

Livre blanc

GIE

« Enjeu Energie Positive »

Octobre 2009

1. Introduction

- Un GIE pourquoi faire ?
- Les partenaires

2. Un an de partenariat actif

- Les quatre groupes de travail
- Livre Blanc

3. Les besoins

- Contexte réglementaire
- Approche comportementale
 - Sensibilisation - Implication
 - L'accompagnement au changement
- Facteurs clés de succès

4. Groupe Mesure et Pilotage de la performance énergétique

- Constats
- Enjeux
- Leviers de la performance
- Perspectives et bénéfices

5. Groupe RIE

- Constats
- Enjeux
- Leviers de la performance
- Perspectives et bénéfices

6. Groupe Optimisation de l'Eclairage

- Constats
- Enjeux
- Leviers de la performance
- Perspectives et bénéfices

7. Groupe Bureautique

- Constats
- Enjeux
- Leviers de la performance
- Perspectives et bénéfices

8. Annexes

- Fiches de présentation des partenaires
- Normes, règlements et textes de référence
- Demain le GIE
- Glossaire
- Annexes techniques des groupes de travail

1. Introduction

• Un GIE pourquoi faire ?

→ Parce que le bâtiment, secteur très «énergivore», pèse 43 % de la consommation totale d'énergie en France, et est responsable de 21 % des émissions de CO₂.

→ Parce que face à cette situation, la France s'est engagée à diviser par 4 ses émissions de CO₂ avant 2050.

→ Parce que dans le cadre du Grenelle de l'Environnement, une politique volontariste a été engagée pour concevoir et généraliser la construction d'immeubles à énergie positive d'ici 2020. Il existe donc une réelle urgence à trouver des solutions et développer des outils permettant la tenue des objectifs environnementaux inscrits dans la loi.

Dans ce contexte, et dans la logique de son engagement dans le Développement Durable, Bouygues Immobilier a lancé en octobre 2008 un groupement d'intérêt économique (GIE) « Enjeu Energie Positive ».

Objectifs :

→ contribuer à la diminution de la consommation énergétique des futurs immeubles de bureaux,

→ contribuer à l'augmentation de leur capacité de production d'énergies renouvelables,

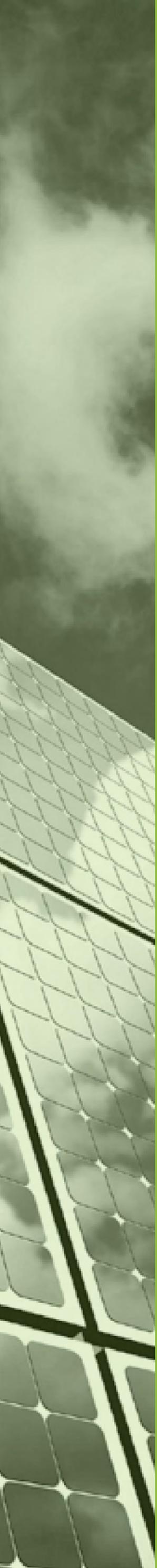
→ optimiser le bilan carbone du cycle de vie d'un immeuble (de sa conception à sa réalisation, de son exploitation à la gestion de sa fin de vie).

Principes d'action : développer les synergies entre les entreprises membres du GIE, dans une logique d'optimisation des consommations d'énergie des bâtiments en cours d'exploitation.

Sept grands acteurs de l'exploitation des immeubles de bureaux ont rejoint cette initiative : Lexmark, Philips, Schneider Electric, Siemens, Sodexo, Steelcase et Tandberg. Ces entreprises, expertes dans leur métier, participent à des groupes de travail thématiques. Quatre sujets ont été traités au cours de cette première année. Trois sont directement liés à l'optimisation des performances énergétiques de postes gros consommateurs d'énergie : l'éclairage, la bureautique, la restauration collective. Le quatrième porte sur la définition des conditions de mesure et de pilotage de la performance énergétique, notamment pour les Bâtiments à Très Basse Consommation ou à Energie Positive.

Etudes, expériences, bonnes pratiques, avis d'experts... les groupes thématiques permettent aux entreprises d'échanger leurs informations et de confronter leurs idées.

Aujourd'hui, chaque thème fait l'objet d'un point d'étape global, retraçant les travaux entrepris et les résultats obtenus.



- **Les partenaires**

Autour de Bouygues Immobilier, six membres fondateurs : Lexmark, Philips, Schneider Electric, Siemens, Sodexo, Steelcase et une société partenaire, Tandberg constituent aujourd'hui le socle du GIE Enjeu Energie Positive.

Outre leur engagement et leur volonté de travailler activement à l'élaboration de solutions de développement durable, ces entreprises ont en commun d'être des acteurs industriels fortement impliqués dans les phases d'utilisation et d'exploitation des immeubles de bureaux.

2. Un an de partenariat actif

- **Les quatre groupes de travail**

Mesure et Pilotage de la Performance.

Pilote : Schneider Electric.

Membres : Siemens, Steelcase, Lexmark, Bouygues Immobilier.

Eclairage optimisé.

Pilote : Philips.

Membres : Bouygues Immobilier, Steelcase, Schneider Electric.

Restauration d'entreprise

Pilote : Sodexo.

Membres : Bouygues Immobilier, Steelcase, Siemens, Schneider Electric, Philips.

Optimisation de la bureautique.

Pilote : Bouygues Immobilier.

Membres : Steelcase, Tandberg, Lexmark.

- **Livre Blanc**

Ce document vous présente les démarches, réflexions et réalisations menées par les différents groupes de travail. Il s'adresse aux acteurs de la filière Bâtiment, intéressés par des innovations dans les domaines de la méthodologie de conception, de la formation, des outils et processus opérationnels. Les utilisateurs et propriétaires de bâtiments y trouveront des informations sur la performance énergétique, sur leur implication, facteur clé de succès de cette démarche, et des préconisations d'outils utiles, par exemple, pour préparer un Bail Vert, un contrat de performance énergétique... Enfin, les Prestataires de services et les exploitants pourront mesurer leur implication active et s'aider d'outils de pilotage dans le cadre de contrat de garantie de performance énergétique.

3. Les besoins

- **Contexte réglementaire**

Le contexte réglementaire organisant et encadrant les activités de conception, de construction et d'exploitation de bâtiment a été fortement durci depuis quelques années. La prise en compte de paramètres environnementaux et énergétiques, la montée en puissance des préoccupations liées au développement durable dans la société ont conduit les instances législatives, nationales et européennes, à adopter de nouveaux corpus de règles.

Les principaux textes en vigueur actuellement sont la directive européenne DPEB (Directive pour la Performance Energétique du Bâtiment) de 2002 ; la loi française POPE (Loi de Programme sur la Politique Energétique) de 2006, complétée par de nombreux décrets et règlements techniques.

La mise en œuvre des CEE (Certificats d'Economie d'Energie) pour les bâtiments résidentiels et tertiaires est une autre composante de ce dispositif, ainsi que les différentes versions de la Réglementation Thermique (2005, 2012), ou encore l'obligation des DPE (Diagnostic de Performance Energétique) à la construction, la vente et la location.

Pour en savoir plus : <http://www.legifrance.gouv.fr/> et notamment :

pour le Code de la Construction et de l'Habitation, partie législative :
<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnCode?commun=&code=CCONSTRRL.rcv>

partie réglementaire :
<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnCode?commun=&code=CCONSTRRR.rcv>

pour le Code de l'urbanisme, partie législative :
<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnCode?commun=&code=CURBANIL.rcv>

partie réglementaire et décrets :
<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnCode?commun=&code=CURBANIR.rcv>

Pour les Arrêtés : <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnCode?commun=&code=CURBANIA.rcv>

• Approche comportementale

Une analyse des conditions d'exploitation des bâtiments montre que, dès la première année d'occupation, une perte d'efficacité énergétique de l'ordre de 10 à 20 % est constatée. Ce résultat est imputable directement aux comportements des occupants. Les facteurs d'usage et de comportement font en effet partie intégrante de l'équation énergétique. Il est donc impératif d'impliquer les différents acteurs (occupants, exploitants et prestataires de service) si l'on veut obtenir des résultats en ligne avec les objectifs définis. Une politique d'accompagnement doit être mise en œuvre pour aider à la définition des meilleurs choix d'usages et construire les comportements cibles associés.

Sensibilisation - Implication

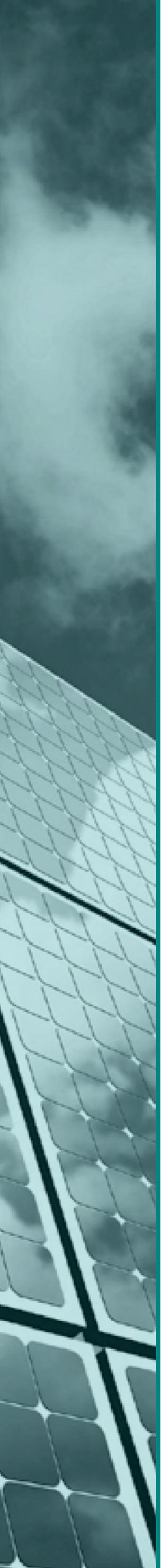
Dans cette perspective, quatre familles de dispositions doivent être traitées, liées à la sensibilisation et à l'implication des occupants.

- Des règles de gestion et d'interaction avec les paramètres de confort sont à établir selon les espaces. Ces règles précisent par exemple les conditions d'utilisation de l'éclairage, de l'occultation des stores, du réglage de la climatisation et du chauffage...
- Des règles d'organisation du travail, d'utilisation des outils et des espaces permettent de gérer les espaces de travail, la mobilité des occupants, le recours au télétravail... Elles se traduisent par la mise en place d'espaces ouverts et/ou cloisonnés, de bureaux attribués ou partagés, d'espaces informels de réunions et d'échanges...
- Des règles d'utilisation des outils bureautiques prennent en compte la gestion de l'information : dématérialisation, solutions d'impression...
- Enfin, des règles favorisant le développement et l'adhésion des collaborateurs de l'entreprise aux éco-pratiques : gestion des déchets, recyclage, règles de vie, plan de déplacement...

L'accompagnement au changement

Toutes ces dispositions doivent être nourries par une communication sur les performances environnementales et énergétiques qu'elles génèrent ou favorisent. Plus globalement, ces changements doivent être accompagnés, dans le cadre d'une action en quatre phases :

- Expliquer. Les enjeux, les objectifs visés et les choix faits par l'entreprise doivent être présentés, analysés, afin de susciter compréhension et adhésion, autour de quelques données fondamentales : le secteur du bâtiment et des services représente 40 % de la consommation énergétique de l'UE, 46 % de la consommation française, pour 25 % de ses émissions de gaz à effet de serre. Il est au cœur du plan d'action d'efficacité énergétique de l'Union Européenne puisqu'il représente 50 % de l'objectif d'amélioration d'ici 2020.



→ Clarifier les bénéfices. Sur un plan individuel et collectif (au niveau des équipes, de l'entreprise et de l'environnement), les bénéfices escomptés par les actions décidées doivent être perçus et appréciés. Cette compréhension est nécessaire pour faire accepter les efforts à fournir pour parvenir aux résultats attendus.

→ Susciter l'envie de changement. Adopter une nouvelle approche n'est pas obligatoirement négatif. Adopter des approches de co-conception de solutions permet d'associer activement et positivement les collaborateurs de l'entreprise au changement.

→ Pérenniser les comportements, par la combinaison de dispositifs managériaux, la traçabilité des modes de consommation et leur comparaison avec les objectifs définis en amont, la communication sur les retours d'expérience...

Ces résultats s'obtiennent en combinant six catégories d'outils : les supports de communication interne classiques ; des sessions de sensibilisation aux enjeux ; des sessions de co-création de solutions avec les utilisateurs ; l'identification des facteurs de résistance et leur traitement au sein d'ateliers ; des dispositifs d'affichage des objectifs de performance ; la formation aux nouveaux outils.

- **Facteurs clés de succès**

La démarche, pour réussir, doit être initiée le plus en amont possible d'un projet immobilier, mobiliser les Ressources Humaines de l'entreprise, la communication, le REE, le management et les concepteurs des aménagements de l'espace. Elle doit surtout être pensée dans le cadre d'un accompagnement global des collaborateurs, en prenant en compte leur inquiétude première : « on déménage, toutes mes habitudes vont changer ».

4. Groupe Mesure et Pilotage de la Performance Energétique

• **Constats**

La construction des bâtiments à énergie positive nécessite d'intégrer de nouvelles règles de conception et d'exploitation. Les bâtiments actuels ne favorisent pas en effet le changement des comportements, individuels et collectifs. Les contrats d'exploitation n'intègrent pas suffisamment d'obligation de résultats basés sur des référentiels précis de consommation énergétique. Les exploitants ne disposent d'ailleurs pas d'outils de pilotage énergétique et de reporting puissants et simples d'utilisation. Quant aux maîtres d'œuvre, ils sont très rarement impliqués dans le suivi énergétique et l'accompagnement des utilisateurs du bâtiment.

Il est donc essentiel de concevoir et mettre en œuvre de nouveaux moyens et usages de pilotage, de contrôle et d'utilisation des bâtiments. Le rôle du GIE est dans cette logique de sensibiliser et de mobiliser tous les acteurs d'un bâtiment dans une démarche performante et vertueuse, visant notamment à limiter l'impact carbone. Les entreprises membres du GIE ont placé l'efficacité énergétique au cœur de leur stratégie, et les systèmes de Mesure et de Pilotage de la Performance Energétique représentent donc un axe majeur de leur politique.

• **Enjeux**

Anticiper le renforcement des réglementations concernant les Bâtiments à Energie Positive (BEPOS) est une priorité. Concevoir des dispositifs de suivi et de pilotage de la performance énergétique, mettre en œuvre de nouvelles règles d'exploitation et d'engagement contractuel, disposer d'outils de pilotage énergétique puissants et complets et définir les référentiels de consommation sont les principales étapes de cette démarche. Enfin, un point essentiel est de favoriser le changement des comportements.

• **Leviers**

Le guide « Mesure et Pilotage de la Performance Energétique » intègre des propositions innovantes, telles que la mise en œuvre de dispositifs de mesure des consommations alliant finesse et précision, la définition d'une architecture optimisée de gestion technique du bâtiment (GTB). D'autres idées sont développées : repenser l'organisation de projet par la désignation d'un bureau d'études énergétique et environnemental transverse aux autres lots techniques ; créer une nouvelle fonction de Responsable Energie et Environnement (REE) ; adopter de nouvelles règles d'exploitation basées sur des engagements de résultats ; travailler l'approche comportementale des occupants.

Accompagner le changement passera par différentes phases :

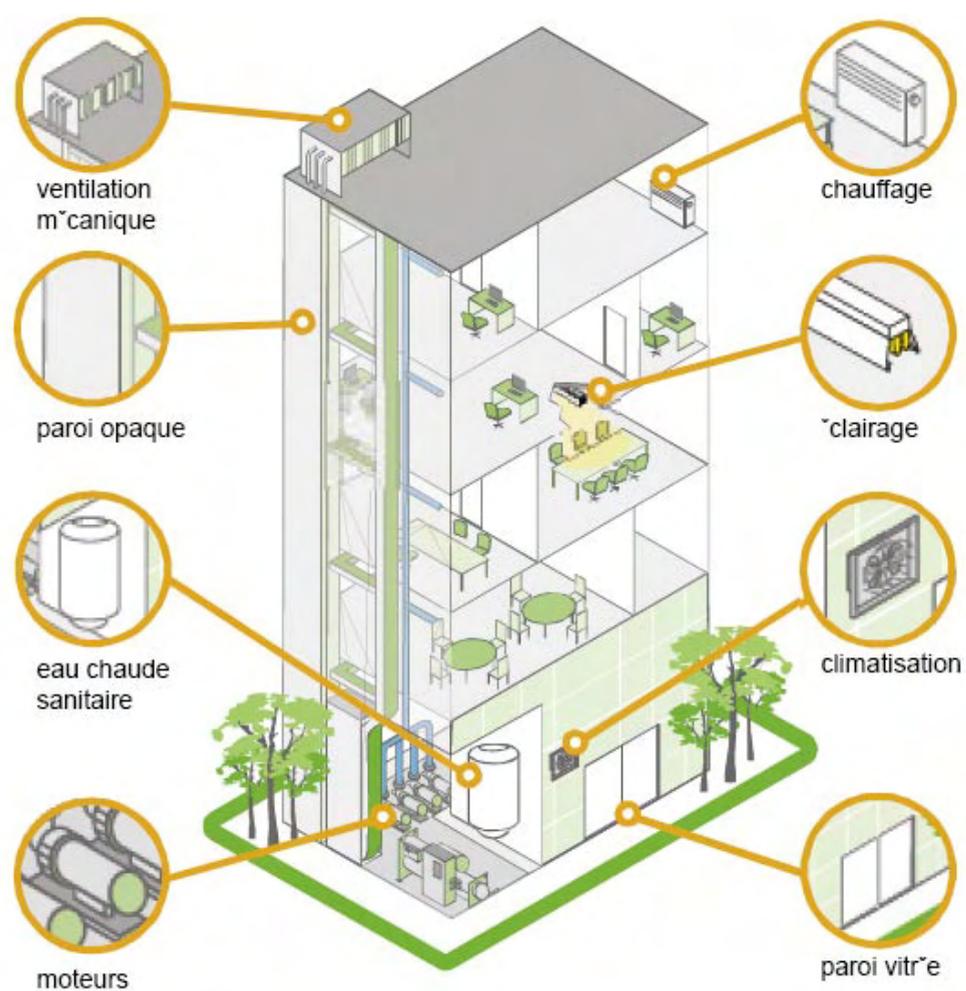
- Informer / expliquer les objectifs d'amélioration recherchés.
- Clarifier l'effort de changement au regard des bénéfices attendus au niveau de l'individu, des équipes, de l'entreprise et de l'environnement au sens large.
- Susciter l'envie de changement par des approches de co-conception (l'adhésion).
- Pérenniser les nouveaux comportements au quotidien par des sessions information/correction/retour sur expérience en continu.

