	m3	0.01	Mbus ou Modbus
Températures	1 h	°C	1	Sans objet
Autre

* Plusieurs informations sont disponibles dans les compteurs concessionnaires : les index en heures pleines, creuses et pointes en hiver et en heures pleines et creuses en été devront être récupérés par la GTB.

Remarque : Le tableau ci-dessus pourra être adapté à d'autres comptages énergétiques ou mesures.

Les contacts avec Enedis et autres concessionnaires et les coûts associés sont intégrés à l'offre de l'entreprise.

Par ailleurs, la GTB devra générer des tableaux de suivi des index sous format CSV afin que les consommations puissent être intégrées dans le logiciel Delta Conso du MOA.

3.3.3.10 Stratégie de comptage

Les UTL permettront une visualisation de tous les compteurs sous forme de plusieurs synoptiques découpés par :

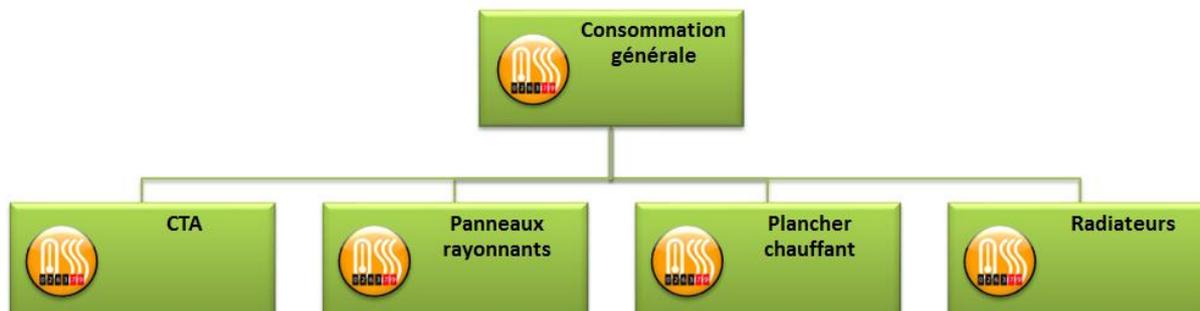
- Pôle fonctionnel,
- Type d'énergie/fluide,
- Type d'usage,
- ...

Vous trouverez ci-dessous des exemples de synoptiques par énergie/fluide.

Electricité :

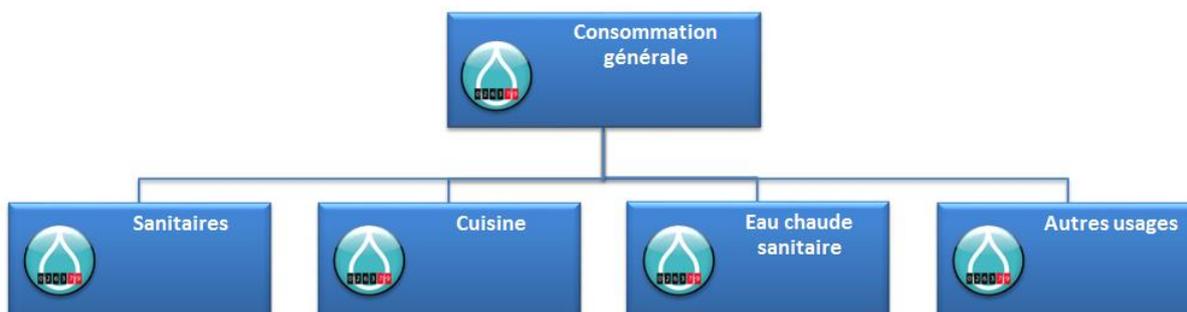


Calories :



Nota : comptage de l'ECS en complément.

Eau :



L'analyse fonctionnelle devra être testée et parfaitement mise en œuvre. La GTB devra faire l'objet d'un recettage avant la réception.

Par ailleurs, un manuel d'utilisation spécifique, reprenant les particularités de l'installation devra être rédigé et transmis au MOA.