• Perspectives

Les actions d'efficacité énergétique vont se concrétiser entre 2010 et 2020 par :

- la mise en œuvre de solutions innovantes au sein des bâtiments à énergie positive,
- une organisation de projet mieux adaptée aux programmes de construction,
- des prestataires de services d'exploitation engagés sur des objectifs de performance,
- des utilisateurs sensibilisés et impliqués dans la performance énergétique de leur bâtiment.

Encadré

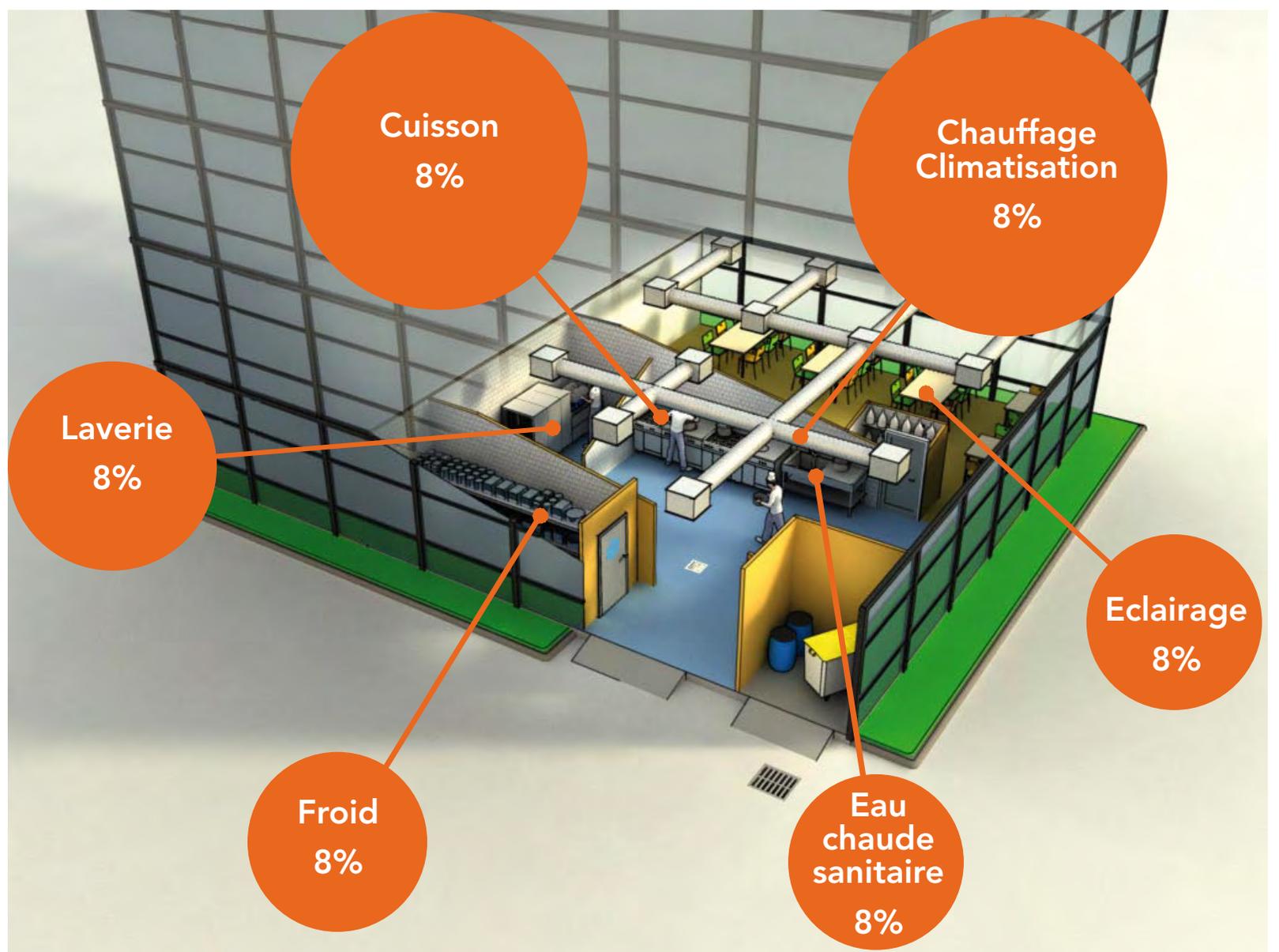


Réduire et maîtriser la consommation d'énergie dans les bâtiments

5. Restauration d'entreprise

• Constats

Les activités liées à la restauration peuvent représenter de 10 à 40 % de la consommation énergétique d'un immeuble de bureaux, selon sa taille et son ancienneté (cf Annexe 1). Ainsi, un restaurant d'entreprise implanté dans un bâtiment de 22.000 m², dans lequel travaillent 1.200 personnes, sert une moyenne de 700 repas par jour. Pour son fonctionnement, ce restaurant consomme 450 MWh_{ef} par an, soit 20,5 MWh_{ef} par an et par m². Un travail d'étude important a été mené pour détailler les différents postes de consommation.



• Enjeux

L'enjeu économique est de réduire la facture énergétique annuelle en réalisant des actions dont le retour sur investissement doit être inférieur à cinq ans.

Cet enjeu se double d'un enjeu environnemental fort : contribuer à la réduction d'émissions de gaz à effet de serre, et donc à la maîtrise du réchauffement climatique.

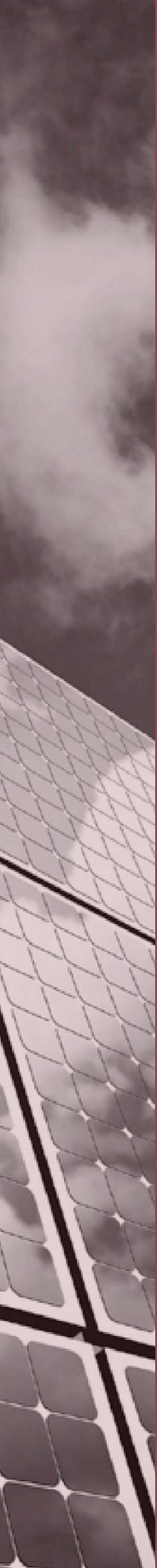
• Leviers

Les sources d'économies sont de plusieurs ordres :

- économies sur l'éclairage
- économies sur le froid
- économies sur la cuisson
- économies sur la laverie

Le groupe de travail estime à 35 % le potentiel d'économies d'énergie réalisables. Pour obtenir un résultat de cet ordre, différentes actions sont à mener sur :

- les infrastructures. Une comptabilité spécifique, dédiée à l'énergie, doit permettre de suivre avec précision les différents postes de consommation (froid, cuisson, CVS, ECS,...). L'efficacité énergétique doit être recherchée dès la phase de conception, notamment en privilégiant les éclairages à basse consommation et la recherche de lumière naturelle. Les systèmes d'extraction d'air et de ventilation doivent être optimisés, ainsi que le chauffage des salles à manger. Les installations du restaurant doivent être asservies à la GTB de l'immeuble.
- Les équipements de cuisine. Aujourd'hui, des solutions technologiques innovantes permettent de réaliser des économies d'énergie substantielles (jusqu'à 40 %) : four ou sauteuse intelligents, machines à laver de dernière génération, chambres froides à isolation renforcée...
- Les pratiques d'exploitation. Economiser l'énergie, c'est d'abord introduire un nouveau rapport à la consommation énergétique pour les utilisateurs. Changer les habitudes est possible. Tous les acteurs concernés doivent être motivés et adopter de nouvelles pratiques d'utilisation des équipements. Il faut pour cela informer, former, mettre en œuvre une signalétique efficace, et assister ces bonnes pratiques par des solutions techniques (automatisation de la mise en marche des équipements...).
- Les aménagements. Mener une réflexion sur les espaces en privilégiant l'angle énergétique permet de rationaliser les dimensions en fonction des usages. Moins de surface, c'est moins d'éclairage, mais c'est aussi moins de volume à ventiler. Le groupe a notamment travaillé sur des ratios/clés : m²/repas par types de restaurants pour la cuisine, la distribution, la salle à manger. Il est ainsi possible de concevoir des plans types optimisés. Une autre piste d'étude porte sur l'usage des espaces de restauration. Le projet Caméléon se penche sur l'utilisation qui peut être faite de ces espaces en dehors des périodes de restauration : possibilité d'accueil d'activités et d'évènements, flexibilité, convivialité et diversité des environnements (salons, comptoirs, espace de lecture...), répartition de certaines consommations fixes sur plus de plages d'usage.



- **Perspectives**

Le déploiement de ces solutions permet de réaliser des gains énergétiques substantiels. Le potentiel d'économies d'énergies est de l'ordre de 35 %. Les gains économiques se traduisent par un retour sur investissement de 36 à 48 mois. Enfin, cette réflexion doit être poursuivie, au-delà de la consommation énergétique du bâtiment, sur d'autres thèmes, notamment l'impact carbone global, afin de prendre en compte les circuits d'approvisionnement, le respect de la saisonnalité dans la composition des menus, le tri sélectif, la gestion des eaux usées...

6. Optimisation de l'éclairage

• **Constats**

Déjà confronté à une forme de pénurie des énergies abondantes et bon marché, et par anticipation du réchauffement climatique maintenant clairement identifié, le monde du bâtiment doit opérer une mutation très rapide vers un modèle considérablement plus économe en énergie.

Le bâtiment, dans sa compréhension la plus large est à l'origine de 43 % des consommations d'énergie et de 24 % des émissions de CO₂. De ce fait il est regardé par les pouvoirs publics comme un secteur porteur d'un fort potentiel de réduction.

Parmi les postes de consommation d'énergie, l'éclairage représente environ 35% de la facture d'électricité propre à l'activité du tertiaire (**parc existant**). C'est donc pour cette raison qu'il est un axe incontournable dans la réduction des consommations d'énergie.

• **Enjeux**

Concevoir un éclairage optimisé dans le cadre du développement de Bâtiments à Energie Positive (BEPOS) :

OU COMMENT ECLAIRER MIEUX EN CONSOMMANT MOINS ?

Déclinaison des enjeux :

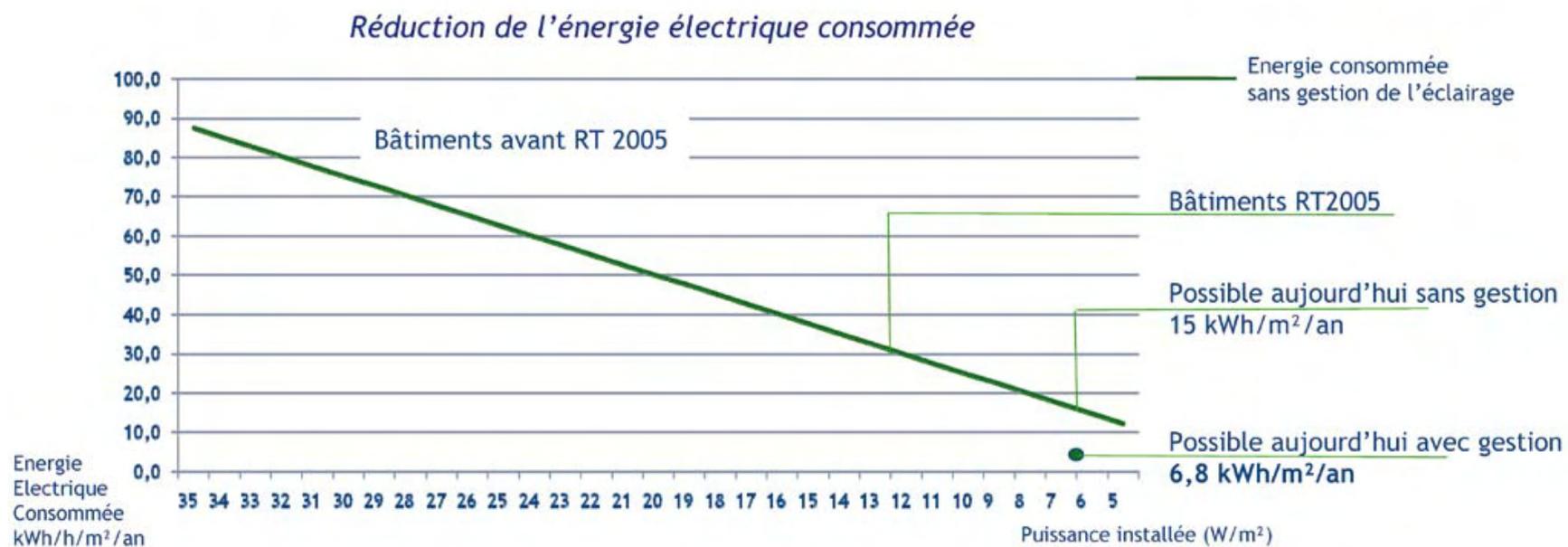
→ Apporter un confort visuel sans concessions pour les utilisateurs du bâtiment

→ Diviser par 4 la consommation de l'éclairage :

- En divisant par 2 la puissance installée sur base Réglementation Thermique 2005 (RT2005 = 12 W/m²)

→ **Puissance installée < 6 w /m²**

- En diminuant par 2 les temps d'utilisation



• Leviers de la performance

A travers un « Manuel d'Optimisation de l'Eclairage », décrire l'ensemble des processus d'éco-conception qui permettront :

- D'assurer un niveau d'éclairage et de confort conforme aux attentes des utilisateurs
- D'Intégrer la notion de modularité des espaces de travail
 - en particulier, en assurant une bonne adéquation entre éclairage de fond et éclairage d'appoint sur le poste de travail
- De mettre à disposition des équipements pilotables et communicants
- De tenir compte des interactions de plus en plus fortes entre métiers dans la construction du bâtiment

• Perspectives et bénéfices

Le bénéfice immédiat est la capacité à diviser par 4 au minimum les consommations par rapport au niveau courant actuel.

Son impact en termes de bilan carbone est conséquent et générateur de CEE.

L'optimisation de l'éclairage dans les années à venir va essentiellement porter sur l'intégration des technologies LED.

Celles-ci, à efficacité égale ou supérieure aux technologies conventionnelles, vont certes permettre des économies complémentaires en matière d'énergie, mais aussi participer à la genèse de gains en termes de maintenance.

L'activité de facility-management s'en trouvera donc sensiblement modifiée pour la partie Eclairage.

7. Optimisation de la bureautique

- **Constats**

Aujourd'hui, 10 % de la consommation européenne d'électricité est directement ou indirectement liée à l'informatique. La « bureautique » est devenue un poste à forte visibilité dans le bilan énergétique d'un bâtiment tertiaire. Dans un bâtiment classique consommant 300 kWh/m²/an, la bureautique représente environ 30 kWh/m²/an.

- **Enjeux**

La consommation énergétique totale d'une installation bureautique est le résultat d'une équation complexe. La nature des différents équipements, les activités pratiquées dans l'entreprise et le comportement des utilisateurs doivent être pris en compte dans son calcul. Mais les données financières liées à la consommation électrique de la bureautique sont difficiles à identifier et la responsabilité de cette gestion est généralement éclatée entre plusieurs entités (direction des systèmes d'information, des services généraux...). Il est ainsi difficile d'appréhender la nature de cette consommation. De plus, il n'existe pas de dispositif de mesure simple, ni d'outil de simulation fiable, capables d'évaluer les consommations bureautiques différenciées par catégories fonctionnelles. Or, mesurer ces consommations est essentiel pour pouvoir ensuite les maîtriser.

- **Leviers de la performance**

Ce constat a conduit le groupe de travail à se pencher sur la définition et la mise en œuvre d'un outil de simulation dédié à la consommation énergétique de la bureautique. L'objectif poursuivi était de mettre à disposition des utilisateurs un outil unique de modélisation de l'ensemble des composantes de la bureautique, en prenant en compte les différents paramètres qui influent sur la consommation énergétique : nature du bâtiment, du parc bureautique, usages... Ces données sont connues des sociétés et simples à recenser.

- **Perspectives et bénéfices**

Le simulateur bureautique met en lumière les différentes composantes de la consommation énergétique. Les données de consommation électrique annuelle sont classées sous forme de tableaux synthétiques, (poste de travail, impression, infrastructure et réseau, audiovisuel, téléphonie) donnant les consommations et les coûts en fonction du nombre d'utilisateurs concernés et de la surface des bureaux étudiés. Enfin, un tableau compare la situation ainsi définie aux objectifs définis dans Green Office® et chiffre les gains potentiels. L'entreprise dispose ainsi des données nécessaires à une prise de décisions argumentée et rationnelle. Cette connaissance permet d'envisager les conditions d'une optimisation, en simulant l'impact des décisions à prendre sur la consommation future. Le simulateur constitue ainsi un outil d'anticipation et de management de la consommation énergétique de la bureautique.

8. Annexes

• Normes, règlements et textes de référence

Les normes et réglementations en vigueur dans la quasi totalité des pays développés concernent les consommations d'énergies et les émissions de gaz à effet de serre, et résultent de deux constats majeurs :

- l'élévation de la température globale de la surface du globe résultant de l'augmentation des émissions des gaz à effet de serre,
- la diminution des réserves d'énergies fossiles, donc l'augmentation inéluctable du coût des énergies.

Au niveau mondial, Le Protocole de Kyoto a fixé comme objectif une réduction totale d'émissions de gaz à effet de serre d'au moins 8 % par rapport aux niveaux de 1990 durant la période d'engagement 2008-2012. Parallèlement, chaque pays a développé des normes et réglementations pour la construction et la gestion des bâtiments.

→ BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) au Royaume-Uni dès 1990, repose sur l'analyse des coûts de l'approche environnementale.

→ CASBEE (Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency) au Japon en 2001. Ce référentiel ne se limite pas aux exigences environnementales, il aborde également l'énergie, les ressources et les matériaux.

→ LEED (Leadership Energy Environment Design) aux Etats Unis en 1999. Cette démarche est la plus utilisée, elle permet d'améliorer les pratiques de construction et de rénovation. Son approche est également économique.

→ MINERGIE en Suisse en 1998.

Toutes ces certifications sont plutôt orientées sur la qualité environnementale.

En France, toute construction neuve doit répondre au minimum aux exigences de la RT 2005 fixant une qualité minimale des composants et limitant la consommation globale d'énergie primaire/m²/an : CEP réf. (CEP = consommation en équivalence d'énergie primaire).

La RT 2012, actuellement en cours de rédaction, imposera un CEP réf. réduit d'environ 20 % pour arriver progressivement en 2020 au BBC (Bâtiment Basse Consommation) avec pour objectif un CEP réf.= 50 kWhEP/m²/an et au BEPOS, Bâtiment à Energie Positive, à l'horizon 2020.

Les objectifs sont, pour 2020, de réduire de 20 % les consommations d'énergies et les émissions des GES. En 2050, les émissions de GES seront divisées par 4.

La démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) s'inscrit dans ce contexte normatif. L'Association HQE® a élaboré le référentiel du Système de Management Environnemental grâce au travail de tous les acteurs professionnels concernés. Ce référentiel, associé à la définition explicite de la Qualité Environnementale des cibles, a pour vocation de guider la maîtrise d'ouvrage pour la mise en œuvre d'une démarche HQE®.

Il a également pour objectif de permettre la constitution d'un système de certification.

Cette démarche comporte 14 cibles de QEB (Qualité Environnementale du Bâtiment).

Les cibles d'éco-construction :

Cible n°1 - Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat,

Cible n°2 - Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction,

Cible n°3 - Chantier à faibles nuisances.

Les cibles d'éco-gestion :

Cible n°4 - Gestion de l'énergie,

Cible n°5 - Gestion de l'eau,

Cible n°6 - Gestion des déchets d'activité,

Cible n°7 - Gestion de l'entretien et de la maintenance.

Les cibles de confort :

Cible n°8 - Confort hygrothermique,

Cible n°9 - Confort acoustique,

Cible n°10 - Confort visuel,

Cible n°11 - Confort olfactif.

Les cibles de santé :

Cible n° 12 - Qualité sanitaire des espaces,

Cible n°13 - Qualité sanitaire de l'air,

Cible n°14 - Qualité sanitaire de l'eau.

Profil environnemental selon les 14 cibles de QEB			
Niveau Très Performant	3 cibles au moins		
Niveau Performant		4 cibles au moins	
Niveau Base			7 cibles au plus

Parallèlement sont apparues de nouvelles réglementations concernant la gestion de l'efficacité énergétique et la qualité environnementale :

→ Norme EN 15232 : Impact de l'automatisation, de la régulation et de la Gestion Technique de Bâtiment sur la performance Energétique des bâtiments.

La Norme européenne EN 15232:2007 a été conçue pour établir des conventions et des méthodes destinées à estimer l'impact des systèmes d'automatisation de régulation et de gestion technique du bâtiment (GTB) sur la performance et les besoins énergétiques des bâtiments. La Norme spécifie une méthode pour estimer les facteurs d'économie d'énergie qui peuvent être utilisés conjointement avec l'évaluation énergétique des bâtiments. Elle complète la série des normes qui sont prévues pour calculer l'efficacité énergétique des services techniques du bâtiment, par exemple les systèmes de chauffage, refroidissement, ventilation, éclairage.

Elle sera bientôt obligatoire et probablement intégrée dans la future RT 2012.

→ Norme EN 16001 (juillet 2009), en complément de la norme EN 15232, sur les systèmes de management de l'énergie.

• Demain le GIE

Le GIE Enjeu Energie Positive ouvre de nouveaux champs d'action pour 2010. Des groupes de travail vont se mobiliser sur les thématiques suivantes :

- Santé et Confort dans les immeubles tertiaires et Exigence Energétique (avec un sous-groupe Confort d'Été)
- Photovoltaïque dans le Bâtiment
- Mobilité Verte
- Convergence des Réseaux
- Empreinte Carbone (avec des focus sur les RIE et sur la gestion optimisée du cycle papier dans un immeuble de bureaux).

• Glossaire

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie. L'ADEME participe à la mise en oeuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. L'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre, notamment dans les domaines de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables.

Bail Vert : Un bail vert prend en compte diverses considérations environnementales, dont les émissions de gaz à effet de serre, la consommation d'énergie, la conservation des eaux, la production de déchets solides, l'emploi de matériaux et produits écologiques, etc. Le processus de modification de baux existants peut être initié par le propriétaire foncier ou les locataires (spécialement lorsqu'il s'agit de grands locataires). Il peut être inclus dans à diverses étapes d'un projet : élaboration d'accords de biens immobiliers et de contrats de performance énergétique, conception, ingénierie et construction, exploitation et entretien...

Bâtiment Basse Consommation : Un Bâtiment Basse Consommation (BBC) est conçu avec des matériaux et équipements économes en énergie. Il vise une consommation énergétique moindre et permet d'alléger très significativement les factures énergétiques (dépenses de chauffage divisées par 3 ou 4...). La consommation énergétique maximale d'un bâtiment basse consommation neuf est limitée à 50 kWh/m²/an (80 kWh/m²/an en rénové), soit 4 fois moins que les exigences actuelles fixées par la RT 2005. Les objectifs de consommation varient toutefois en fonction de la zone climatique et de l'altitude.

BEPOS : Un bâtiment à énergie positive (BEPOS) est un bâtiment qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme, à travers notamment de la production d'énergies renouvelables. Ce standard sera obligatoire pour tous les logements neufs à partir de 2020.

Bilan Carbone : le Bilan Carbone est un outil de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre développé par l'ADEME, dont l'auteur est Jean-Marc Jancovici. Son objet est de permettre une évaluation des émissions directes ou induites par une activité (économique ou non) ou un territoire. Le Bilan Carbone est donc un outil permettant de tenir une « comptabilité carbone », selon des règles publiques et compatibles avec les normes déjà en vigueur.

CO₂ : le dioxyde de carbone, communément appelé gaz carbonique ou anhydride carbonique, est un composé chimique composé d'un atome de carbone et de deux atomes d'oxygène.

Contrat de performance énergétique : le contrat de performance énergétique (CPE) se caractérise par la mise en œuvre d'actions conduisant à améliorer l'efficacité énergétique de manière vérifiable et mesurable (ou

estimable dans le cas où un comptage n'est pas adapté), assortie d'une garantie de résultats, dans la durée, apportée par l'opérateur. Le CPE lie un opérateur à un client : propriétaire ou gestionnaire de bâtiments (privés ou publics) résidentiels, tertiaires ou industriels.

Développement Durable : le développement durable est une nouvelle conception de l'intérêt public, appliqué à la croissance économique et considéré à l'échelle mondiale. Selon la définition proposée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement dans le Rapport Brundtland le développement durable est « un développement qui répond aux besoins des générations du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs. » Face à l'urgence de la crise écologique et sociale qui se manifeste désormais de manière mondialisée (changement climatique, raréfaction des ressources naturelles, écarts entre pays développés et sous-développés, perte drastique de biodiversité, catastrophes naturelles et industrielles), le développement durable est une réponse de tous les acteurs (États, marché, société civile) pour reconsidérer la croissance économique à l'échelle mondiale afin de prendre en compte les aspects écologiques, environnementaux et sociaux humain du développement. Il s'agit aussi, en s'appuyant sur de nouvelles valeurs universelles (responsabilité, participation et partage, principe de précaution,...) d'affirmer une approche double :

- Dans le temps : nous avons le droit d'utiliser les ressources de la Terre mais le devoir d'en assurer la pérennité pour les générations futures ;
- Dans l'espace : chaque humain a le même droit aux ressources de la Terre (principe de destination universelle des biens).

Tous les secteurs d'activité sont concernés par le développement durable : l'agriculture, l'industrie, l'habitation, l'organisation familiale, les services (finance, tourisme,...).

ECS : Eau chaude sanitaire

Empreinte Carbone : L'empreinte carbone mesure le volume de dioxyde de carbone (CO₂) émis par combustion d'énergies fossiles, par les entreprises ou les êtres vivants. On estime qu'un ménage français émet en moyenne 16,4 tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) par an. Le calcul de l'empreinte carbone aide à définir les stratégies et les solutions les mieux adaptées à chaque secteur d'activité et ainsi à participer plus efficacement à la diminution des émissions de gaz à effet de serre. Le calcul de l'empreinte carbone permet aussi de compenser les émissions de CO₂.

Energies renouvelables : une énergie renouvelable est une énergie renouvelée ou régénérée naturellement à l'échelle d'une vie humaine. Les énergies renouvelables sont issues de phénomènes naturels, réguliers ou constants. L'énergie solaire, l'hydroélectricité, le vent, l'énergie marémotrice, la photosynthèse, mais aussi la géothermie sont des sources d'énergie renouvelable. Le caractère renouvelable d'une énergie dépend de la vitesse

à laquelle la source se régénère, mais aussi de la vitesse à laquelle elle est consommée. Le pétrole ainsi que tous les combustibles fossiles ne sont pas des énergies renouvelables. Ces ressources sont consommées à un rythme supérieur à la vitesse à laquelle elles sont naturellement créées.

Energie solaire photovoltaïque : Energie récupérée et transformée directement en électricité à partir de la lumière du soleil par des panneaux photovoltaïques. Elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur (le silicium, le CdTe, l'AsGa, le CIS, etc.) d'un photon en électron.

Gaz à effet de serre : Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux qui contribuent par leurs propriétés physiques à l'effet de serre. L'augmentation de leur concentration dans l'atmosphère terrestre est un facteur à l'origine du réchauffement climatique. Les principaux gaz à effet de serre non-artificiels sont :

- la vapeur d'eau (H_2O) ;
- le dioxyde de carbone (CO_2) ;
- le méthane (CH_4) ;
- le protoxyde d'azote (N_2O) ;
- l'ozone (O_3).

Le dioxyde de carbone est le principal gaz à effet de serre produit par l'activité humaine, 74 % du total.

Les gaz à effet de serre industriels incluent des gaz fluorés comme :

- les hydrochlorofluorocarbures, comme le HCFC-22 (un fréon) ;
- les chlorofluorocarbures (CFC) ;
- le tétrafluorométhane (CF_4) ;
- l'hexafluorure de soufre (SF_6).

GTB : Gestion Technique de Bâtiment. La GTB est un système informatique, généralement installé dans de grands bâtiments ou des installations industrielles. La GTB assure la supervision de l'ensemble des équipements.

Grenelle de l'Environnement : le Grenelle de l'environnement a été lancé le 6 juillet 2007. Six groupes de travail de 40 membres ont été mis en place. Ils représentaient les acteurs du développement durable : l'Etat, les collectivités locales, les ONG, les employeurs et les salariés. Ces groupes de travail ont remis leurs propositions à la fin du mois de septembre 2007. Ces textes ont servi de base à trois projets de loi formant l'ensemble des réformes du Grenelle de l'environnement. Le Grenelle I, relatif à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement, sera suivi d'un texte Grenelle II, consacré à la mise en forme législative et réglementaire des dispositions, notamment dans le domaine du bâtiment et des transports.

KWh_{ep} / KWh_{ef} : Kilowatt heure d'énergie primaire / d'énergie finale. On appelle énergie primaire une énergie disponible dans la nature avant toute transformation (pétrole brut, uranium, énergie éolienne...). Pour être utilisable, elle doit être transformée (en essence ou en électricité, par exemple) et distribuée.

L'énergie consommée par un utilisateur est appelée énergie finale. Elle se mesure en kWh.

Pour établir le bilan des consommations énergétiques d'un bâtiment, on prend en compte la quantité d'énergie primaire nécessaire pour obtenir les énergies finales consommées dans ce bâtiment.

Par convention, on considère qu'il faut 2,58 kWh d'énergie primaire pour fournir 1 kWh d'énergie finale électrique. En ce qui concerne les énergies fossiles, les pertes sont négligées, la quantité d'énergie primaire est arrondie à 1 kWh pour un 1 kWh d'énergie finale.

MWh : la production et la consommation d'électricité (consommation d'un appareil électrique pendant une heure) s'exprime en wattheures (Wh). 1 kilowattheure (kWh) = 1.000 W. 1 mégawattheure (MWh) = 1.000.000 W. Elle est utilisée pour mesurer l'énergie électrique, générée (générateur électrique...) ou consommée (plaque de cuisson...). Un appareil électrique consommant une puissance d'un watt (la mise en veille d'un téléviseur par exemple) utilise 8,77 kWh durant un an.

RIE : Restaurant Inter Entreprises

Réglementation Thermique (RT) : La Réglementation Thermique a pour objectif d'améliorer la performance des bâtiments neufs afin de diminuer les consommations d'énergie d'environ 20% par rapport à la précédente RT. Il s'agit d'un ensemble de textes réglementant le secteur du bâtiment en France, en définissant des normes applicables aux constructions neuves dans le domaine de l'énergie. Sont concernés par ces textes : les concepteurs, maîtres d'ouvrage et bureaux d'études, ainsi que les installateurs et mainteneurs.

La RT 2005 actuellement en vigueur concerne tous les bâtiments neufs résidentiels et tertiaires, y compris les extensions et surélévations, dont la demande de permis de construire a été déposée à partir du 1er septembre 2006.

La RT 2012, ou la RT 2010, se substituera à la RT 2005.

Taxe carbone : La taxe carbone est une taxe ajoutée au prix de vente de produits ou de services en fonction de la quantité de gaz à effet de serre, comme le gaz carbonique (CO₂, dioxyde de carbone), émis lors de leur utilisation. Le montant de la taxe carbone a été fixé à 17 euros la tonne de CO₂ pour une entrée en vigueur dès 2010.

Décidée dans son principe lors du Grenelle de l'environnement, et officiellement appelée Contribution Climat Energie (CCE), elle vise les carburants fossiles (essence, gazole, gaz, charbon) et toutes les activités qui en utilisent. Son but est d'orienter les habitudes des consommateurs vers des produits ou des comportements limitant les émissions de gaz à effet de serre.

- **Annexes techniques**

Groupe de travail Mesure et Pilotage de la Performance Energétique

→ Guide à l'usage des concepteurs, exploitants et utilisateurs des immeubles de bureaux à Energie Positive

1 Introduction

- 1.1 Constats
- 1.2 Les Enjeux
- 1.3 Les Leviers Et Facteurs Cles
- 1.4 Utilisation Du Document

2 Expose Des Besoins – Phase Conception

- 2.1 Description De La Demarche
- 2.2 Le Bureau D'etudes Performance Energetique Et Environnementale
- 2.3 Contexte Reglementaire Et Normatif

3 Conception Du Systeme De Mesure Et De Pilotage

- 3.1 Objectifs
- 3.2 Rappel De La Norme Nf En 15 232
- 3.3 Rappel De La Norme En 16001
- 3.4 Perimetre D'application
- 3.5 Architecture Du Systeme De Mesure Et De Pilotage
- 3.6 Dispositifs De Mesure Et De Comptage
- 3.7 Architecture De La Gtb
- 3.8 Fonctions Logicielles
- 3.9 Incidences Sur La Conception Des Reseaux

4 Expose Des Besoins - Phase Exploitation

- 4.1 Approche Comportementale Des Utilisateurs
- 4.2 Regles D'exploitation
- 4.3 Principe D'organisation
- 4.4 Tableaux De Bord
- 4.5 Referentiels De Performance
- 4.6 Formation

5 Annexes

- 5.1 Fonctionnalites Gtb Selon Norme En 15232
- 5.2 Algorithmes De Calcul Des Consommations
- 5.3 Tableaux De Bord
- 5.4 Referentiels De Performance

1. Introduction

1.1 Constats

Les projets de **bâtiments à énergie positive** nécessitent plus que jamais de recourir à de nouveaux processus visant à mieux maîtriser la chaîne de réalisation et à appréhender les besoins et comportements de leurs futurs utilisateurs.

Le niveau de performance attendu dans ces immeubles requière la mise en œuvre de systèmes de **haute technologie** qui permettent de contrôler le bilan énergétique, tout en assurant un niveau de **confort satisfaisant**.

A ce jour, il est également constaté que les projets de construction de bâtiments sont pour la plupart, conduits traditionnellement par **découpage des lots** techniques et il est souvent très difficile de **responsabiliser** l'ensemble des acteurs pour atteindre de façon pérenne, un objectif initial de performance. Les nouvelles **dispositions réglementaires** qui seront en application prochainement devront de plus en plus, inciter les promoteurs, investisseurs, prescripteurs et utilisateurs du bâtiment, à rechercher la configuration énergétique idéale.

1.2 Les enjeux

Le GIE « **Enjeu Energie Positive** », par le savoir-faire de ses membres et leur rayonnement international, a la volonté et l'ambition d'apporter **sa vision** sur les débouchés des nouvelles technologies et les spécifications nécessaires à l'élaboration de processus en vue d'adopter une démarche de réduction des besoins énergétiques dans les bâtiments à usage de bureaux.

Parmi les principaux enjeux, on peut insister sur la nécessité :

- d'étudier et de comprendre les principales composantes du bilan énergétique global du bâtiment en utilisation courante,
- d'analyser les comportements des différentes populations impliquées dans la vie quotidienne du bâtiment, en vue d'accompagner le changement sous l'angle énergétique et environnemental,
- d'engager les acteurs de l'exploitation dans une démarche vertueuse en leur donnant les moyens d'agir sur leur périmètre d'usage et en leur restituant une information énergétique simple et complète.

1.3 Les leviers et facteurs clés

Le groupe de travail a pour ambition de rédiger un **LIVRE BLANC** de **recommandations et de préconisations** de solutions énergétiques les plus pertinentes, particulièrement autour de **la Mesure et du Pilotage de la Performance Énergétique**. Parmi les principales thématiques abordées, on notera :

- 
- La définition des principes d'optimisation de la consommation d'énergie,
 - La cartographie et l'architecture des systèmes techniques du bâtiment intégrant des dispositifs de mesure des consommations alliant finesse et précision,
 - Une réorganisation des projets,
 - Des missions nouvelles au sein des entreprises avec le responsable énergie et environnement REE,
 - Un meilleur contrôle des performances à l'aide d'un référentiel de consommations adapté aux nouvelles règles d'exploitation,
 - Une approche d'accompagnement des occupants/utilisateurs vers des comportements plus vertueux.

Ce livre blanc s'adresse donc en priorité aux acteurs les plus étroitement impliqués dans l'atteinte des objectifs de performance énergétiques des bâtiments à énergie positive :

Les Promoteurs et Concepteurs :

- Une nouvelle méthodologie de conception intégrant un BET Performance Énergétique et Environnemental et renforçant la concertation de tous les acteurs depuis la conception globale du bâtiment et ses lots techniques jusqu'à l'optimisation de ses réglages en phase d'exploitation.
- Des recommandations sur les principes énergétiques pour anticiper sur les futures réglementations énergétiques,
- L'intégration des outils et processus nécessaires pour atteindre les objectifs de performance,

Les Utilisateurs (gestionnaires de sites, occupants et gestionnaires d'Énergies) :

- Une sensibilisation à la performance énergétique,
- Une implication des acteurs (changement des comportements, scénarios d'utilisation,...).
- Une définition des outils à disposition pour prendre la mesure des consommations, identifier les dérives et définir les recommandations pour agir.

Les Prestataires de services (exploitation) :

- Une implication nécessaire, indispensable et forte, par la mise en œuvre de référentiels incluant des objectifs contractuels de performance.
- Des outils et tableaux de bord d'aide à la conduite
- Un processus d'organisation nécessaire à l'atteinte des objectifs de performance énergétique

1.4 Utilisation du document

Ce « Livre blanc » doit être lu comme un **guide de conception** des systèmes actifs des bâtiments à énergie positive et **d'aide à l'exploitation** des installations, des équipements et des usages. Intégrant des processus nouveaux destinés à un panel d'acteurs élargi, il vient en complément des normes, recommandations et labels existants ou à venir, tout en ouvrant sur des perspectives de développement technologique innovant.

Les actions **d'efficacité énergétique active** vont se développer massivement entre **2010 et 2020**. Elles impliqueront la mise en œuvre de solutions évoluées au sein des bâtiments à énergie positive associées à une organisation de projet mieux adaptée aux programmes de construction neuve ou de réhabilitation lourde.

Les prestataires de services d'exploitation et de maintenance seront de plus en plus engagés sur des objectifs de performance, grâce à des **référentiels contractuels** de consommation d'énergie.

Enfin, la performance énergétique des bâtiments implique de facto la gestion de l'utilisation des **énergies renouvelables** qui concourent implicitement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

2. Exposé des besoins – phase conception

2.1 Description de la démarche

Les dispositifs de mesure et de pilotage de la performance énergétique des bâtiments sont à inscrire dans le cadre d'une démarche globale lors de la phase de conception des projets de construction.

Cette démarche implique directement ou indirectement un ensemble d'acteurs et repose sur :

- Le programme de l'opération,
- La conception de l'ouvrage et les solutions techniques en amont,
- La mise en place d'une organisation,
- La définition d'outils appropriés (GTB, logiciel d'analyse, instrumentation, ...)
- Le calcul d'un référentiel d'évaluation de la performance énergétique.

Les acteurs directs, parties prenantes de la démarche sont :

- le gestionnaire du bâtiment
- l'exploitant du bâtiment
- les occupants

Les acteurs à impliquer dans une démarche préalable :

- Le Maître d'ouvrage
- Le programmiste
- Les élus locaux

2.2 Le bureau d'études performance énergétique et environnementale

Les préoccupations énergétiques et environnementales sont aujourd'hui transverses aux divers corps d'état et spécialités entrant dans la constitution du bâtiment.

Il apparaît nécessaire de définir une nouvelle mission de conception que nous appellerons ici « BET énergétique et environnemental » dont les missions seront :

En phase de programmation et esquisse

- de définir les objectifs et les grands principes du projet du point de vue énergétique et environnemental (notamment pour les énergies, le zoning, l'architecture des réseaux et comptages)
- de définir les principes d'occupation du bâtiment
- de calculer les consommations énergétiques prévisionnelles pour chaque usage qui servira de référence pour la première année d'exploitation.
- de faire les notes et justificatifs nécessaires ainsi que les soutenances pour l'obtention de la certification environnementale choisie

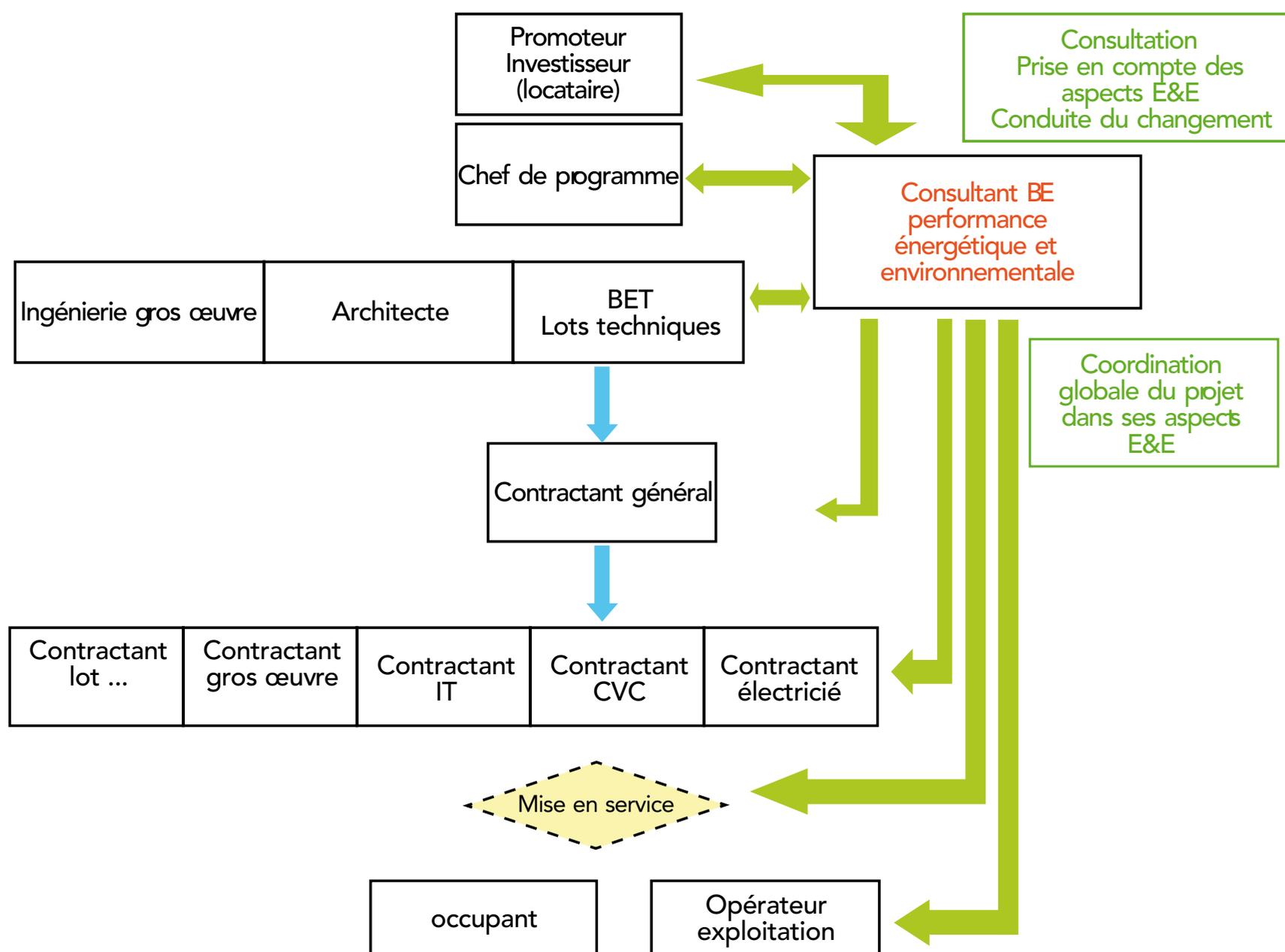
En phase de conception,

- de concevoir la GTB et de coordonner les spécifications des autres lots afin qu'elles soient cohérentes avec les objectifs
- de définir les procédures de mise en œuvre, de contrôle en continu de ces mises en œuvre
- de définir les procédures de réception des ouvrages

En phase de réalisation

- de faire le « VISA énergétique » des plans, des fiches techniques et des fiches modificatives de façon à valider la conformité au bilan énergétique
- de faire le suivi des procédures de mise en œuvre et de contrôle en continu

**Représentation schématique de la mission du
BET Performance Énergétique et Environnementale**

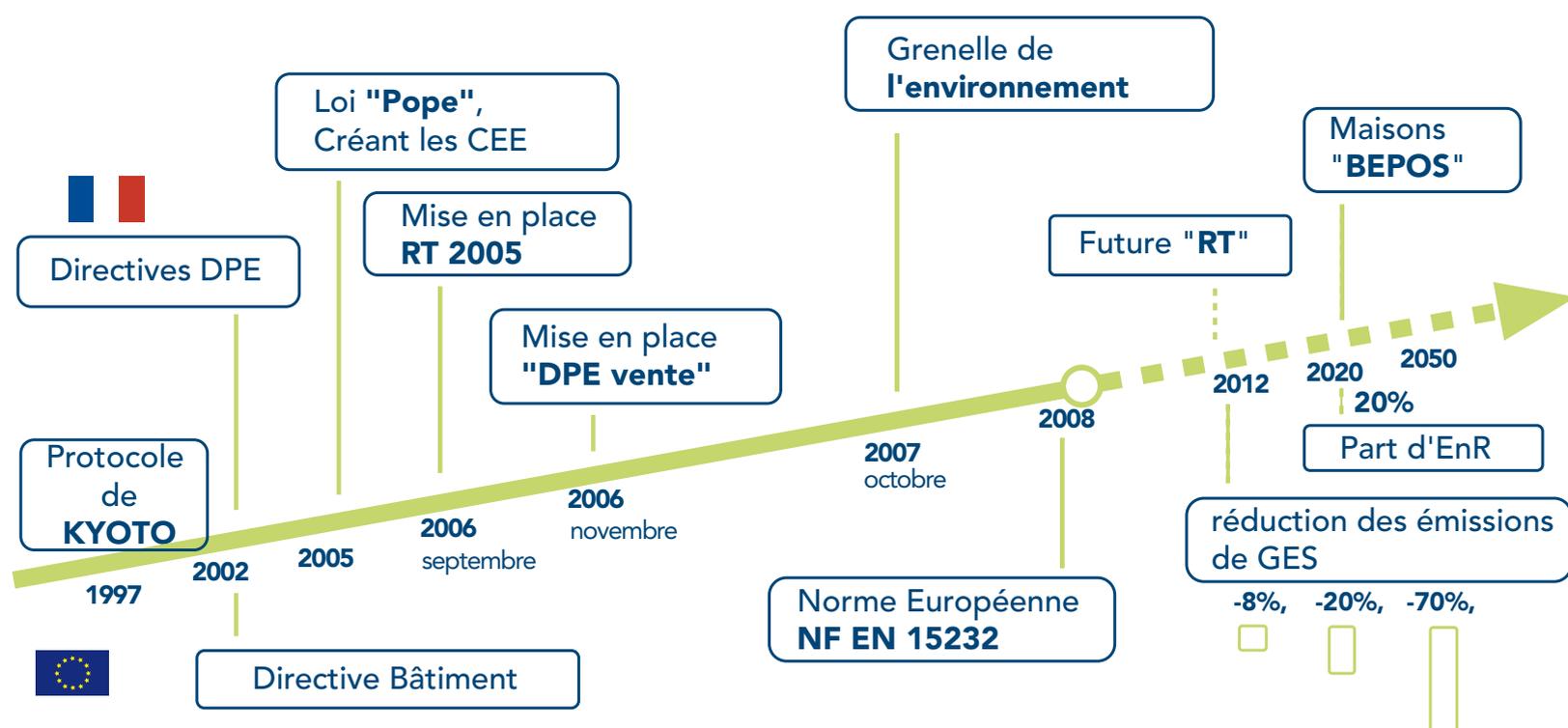


2.3 Contexte réglementaire et normatif

Les normes, réglementations actuellement en vigueur dans la quasi-totalité des pays développés concernant les consommations d'énergies et les émissions de gaz à effet de serre, résultent de deux constats majeurs:

- L'élévation de la température globale de la surface du globe résultant de l'augmentation des émissions des GES,
- La diminution des réserves d'énergies fossiles, donc l'augmentation inéluctable du coût des énergies.

Au niveau mondial, Le **Protocole de Kyoto** a fixé comme objectif une réduction totale d'émissions de gaz à effet de serre d'au moins 8% par rapport aux niveaux de 1990 durant la période d'engagement 2008-2012.

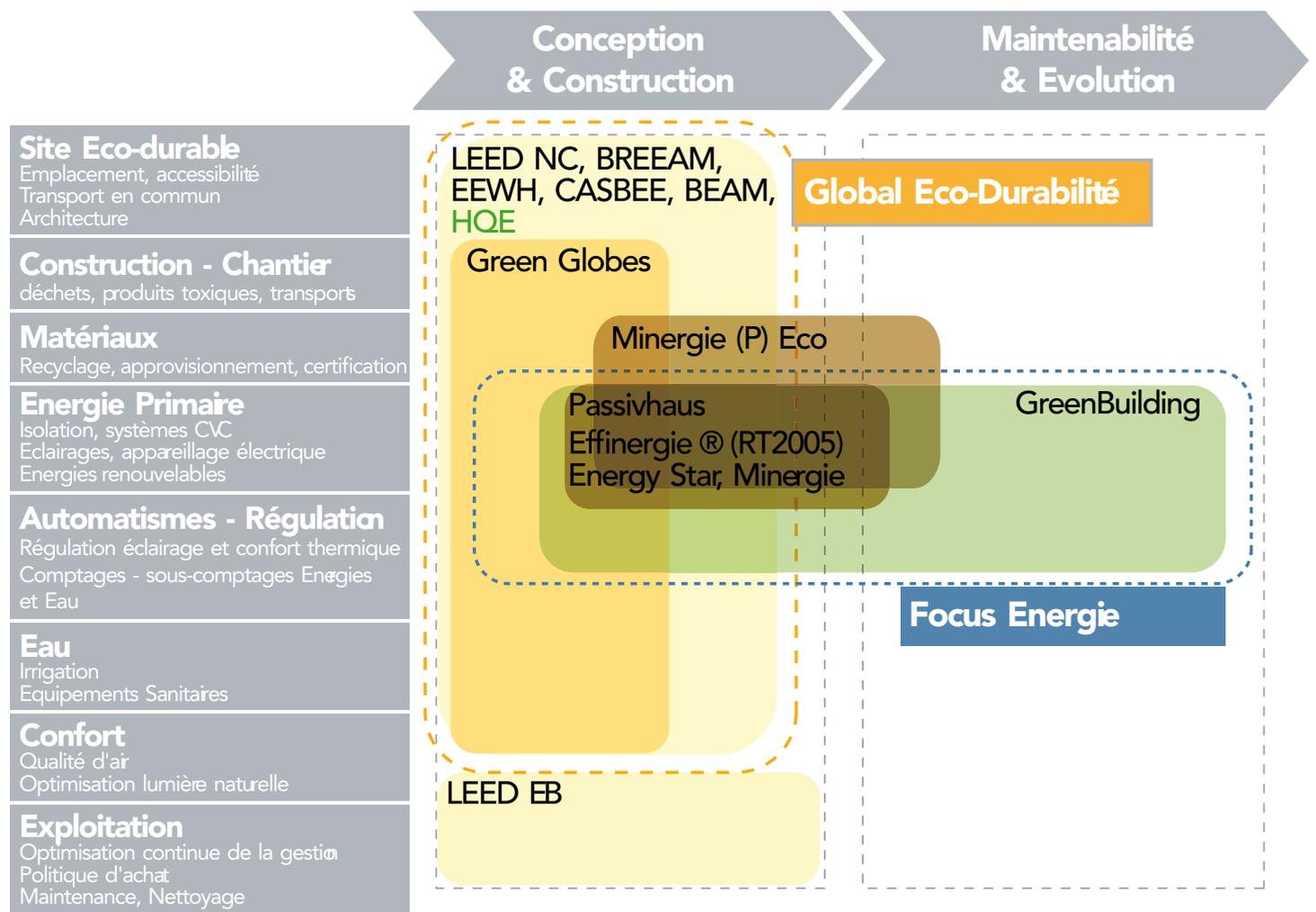


Parallèlement et en application du Protocole de Kyoto, chaque pays a développé des normes, réglementations pour la construction et la gestion des bâtiments.

- **BREEAM** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) au Royaume-Uni dès 1990 : Repose sur l'analyse des coûts de l'approche environnementale.
- **CASBEE** (Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency) au Japon en 2001 : ce référentiel ne se limite pas aux exigences environnementales, il aborde également l'énergie, les ressources et les matériaux.
- **LEED** (Leadership Energy Environment Design) aux Etats Unis en 1999 : Démarche la plus utilisée, LEED permet d'améliorer les pratiques de construction et de rénovation, son approche est également économique.
- **MINERGIE** en Suisse en 1998

Toutes ces certifications sont plutôt orientées sur la qualité environnementale.

Tableau récapitulatif des évolutions réglementaires dans le contexte mondial



Pour la France aujourd'hui, toute construction neuve doit répondre au minimum aux exigences de la **RT 2005** fixant une qualité minimale des composants et limitant la consommation globale d'énergie primaire/m²/an : CEP réf. (CEP = Consommation en équivalence d'énergie primaire).

La **RT 2012**, actuellement en cours de rédaction, imposera un **CEP réf.** Réduit d'environ 20 % pour arriver progressivement en 2020 au :

→ **BBC** (bâtiment Basse Consommation) avec pour objectif un **CEP réf.** = 50 kWhEP/m².an. en 2012.

→ **BEPOS** : Bâtiment à Energie **POS**itive, à horizon 2020.

Les objectifs actuels sont :

→ Pour **2020**, une réduction de **20 %** des consommations d'énergies et des émissions des GES,

→ Pour **2050** : Diviser par 4 les émissions de GES (Facteur 4)

Dans ce contexte normatif de performance énergétique on peut également inscrire la démarche portée par l'Association HQE® (Haute Qualité Environnementale) qui a élaboré le référentiel du Système de Management Environnemental. Ce référentiel, associé à la définition explicite de la Qualité Environnementale des cibles, a pour vocation de guider la maîtrise d'ouvrage pour la mise en œuvre d'une démarche HQE® de façon opérationnelle et descriptive relative à la gestion environnementale de l'opération ou de la pluralité d'opérations. Il a également pour objectif de permettre la constitution d'un système de certification.

Cette démarche comporte 14 cibles de QEB (Qualité Environnemental du Bâtiment) :

Les cibles d'éco-construction

Cible n°1 - Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat,

Cible n°2 - Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction,

Cible n°3 - Chantier à faibles nuisances.

Les cibles d'éco-gestion

Cible n°4 - Gestion de l'énergie,

Cible n°5 - Gestion de l'eau,

Cible n°6 - Gestion des déchets d'activité,

Cible n°7 - Gestion de l'entretien et de la maintenance.

Les cibles de confort

Cible n°8 - Confort hygrothermique,

Cible n°9 - Confort acoustique,

Cible n°10 - Confort visuel,

Cible n°11 - Confort olfactif.

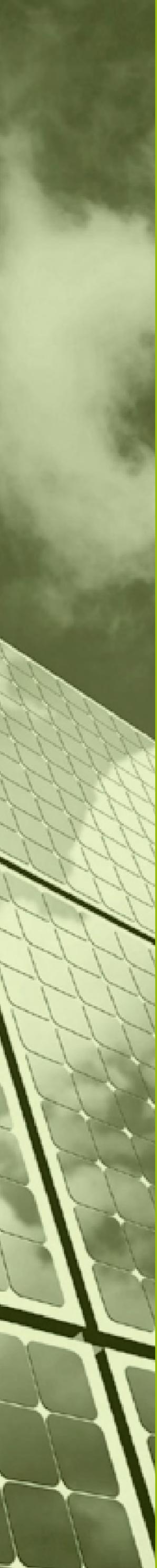
Les cibles de santé

Cible n°12 - Qualité sanitaire des espaces,

Cible n°13 - Qualité sanitaire de l'air,

Cible n°14 - Qualité sanitaire de l'eau.

Profil environnemental selon les 14 cibles de QEB			
Niveau Très Performant	3 cibles au moins		
Niveau Performant		4 cibles au moins	
Niveau Base			7 cibles au plus



Dans tous les cas, la cible 4 « Gestion de l'énergie » doit être traitée au niveau Performant ou Très Performant pour respecter la Réglementation en vigueur. L'objet du guide est de se concentrer sur cette cible.

Dans le cadre de la démarche actuelle, le bâtiment devra a minima pouvoir se qualifier en BBC ou BEPOS.

L'atteinte de cet objectif implique obligatoirement le choix de solutions techniques liées à la conception du bâti et au choix des équipements à mettre en œuvre pour :

- ➔ Respecter la qualité minimale des composants,
- ➔ Garantir une consommation globale < CEP réf. (RT 2012

3. Conception du système de mesure et de pilotage

La mesure et le pilotage de la performance énergétique d'un bâtiment nécessite obligatoirement la mise en œuvre d'un «Système de Mesure et Pilotage» qui dépasse le cadre habituel de la Gestion Technique des Bâtiments (GTB).

La définition du système, au regard des objectifs, a bien entendu des incidences sur la conception des réseaux d'énergies et fluides.

3.1 Objectifs

Le système de mesure et pilotage a pour objectif de mettre à disposition des acteurs cités en introduction, les outils permettant de maintenir et d'améliorer le niveau de performance énergétique des bâtiments de bureau.

Il faut pouvoir résoudre une équation complexe consistant à réduire les coûts d'exploitation tout en préservant la continuité de service des installations et le confort des occupants, ceci à un coût d'investissement minimum.

Notre ambition est ici de chercher à décrire une application de gestion de l'énergie qui préserve les intérêts de chacun des acteurs. Pour cela, le système de mesure et pilotage doit avoir les caractéristiques et fonctionnalités suivantes :

- **Réalisme** : refléter la performance énergétique réelle du bâtiment
- **Permanence** : fonctionner de façon continue sur toute la durée de vie du bâtiment, sans interruption
- **Finesse** : permettre à chacun des acteurs de comprendre et d'agir; permettre de répartir les responsabilités entre les acteurs
- **Convivialité** : capacité à répartir la connaissance sur les acteurs ; ne délivrer que des données utiles à chaque acteur, présentées sous une forme convenable, à l'endroit où il en a besoin
- **Flexibilité** : s'adapter aux évolutions d'usages (changement d'affectation) y compris des surfaces locatives et des occupants
- **Economie** : réduire les coûts d'exploitation, sur toute la durée de vie du bâtiment, minimiser le coût d'investissement.
- **Fiabilité** : recueillir des consommations effectivement mesurées, avec des données relevées sans erreur ni omission, non contestables.
- **Sécurité** : stockage et protection des données, gestion des droits d'accès, gestion de la traçabilité des accès.
- **Ouverture** : être capable d'importer (ex: DJU) et exporter (ex : comparaison multi sites) des données sur Internet, gestion et conduite à distance.
- **Puissance** : être capable de simuler l'impact d'une modification des paramètres de fonctionnement sur la performance énergétique du bâtiment.

3.2 Rappel de la norme nf EN 15 232

Parallèlement aux normes précédentes, et dans la suite logique des objectifs visés, sont apparus de nouvelles réglementations concernant la gestion de l'efficacité énergétique et la qualité environnementale:

→ La norme **EN 15232**

Elle a été conçue pour établir des conventions et des méthodes destinées à estimer l'impact des systèmes d'automatisation de régulation et de gestion technique du bâtiment (GTB) sur la performance et les besoins énergétiques des bâtiments.

Domaine d'application

La présente Norme européenne spécifie :

- une liste structurée des fonctions d'automatisation de régulation et de gestion technique du bâtiment qui ont un impact sur la performance énergétique des bâtiments ;
- une méthode pour définir les spécifications minimales concernant les fonctions de régulation d'automatisation et de gestion technique du bâtiment à implémenter dans des bâtiments de différentes complexités ;
- une méthode pour estimer les facteurs d'économie d'énergie qui peuvent être utilisés conjointement avec l'évaluation énergétique des bâtiments

Généralités

Les équipements et les systèmes d'automatisation et de régulation du bâtiment assurent efficacement les fonctions de régulation des appareils de chauffage, de ventilation, de refroidissement, de production d'eau chaude et d'éclairage, etc., elles engendrent une hausse du rendement opérationnel et de l'efficacité énergétique.

Des sous-programmes et des fonctions complexes et intégrées d'économie d'énergie peuvent être configurés en se basant sur l'usage effectif d'un bâtiment en fonction des besoins réels des utilisateurs, afin d'éviter des consommations d'énergie et des émissions de CO2 inutiles.

Les fonctions de la gestion technique du bâtiment (GTB), qui font partie de la gestion du bâtiment fournissent des informations qui seront utiles pour l'exploitation, la maintenance et la gestion des bâtiments, en particulier pour la gestion de l'énergie (fonctionnalité d'analyse de tendances et d'activation d'alarmes, et diagnostic des consommations d'énergie inutiles). La gestion de l'énergie est une exigence relative à la régulation, à la surveillance, à l'optimisation et à la détermination de la performance énergétique des bâtiments.

Classes d'efficacité de GTB

Les fonctions ayant un impact sur la performance énergétique des bâtiments sont divisées en trois groupes :

- les fonctions de régulation automatique,
- la fonction d'automatisation du bâtiment,
- la fonction de gestion technique du bâtiment.

Les fonctions sont divisées en quatre classes (A, B, C ou D) différentes d'efficacité de la GTB pour les bâtiments résidentiels et non résidentiels :

- La **classe D** correspond aux systèmes qui présentent une faible efficacité énergétique. Les bâtiments pourvus de ces systèmes doivent être mis aux normes. Les bâtiments neufs ne doivent pas être construits avec de tels systèmes.
- La **classe C** correspond aux systèmes de GTB normalisés.
- La **classe B** correspond aux systèmes de GTB et aux GTB avancés.
- La **classe A** correspond aux systèmes de GTB et aux GTB ayant une performance énergétique élevée.

Cette norme est officielle, elle peut donc servir de référence, son contenu est fiable. Elle sera bientôt obligatoire et probablement intégrée dans la future RT 2012.

(Voir définition des fonctionnalités en annexe § 4.1)

3.3 Rappel de la norme EN 16001

Editée en juillet 2009, en complément de la norme EN 15232, cette norme se fonde sur la méthodologie dite PDCA (Plan-Do-Check-Act), succinctement décrite de la manière suivante :

- **Planifier** : Etablir les objectifs et les processus nécessaires pour fournir des résultats correspondant à la politique énergétique de l'organisme,
- **Faire** : Mettre en œuvre ces processus,
- **Vérifier** : Surveiller et mesurer les processus en fonction de la politique énergétique, des objectifs, des cibles, des obligations légales et des autres exigences auxquelles l'organisme souscrit, et rendre compte des résultats,
- **Agir** : Entreprendre les actions pour améliorer en **permanence** la performance du système de management de l'énergie.

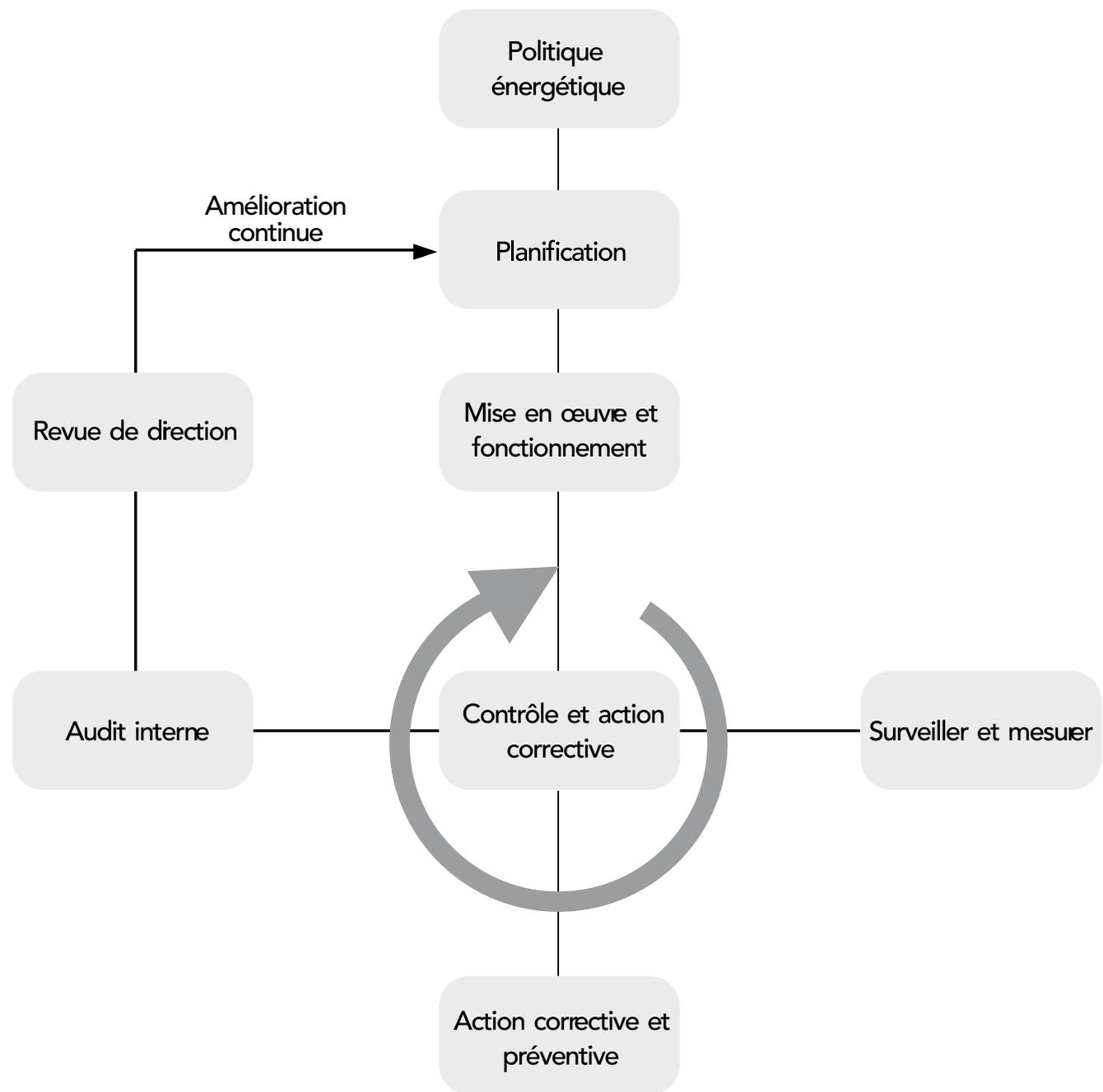


Figure 1 - Modèle de système de management de l'énergie relatif à la présente norme

Son adoption contribuera à la mise en place d'un processus d'amélioration continue qui aura pour effet un usage énergétique plus efficace. Elle encouragera les organismes à mettre en œuvre un plan de suivi de l'énergie ainsi que des analyses énergétiques.

Destinée à tout organisme, quel que soit son domaine d'activité ou sa taille, elle a pour objectif de les aider à développer une gestion méthodique de l'énergie et d'améliorer ainsi leur efficacité énergétique. Cette norme européenne inspire déjà la future norme internationale ISO 50001 prévue pour fin 2010.

En s'appuyant sur les compétences d'un «responsable énergie et environnement» (voir paragraphe 3.3), il sera établi un programme de suivi et de mesure de sa performance énergétique lequel reposera sur un plan de comptage de l'énergie et un référentiel de consommation.

3.4 Périmètre d'application

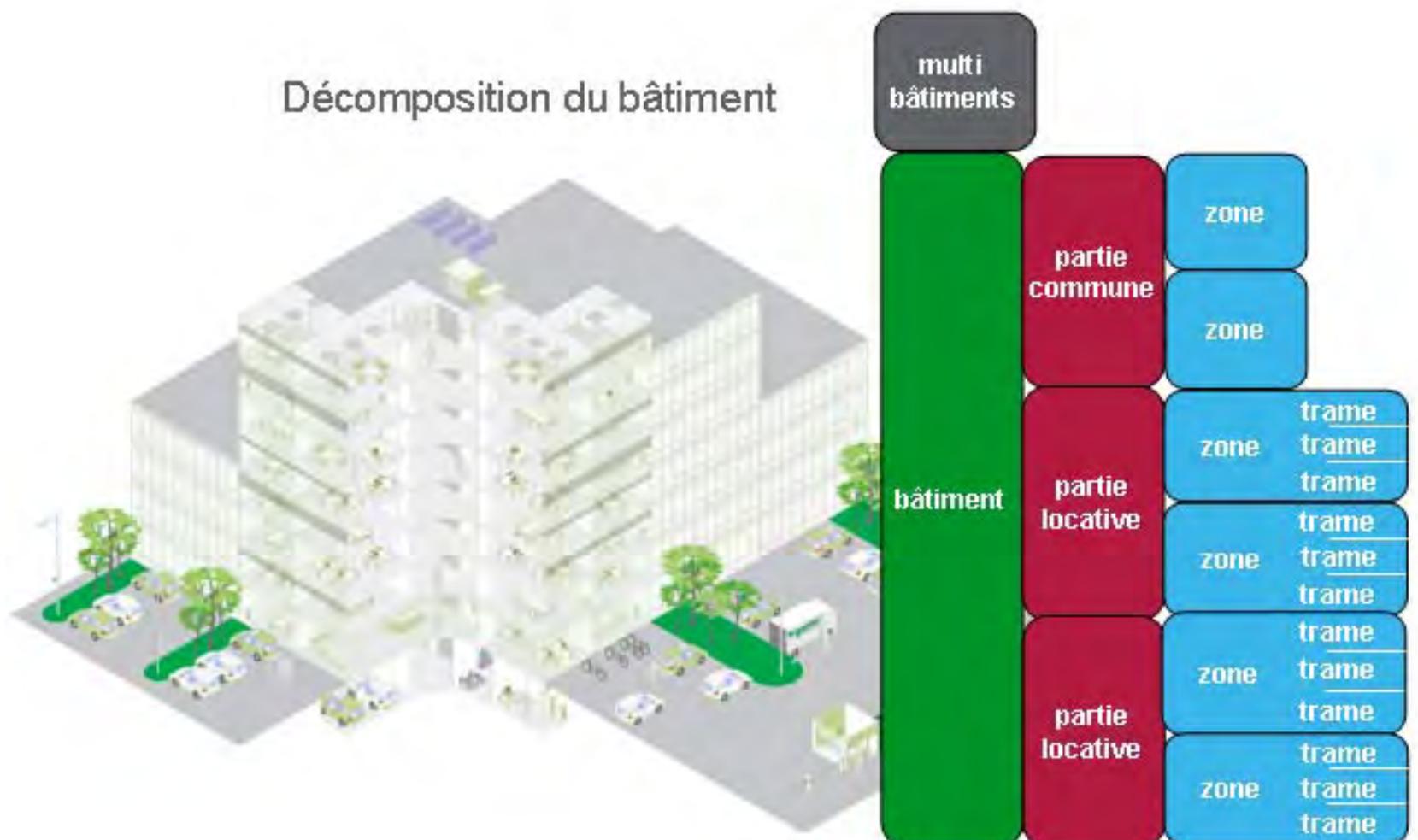
La solution technique proposée doit permettre la gestion de :

- Toutes les énergies : Energie produite et énergie consommée
- Tous les usages : Chauffage, Ventilation, ECS, Eclairage, Bureautique,...
- La totalité des surfaces du Bâtiment (parties communes et parties locatives)

- Les actions en phase exploitation
- Tous les équipements générateurs / consommateurs d'énergie.

3.5 Architecture du système de mesure et de pilotage

La **première étape** de la conception du système de mesure et de pilotage consiste à faire une décomposition du bâtiment en parties homogènes d'utilisation



Par principe, afin de permettre une mesure et un pilotage fins et précis, et afin de préserver la flexibilité d'aménagement, chaque zone de bureau est décomposée en modules dont la largeur est multiple du tramage de façade (1,35m généralement)

La **deuxième étape** consiste à

- définir les fonctions de mesure et de reporting (tableau de bord) ainsi que leurs utilisateurs
- définir les fonctions de pilotage
- répartir ces fonctions selon leur champ d'application dans le bâtiment

Cette approche permet de spécifier les applications fonctionnelles d'un bâtiment de bureau dans lequel on pourra :

- attribuer des consignes de température, des horaires de fonctionnement spécifiques pour chaque partie locative,
- utiliser la CVC et l'éclairage au juste nécessaire,
- répartir équitablement les coûts d'énergie par locataire,
- définir et suivre le plan de performance énergétique par locataire

Répartition des fonctions de mesure et pilotage de la performance énergétique

champ d'action des fonctions	fonctions de mesure et reporting	leurs utilisateurs	fonctions de pilotage	
bâtiment	pilotage bâtiment mesure bâtiment suivi énergétique gestion énergétique	Analyse des usages des énergies Suivi des données des fournisseurs d'énergie Répartition des coûts des énergies Sous facturation des énergies Rapport de conformité à la réglementation	Gestionnaire de site Prestataire de service (exploitation) Bailleur Propriétaire ou property manager	Gestion de la production de chaud, froid et ventilation Gestion des flux énergie produite (photovoltaïque, éoliennes) Fonction de pilotage communes toutes zones (ex :gestion temporelle)
partie commune	pilotage partie commune mesure partie commune	Analyse des usages des énergies Répartition des coûts des énergies	Gestionnaire de site Prestataire de service (exploitation)	Pilotage parties communes (ex: éclairage escaliers)
partie locative	pilotage partie locative mesure partie locative	Analyse des usages des énergies Répartition des coûts des énergies	Responsable énergie et environnement Gestionnaire de site Prestataire de service (exploitation)	Pilotage des parties locatives (ex points de consignes et gestion temporelle par locataire)
zone et trames	pilotage de zone mesure de zone pilotage de plusieurs trames	Analyse des usages des énergies Répartition des coûts des énergies (ex par service) Affichage d'impact de comportement	Responsable énergie et environnement Responsable de service Tous occupants	Pilotage coordonné de l'éclairage, des occultations&CVC Gestion temporelle et points de consignes par zones

La **troisième étape** consiste à définir les interfaces entre le système de mesure et de pilotage et les autres systèmes techniques en relation avec la performance énergétique et environnementale

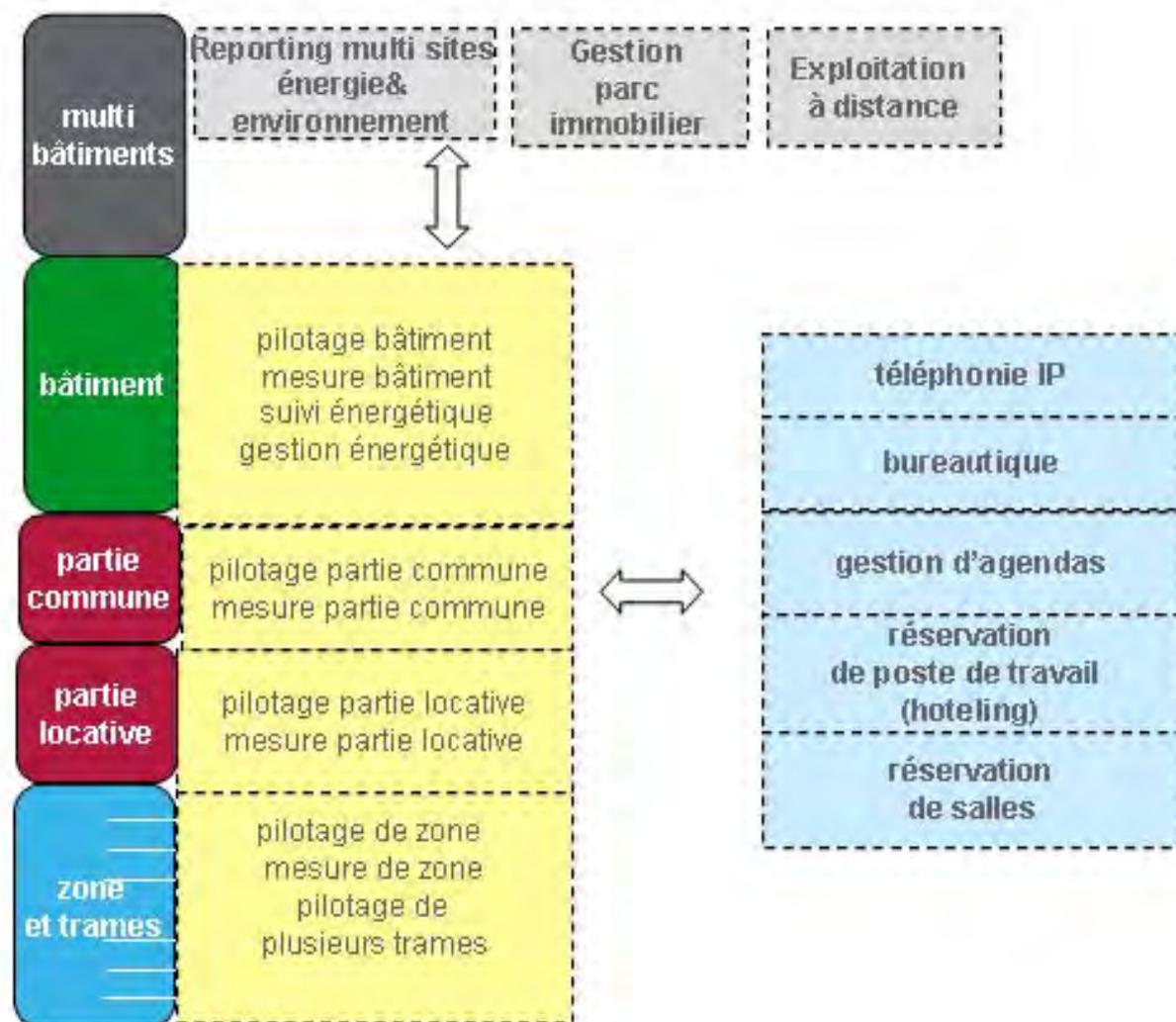
Equipements concernant le périmètre interne au bâtiment :

- les matériels (téléphone, informatique) alimentés par Ethernet (Power Over Ethernet) ; par exemple alimenter les téléphones IP en fonction de l'utilisation effective des locaux
- les matériels bureautiques ; remonter les informations de leur consommation d'énergie pour suivre la consommation totale du bureau en exploitation
- les systèmes de réservation de salles de réunion ou de réservation de bureau en cas de partage de poste de travail afin de lier le fonctionnement de la CVC et éclairage à leur occupation effective

et ceux qui dépassent le cadre du seul bâtiment :

- les outils de reporting énergie et environnement globaux sur un parc de bâtiments qui sont de plus en plus nécessaires aux entreprises pour gérer leur consommation et dégagement de CO²
- les outils d'exploitation à distance
- les outils de gestion patrimoniale des professionnels de la gestion immobilière

Liens avec les systèmes techniques contributifs à la performance énergétique et environnementale



3.6 Dispositifs de mesure et de comptage

L'infrastructure de mesure est établie à partir de la cartographie des consommations du bâtiment et de leur usage. Elle devra rendre possible l'analyse par bureau, par zone locative et par usage.

Elle s'appuie sur une arborescence des consommations réalisée à partir de la décomposition énergétique du bâtiment.

Cette décomposition est faite en deux phases successives

Les zones physiques, zones correspondant à des activités distinctes, homogène et à consommation significative :

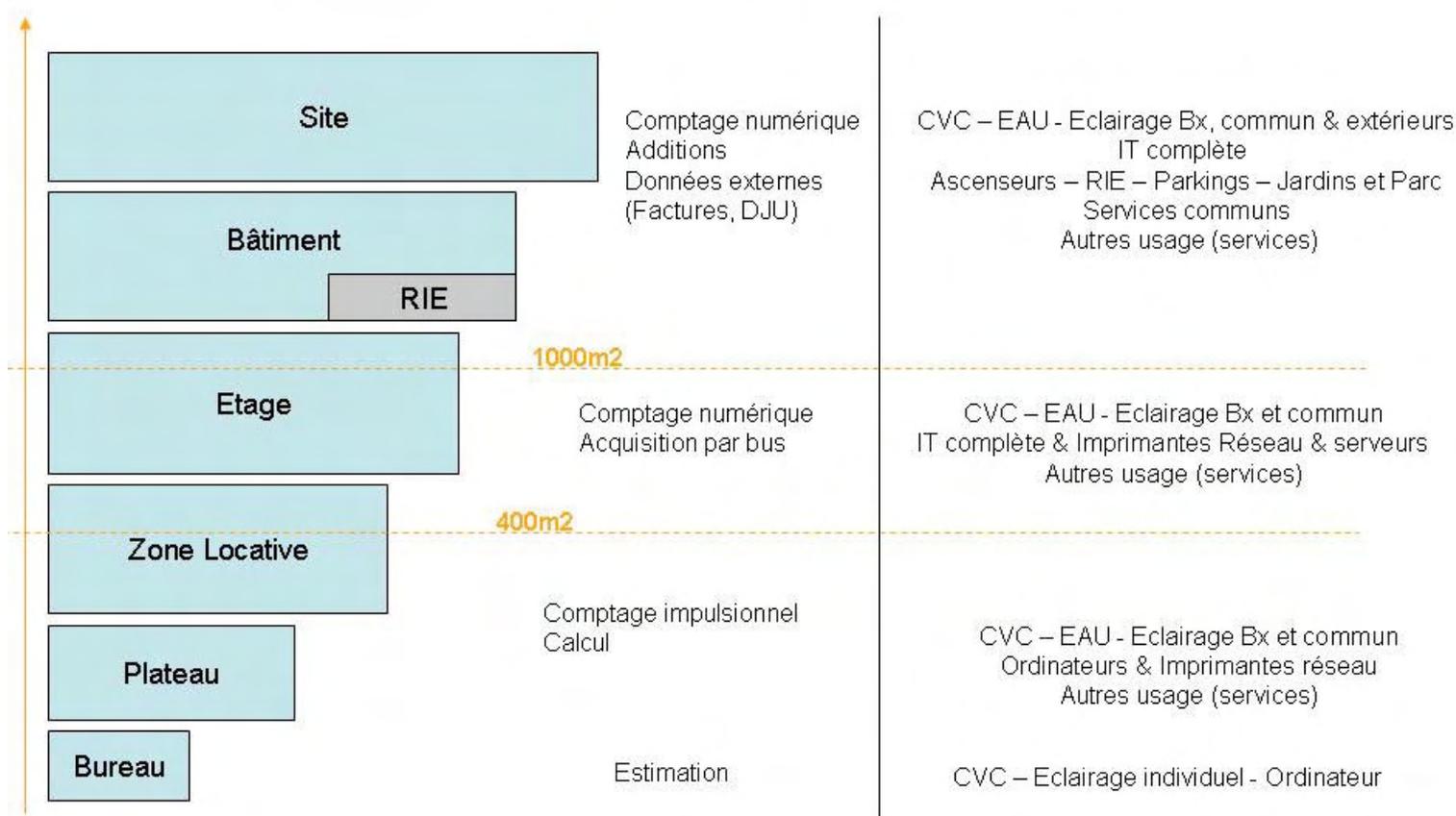
- ➔ Extérieur
- ➔ Parking
- ➔ RIE
- ➔ Parties communes
- ➔ Parties locatives
- ➔ Services spécifiques, mutualisés (Crèche, reprographie ...)
- ➔ ...

Toutes les dispositions doivent être prises lors de la conception pour permettre une mesure des énergies sur toute partie de surface locative. Si celle-ci est supérieure à **400 m²** une sous-décomposition plus fine doit être possible (par étage, plateau, demi-plateau, trame).

Les usages fonctionnels répartis par zone physique :

- Chauffage
- Rafraichissement,
- Ventilation,
- Eau Chaude Sanitaire (ECS),
- Eclairage,
- Bureautique,
- ...

Architecture du comptage des énergies



Les points de mesure requis pour assurer le pilotage sur la durée de vie du bâtiment seront définis dès la conception; le nombre de points de mesure détermine la performance du système de pilotage.

Les matériels correspondant seront, soit installés dès la mise en service, soit ultérieurement; leur installation et raccordement seront néanmoins prévus dès la conception des lots techniques de façon à réduire le coût et les nuisances lors de leur mise en place.

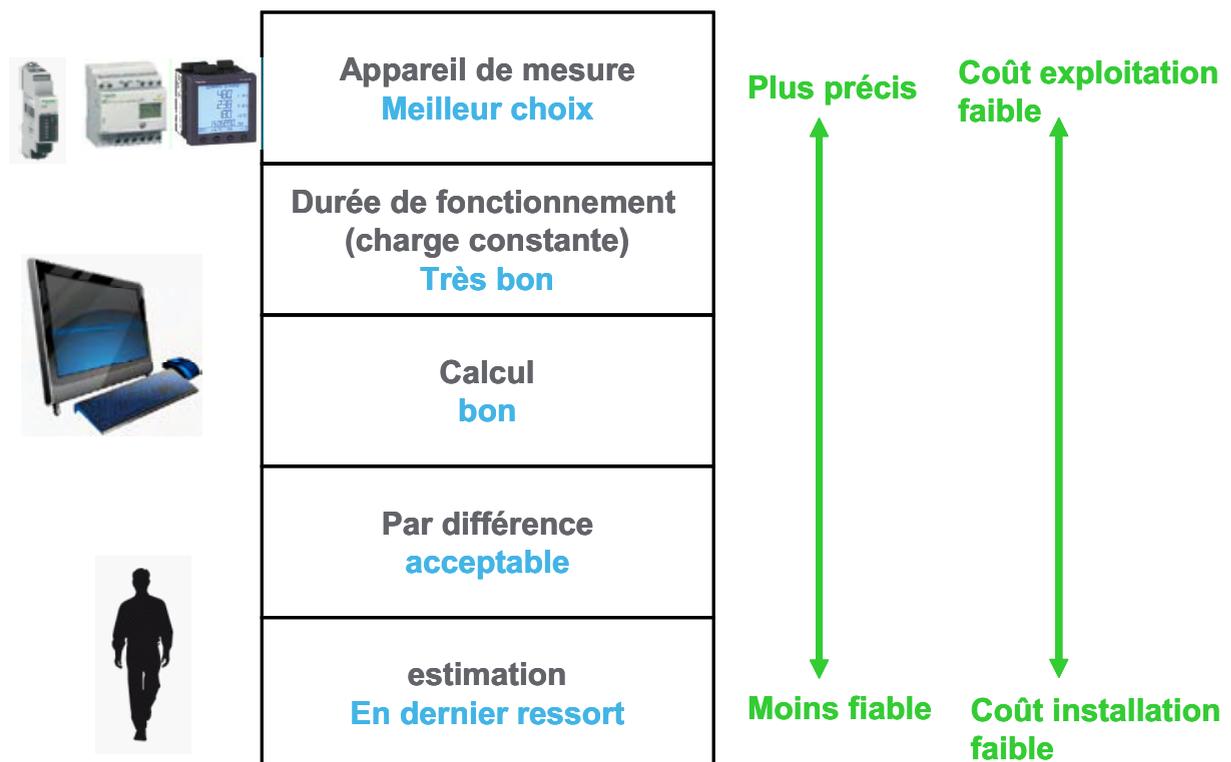
Tous les appareils de mesure seront intégrés d'origine dans les installations techniques du bâtiment, dans le but d'éviter que des appareils soient installés temporairement.

De même, afin de limiter au strict minimum, le recours aux relevés manuels, tous les points de mesure seront relevés par une collecte automatique.

Le choix de la technologie à employer pour chacun des points de mesure sera optimisé au cas par cas, en fonction de la quantité d'énergie en jeu, de la faisabilité technique, du coût initial d'installation et des coûts induits en exploitation.

Le tableau ci-dessous résume les 4 façons de définir le principe de mesure et de comptage de consommation d'énergie, en fonction de la précision souhaitée et des coûts d'installation initiaux et/ou des coûts induits en exploitation.

Les différentes techniques de points de mesure
Leur hiérarchisation en terme de précision ,
fiabilité et coût

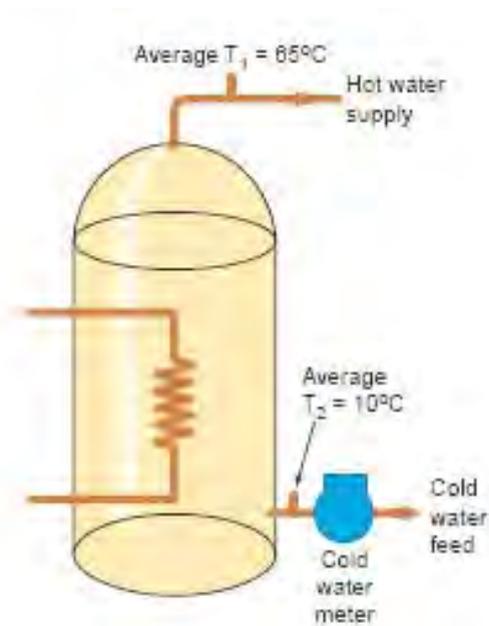


Pour assurer la mesure de consommation d'une zone locative, on privilégiera la mesure directe qui garantit la fiabilité des données relevées.

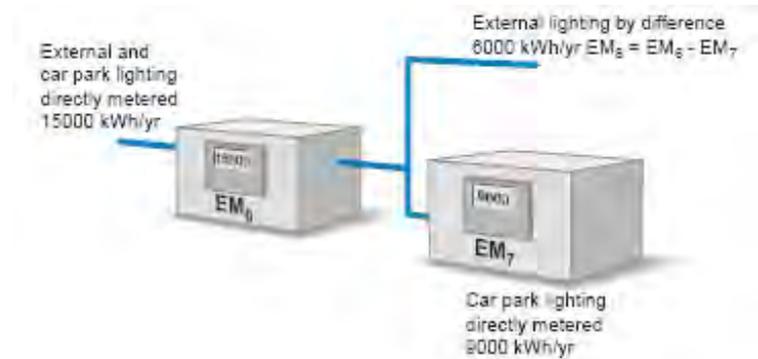
A noter qu'il est possible de reconstituer une mesure sur une zone par addition de points de mesure sur l'ensemble de la zone, si celle-ci est suffisamment équipée

Illustrations de techniques de points de mesure

par contact



par différence



$$\begin{aligned} \text{Estimated consumption} &= \frac{\text{metered feed water (litres/yr)} \times \text{Temp Diff (T1 - T2)} \times 4.185}{\text{boiler efficiency } 75\% \times 3600} \\ &= \frac{844,574 \times (65 - 10) \times 4.185}{0.75 \times 3600} = 72,000 \text{ kWh/yr} \end{aligned}$$

Electricité

- Mesures au point de livraison du bâtiment et par usage à chaque TD de chaque zone (voir RT 2005).
- Mesures (ou calcul a minima en fonction des temps de fonctionnement et de la charge pilotée) par usage dans chaque bureau/zone.

Energie Chauffage et Rafraîchissement – Calories et Frigories

- Mesures au point de livraison du bâtiment et au départ de chaque zone.
- Mesures production calories (calcul rendement).
- Sondes de températures départ et retour des réseaux
- Mesure par zone.
- Calcul par bureau/zone.

Eau

Mise en œuvre de compteurs sur les points de livraison d'eau et d'alimentation des ballons ECS. Si les ballons sont individuels et alimentés en électricité depuis les zones locatives, on choisira une technologie de compteur à impulsions (départs spécifiques dans TD).

Energies produites

Les compteurs seront disposés en aval de la production des générateurs.

Températures

- Sondes d'ambiance dans les bureaux (1sonde pour 2 trames) et parties communes.
- Centrale météo (T° extérieure, ensoleillement, vitesse du vent, pluie ...).

(Voir algorithmes de calcul en annexe § 4.2)

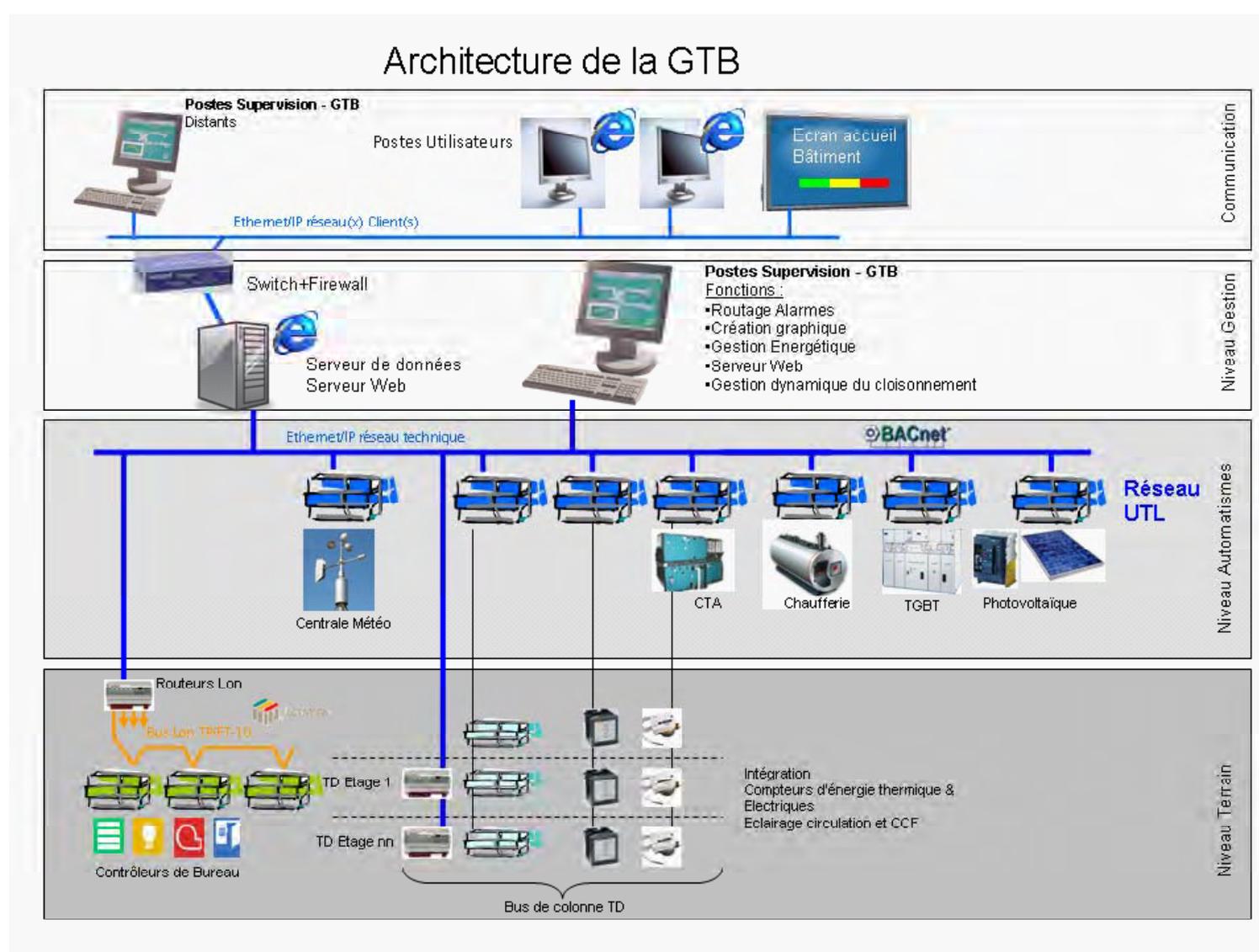
3.7 Architecture de la GTB

Le système devra être structuré en trois niveaux distincts basés sur leurs fonctionnalités et performances. Modularité et autonomie sont requises pour chacun d'eux, assurant les meilleures performances, en termes de fonctionnement, de dépannage, de tolérance de panne, d'extensions.

En fonction de ces spécifications, la technologie la plus appropriée sera basée sur des **standards utilisés dans le domaine du bâtiment**.

Les fonctionnalités nécessaires seront toujours attribuées au niveau le plus adéquat du système comme mentionné ci-dessus afin d'obtenir un maximum de souplesse.

Les trois niveaux sont définis comme sur l'exemple suivant:



Niveau terrain

Le système devra permettre le raccordement d'appareils de niveau terrain via un automate dédié, permettant la gestion d'équipements terminaux.

La communication et la transmission des données entre les équipements du niveau Terrain et les automates du niveau automation devront se faire par des bus supportant des protocoles de communication standards ouverts et **optimisés** (Modbus – JBus, LON, ... ou tout protocole /IP).

Niveau automation

Les automates constitueront le 2ème niveau hiérarchique, seront en liaison directe avec les installations et devront être implantées à proximité immédiate de celles-ci.

Ces automates seront des appareils standards, modèles les plus récents et devront permettre de répondre aux fonctionnalités demandées.

La communication et la transmission des données entre les automates et vers le niveau gestion devront se faire par un bus utilisant un protocole de communication standard ouvert et **optimisé** permettant notamment :

- Réseau Ethernet TCP/IP ou équivalent.
- L'extensibilité du bus vers d'autres API sans perturbation du système.
- Communicant OPC,

Niveau gestion

La supervision aura au minimum les caractéristiques suivantes :

- Avoir une base de données structurée,
- Client et Serveur OPC pour les échanges de données inter applicatifs suivant les méthodes de programmation COM/DCOM ou NET,
- Intégrer nativement les protocoles classiques du marché sur Ethernet TCP/IP
- Conteneur Active X (insertion de composants logiciels externes) et VBA compatible.
- Etre capable de gérer des fonctions de redondance (de serveur, de réseau Ethernet, d'automates,..)
- Intégrer un utilitaire permettant d'assurer la synchronisation automatique des horloges des automates.

Afin de pouvoir échanger avec d'autres systèmes externes le superviseur fournira :

- un environnement de développement permettant à l'utilisateur d'intégrer un protocole spécifique (Ethernet TCC/IP).
- des fonctions Web Services permettant à d'autres systèmes (Serveur Web, Intranet...) d'accéder aux données du superviseur via un serveur Web.

Le superviseur permettra de router les évènements vers différents récepteurs (Pagers, Imprimantes, E-Mails,).

Base de données

Toutes les données de mesure seront relevées et archivées automatiquement. L'horodatage des valeurs enregistrées sera effectué dans l'UTL ou l'automate d'acquisition.

Afin de prévenir la perte d'information en cas de rupture de la chaîne de transmission, l'UTL devra pouvoir mémoriser les enregistrements et les transmettre par paquets à la GTB régulièrement ou par action d'un opérateur.

L'infrastructure de collecte, stockage et traitement sera unique pour tous les lots techniques du bâtiment : électricité, CVC, GTB afin de réduire les coûts d'investissement et d'exploitation.

La solution de supervision permettra d'extraire des historiques, en vue d'un traitement de ces données par un logiciel externe.

Il sera possible de réaliser les opérations suivantes :

- Sélection et extraction d'historiques selon des critères de date.
- Visualisation des historiques sélectionnés sous forme de tableau avec fonction de tri sur ordre croissant ou décroissant.
- Statistiques effectuées sur les historiques de type tendances sélectionnés (nombre d'enregistrements, min., max., moyenne).
- Création de rapports d'occurrences pour les états et les alarmes.
- Des rapports périodiques seront générés directement sous Excel.

3.8 Fonctions logicielles

Le système de Mesure et de Pilotage de la Performance devra intégrer un ensemble d'applications logicielles et notamment :

Un module de suivi énergétique

Ce module permet d'apporter une totale visibilité sur l'ensemble des consommations du bâtiment avec les fonctions suivantes :

- suivi des données des fournisseurs d'énergie
- Analyse des usages des énergies
- Répartition des coûts des énergies
- Sous facturation des énergies
- Rapport de conformité à la réglementation
- Editer le profil des consommations
- Modéliser l'impact énergétique de la modification de paramètres.

Un module de gestion énergétique

Ce module pilote les flux énergétiques du bâtiment grâce aux fonctions :

- Adaptation de la production de chaleur et de froid et de la demande par zone
- Gestion de la capacité de stockage de la structure du bâtiment et pilotage des usages en conséquence (exemple piloter le refroidissement nocturne)
- Gestion des données des fournisseurs d'énergie (tarifs, tranches horaires, demande de délestage)
- Prise en compte de données météo externes

Ce module comporte également des outils d'aide à l'optimisation des consommations d'énergie, à la mesure et au pilotage de la performance énergétique. Il offre des fonctions logicielles de traçabilité en assurant successivement l'acquisition, l'archivage, la diffusion et l'exploitation graphique des données historiques des installations techniques gérées par la GTB.

Il devra apporter des solutions concrètes et rapides dans les domaines suivants :

- Le suivi technique de l'état des installations (ex : le contrôle du fonctionnement des capteurs, des sondes de mesures diverses, des compteurs d'énergie),
- La maîtrise des énergies (MDE) par l'analyse comparative :
 - des consommations d'énergies au regard des DJU ou autres paramètres ayant une incidence,
 - des températures ambiantes au regard des DJU, de l'occupation des locaux,

L'ensemble devra pouvoir produire une analyse de la situation des consommations de fluides par :

- une synthèse de l'ensemble des données gérées par le logiciel en synchronisant et en croisant n'importe quels types de paramètres sur une période de temps donnée ;
- une aide à l'évaluation des futures consommations,
- une maîtrise et une réduction des coûts de consommation ;
- une diminution du gaspillage d'énergie et une optimisation des réglages ;
- une augmentation de la réactivité par une identification précise et rapide des anomalies rencontrées ;
- une amélioration du confort du personnel par la maîtrise de la température.

Le système de Mesure et de Pilotage de la Performance Energétique devra au minimum intégrer les fonctionnalités de classe A (EN NF 15 232).

3.9 Incidences sur la conception des réseaux

Tous les lots techniques, les circuits (fils, tuyaux, gaines,...) seront séparés de façon à permettre la mesure des énergies ou fluides (calories, frigories, kWh, m³) selon la répartition par zone et par usage (pour l'électricité) retenue par l'équipe de conception.

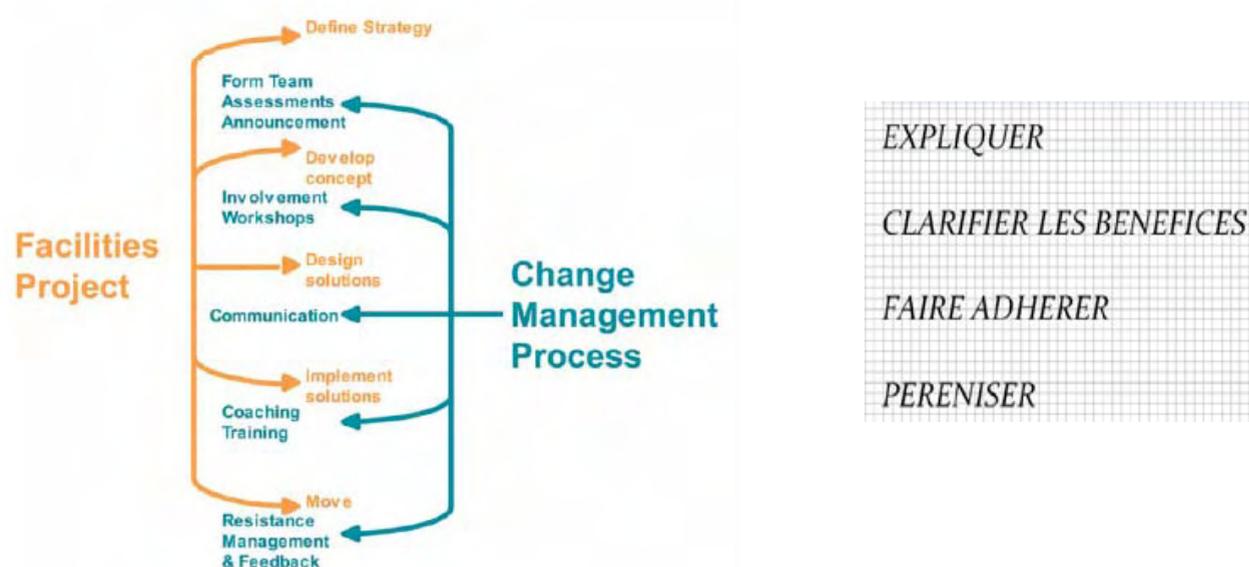
4. Exposé des besoins - phase exploitation

4.1 Approche comportementale des utilisateurs

La notion d'accompagnement au changement est critique pour construire et faire adopter des comportements durables aux futurs utilisateurs d'un bâtiment à énergie positive.

Accompagner le changement passera par différentes phases :

- Informer / expliquer les objectifs d'amélioration recherchés et les enjeux le plus en amont possible d'un projet de déménagement.
- Clarifier l'effort de changement au regard des bénéfices attendus au niveau de l'individu, des équipes, de l'entreprise et de l'environnement au sens large ainsi qu'au regard des compromis à accepter.
- Susciter l'envie de changement par des approches de co-conception (l'adhésion)
- Pérenniser les nouveaux comportements au quotidien par des sessions information/correction/retour sur expérience en continu.



Un accompagnement indissociable d'une démarche globale liée à un déménagement.

- Un déménagement vers un nouveau site résulte de décisions multiples : ordre financier, organisationnel, humain, d'image,...
- Il représente le plus souvent pour le futur occupant l'opportunité de repenser les modes de travail ou de changer la culture de l'entreprise.
- Dès lors, bon nombre des habitudes du futur utilisateur vont donc changer: organisation du travail, trajets, règles de vie, des espaces, utilisations de nouveaux outils bureautiques, etc.

→ Ces changements seront liés à des modifications concrètes au niveau de l'espace de travail : il s'agira donc de mener un projet global d'accompagnement avec les futurs utilisateurs et les concepteurs des espaces de travail le plus en amont possible et d'y intégrer les aspects spécifiques aux attentes liées à un bâtiment Green Office.

→ L'utilisateur appréhende son environnement de travail comme un tout : confort, bien-être physique et psychologique

L'accompagnement au changement pourra utiliser une palette d'outils différents comme :

→ Pendant le projet

- Sessions d'information (enjeux, objectifs, solutions)
- Outils de communication interne pendant les principales phases du déroulement du projet (en fonction de l'entreprise)
- Groupes de co-conception des nouvelles pratiques
- Groupe d'expression pour traiter les résistances les plus fréquentes
- Formation aux nouveaux outils avant le déménagement
- Animations et événements de motivation (Visites du chantier, rencontre / blog avec les architectes, équipes projets, etc...)
- Mise en place d'objectifs chiffrés par département

→ Après l'installation

- Diffusion / explication des règles de vie
- Explication des outils de pilotage des performances à destination des utilisateurs
- Session d'audit réguliers et feedback
- Groupe d'expression post installation des employés (gains/bénéfices/compromis)
- Systèmes de récompenses
- Protocole d'intégration de nouveaux employés

Thématiques à traiter

Les règles de gestion et d'utilisation des paramètres de confort (climatisation, chauffage, éclairage, ajustement ergonomique du mobilier) seront définies en rapport avec les modalités d'utilisation des typologies d'espaces :

- espaces cloisonnés vs espaces ouverts
- bureaux attribués ou partagés
- typologies de salles de réunion (en fonction de la capacité)
- RIE,
- autres espaces informels communs de loisirs/gym,

Outils de collaboration et de communication

- Règles d'usage, mode de fonctionnement des espaces et outils dédiés à la visioconférence, télé présence etc.,
- Décryptage des affichages de performance environnementale/énergétique

Utilisation des outils bureautiques et interface papier

- Règles d'usage, sécurité, maintenance des PC, portables, téléphones etc...
- Localisation et règles d'usage des impressions
- Politique de classement/rangement/archivage (digital et papier)

Pour garantir l'adhésion, il sera important de mettre ces comportements en perspective avec les autres éco-pratiques prônées par l'entreprise comme :

- La politique de gestion des déchets et de recyclage
- La politique de mobilité, présence au bureau, télétravail, covoiturage
- Règles de vie (respect autrui bruit, hygiène, nourriture, habillement etc...)
- Règles de sécurité, confidentialité, identification

Conditions de réussite

La mission d'accompagnement au changement fait partie intégrante du projet immobilier lors du déménagement (budget, responsable dédié de préférence issue des services Communication interne/ RH).

La mission d'accompagnement englobe l'ensemble des changements attendus au niveau des utilisateurs et la collaboration avec le responsable énergie et environnement de l'occupant (REE) est indispensable.

L'ensemble des prestataires doivent fournir les critères / comportements à recommander.

4.2 Règles d'exploitation

Le prestataire de services du site n'est plus le seul impliqué dans la performance énergétique.

Sa mission ne se limite pas seulement à la conduite et à l'entretien des équipements mais comporte un objectif d'optimisation permanente des consommations.

Pour cela il devra :

- Ajuster et affiner ses lois de régulation en fonction des conditions climatiques, des conditions d'occupation des locaux.
- Prévoir des fonctions d'anticipation,
- Utiliser le free cooling,
- Ajuster les volumes d'air neuf aux justes besoins hygiéniques et au moment adéquat.
- ...

Le contrat du prestataire intégrera des objectifs chiffrés de consommations par usages (pour ceux dont il a la gestion):

- Objectif de consommation (calories) pour le chauffage en fonction des DJU, tenant compte des rendements de production et de distribution (obligation d'un bon entretien pour maintenir les rendements).
- Objectifs de consommation (kWh) pour la ventilation,
- Objectifs de consommation (Frigories) pour le rafraîchissement (s'il y a).

Nature du contrat avec l'exploitant,

L'exploitant devra proposer un contrat type d'exploitation avec obligation résultats sur l'atteinte des objectifs et l'optimisation des consommations d'énergies et des fluides. Ce contrat pourra prendre la forme d'un CPE (Contrat de Performance Energétique).

Pour l'évaluation de la performance du prestataire de service, les objectifs de consommation pour le chauffage seront actualisés en fonction de la moyenne des DJ de chaque partie locative, ce dernier n'étant pas toujours maître des températures de confort dans chacune des parties locatives.

4.3 Principe d'organisation

Il y a lieu ici de définir le cadre de coopération entre les gestionnaires/propriétaires, les prestataires et les occupants. Il faut par exemple, déterminer dans le bail locatif, les engagements et responsabilités (droits et devoirs) de chacun :

- Fréquence des échanges de données,
- Fréquence des mesures,
- Fréquence des rapports de synthèse, au minimum un mois
- Règles de calcul des consommations de leur répartition,
- Modalités d'évaluation de performance énergétique,
- Organisation du reporting aux occupants,
- Spécification des travaux d'aménagement des occupants (respect du tramage du bâtiment),
- Coopération sur les stratégies de réduction de consommation,
- Spécifications des équipements ajoutés par les occupants,
- Règles de modification et de remplacement d'équipements,
- Règles de maintenance des équipements,

Les propriétaires devront tenir à jour et mettre à disposition des locataires, un livre de bord du bâtiment qui contient les informations liées à la gestion énergétique et environnementale du bâtiment. Il contiendra le certificat de performance énergétique normalisé du bâti, le certificat de performance énergétique du bâtiment en exploitation, des recommandations, des cibles de réduction de consommation, les données de mesure et les rapports de consommation d'énergie, la politique environnementale, les données de consommation d'eau et la stratégie de gestion des déchets.

Pour faciliter ces nouvelles dispositions, nous proposons de créer une fonction nouvelle : le **Responsable Energie Environnement REE**

Définition du rôle et des missions du REE

Le « Responsable Energie et Environnement » aura pour mission de transcrire dans les actes les engagements environnementaux pris par les sociétés locataires des BBC ou BEPOS.

Pour cela, il devra :

- Définir la politique et la pédagogie énergétique : « de la sensibilisation à l'action environnementale »
- Fixer et suivre les objectifs environnementaux dont le budget énergie mis en œuvre dans l'entreprise et/ou sur le site en relation avec l'exploitant.
- rédiger le reporting énergétique et le transmettre à la DG de la société
- Être l'interface entre l'occupant, l'exploitant, le gérant du RIE et le propriétaire du bâtiment.
- Surveiller les dérives des utilisateurs et mettre en œuvre avec les RH/marketing la pédagogie et les formations les plus appropriées au personnel de l'entreprise.
- Repérer les dérives de qualité des actions d'exploitation, en vue d'assurer la continuité et la bonne gouvernance du service apporté.

Les moyens qui devront être mis à sa disposition sont les suivants :

- Pouvoir accéder aux données énergétiques contenues dans la GTB, le reporting réalisé par l'exploitant,
- Agir sur sa zone locative pour régler les paramètres de fonctionnement de ses usages (extinction des éclairages, fermeture/ouverture générale des stores, réduction des consignes de température, paramétrage des programmes horaires etc.).

Il rédigera et mettra à jour le cahier des bonnes conduites environnementales dans l'entreprise, par exemple : pas de prises de courant en dessous des bureaux mais accessibles pour ne rien laisser en veille (alim PC) en quittant son bureau.

Il sera chargé de mettre en place un comité de pilotage qui assurera la gestion du bâtiment. Il devra en outre planifier les réunions mensuelles avec tous les REE des autres entités occupantes dans le bâtiment.

Comité de pilotage de la performance



Ce comité de pilotage sera constitué de l'ensemble des REE, d'un représentant du propriétaire ayant le mandat de gérer l'ensemble patrimonial (Property Manager) et l'exploitant (Facility Manager).

4.4 Tableaux de bord

Le système de Mesure et de Pilotage éditera un tableau de bord énergétique spécifique à chaque utilisateur, qui comportera exclusivement les informations utiles à l'utilisateur dans le format défini par lui.

La solution logicielle sera assez ouverte et simple d'utilisation pour personnaliser des tableaux de bord selon les besoins et profils des utilisateurs ; la personnalisation porte sur les données restituées, le graphisme et l'ergonomie, les droits d'accès, les fonctionnalités accessibles.

Les utilisateurs sont :

- le gestionnaire du bâtiment
- l'exploitant du bâtiment
- le responsable énergie et environnement de l'occupant (REE)

Tableau de bord du Gestionnaire du bâtiment

Son contenu intègre pour tout le bâtiment :

- Cumul mensuel
- Cumul annuel
- Consommations de toutes les énergies, pour toutes les zones
- Ratio consommation en kWh/m².an
- Emission CO²
- Facturation d'énergie aux locataires
- Toutes données comparées par rapport au référentiel préétabli

Tableau de bord du Prestataire de service Exploitation :

Son contenu intègre :

- Présentation régulière des données de consommation
- Analyse d'historiques, courbes de charges, moyennes,
- comparatifs A -1
- Toutes données comparées par rapport au référentiel pré établi
- Présentation automatique des anomalies d' « usage »
- Identification automatique des alertes, préconisations
- interventions

Tableau de bord du REE

Son contenu intègre pour sa surface occupée :

- Cumul mensuel
- Cumul annuel
- Consommations de toutes les énergies sur ses zones
- Ratio consommation en kWh/m².an
- Emission CO²
- Toutes données comparées par rapport au référentiel pré établi

Tableau de bord de l'occupant

Son contenu intègre pour sa surface occupée :

- Cumul mensuel
- Cumul annuel

Fonction d'accès direct sur son PC

→ Rapport mensuel du REE

(Voir Tableaux de bord en annexe § 5.3)

4.5 Référentiels de performance

La référence initiale utilisée pendant une période de 12 mois après la mise en service du bâtiment est la performance énergétique prévisionnelle issue du résultat des études préalables (simulations,..).

Le système de mesure et de pilotage fournira aux acteurs tous les éléments pour construire le référentiel de performance en exploitation durant la première année d'occupation. Pour les années suivantes, il sera souhaitable de prendre pour référentiel, les consommations de l'année N-1.

Le référentiel a pour but de contrôler et de vérifier les performances, l'atteinte des objectifs et la répartition des responsabilités, des coûts et bénéfices entre les acteurs.

Au cas où la référence en opération ne suffit pas, une référence ad hoc sera déterminée au cas par cas selon le référentiel IPMVP.

(Voir calculs des référentiels en annexe, § 5.4)

4.6 Formation

La performance énergétique passe également par une maîtrise parfaite de ses comportements concernant ses propres usages. Cette maîtrise peut être acquise grâce à une formation de sensibilisation destinée aux personnels occupants.

Des messages simples conduisant à l'adoption de bonnes pratiques constitueront la base de l'enseignement. Par exemple en hiver, une majoration de 1°C de la température ambiante entraîne une augmentation de 7 % de la consommation pour le chauffage.

Des stages de formation pourront être proposés régulièrement en vue de pérenniser les bonnes pratiques comportementales.

Une formation continue devra être dispensée à l'équipe d'exploitation de façon à lui permettre de conserver un niveau d'expertise suffisant pour atteindre voire dépasser les objectifs de performance contractualisés. Un système de bonus/malus pourra être mis en place afin de motiver les personnels dans le cadre de leur action périodique.

5. Annexes

5.1 Fonctionnalités GTB selon norme EN 15232

Liste de fonctions et affectation aux classes d'efficacité

		Définition des classes							
		Résidentiel				Non résidentiel			
		D	C	B	A	D	C	B	A
RÉGULATION AUTOMATIQUE									
RÉGULATION DU CHAUFFAGE ET DU REFROIDISSEMENT									
Régulation de l'émission									
		<i>Le système de régulation est installé au niveau des émetteurs ou des pièces, pour le cas 1, un système peut réguler plusieurs pièces</i>							
0	Aucune régulation automatique								
1	Régulation centrale automatique								
2	Régulation automatique individuelle par pièce au moyen de robinets thermostatiques ou régulateur électronique								
3	Régulation individuelle par pièce avec communication entre régulateurs								
4	Régulation individuelle par pièce intégrée incluant la régulation en fonction des besoins (par l'occupation, la qualité de l'air, etc.)								
Régulation de la température de l'eau du réseau de distribution (départ ou retour)									
		<i>Une fonction similaire peut être appliquée à la régulation des réseaux pour le chauffage électrique direct</i>							
0	Aucune régulation automatique								
1	Régulation en fonction de la température extérieure								
2	Régulation de la température intérieure								
Commande des pompes de distribution									
		<i>Les pompes régulées peuvent être installées à différents niveaux dans le réseau</i>							
0	Aucune régulation								
1	Commande de mise en marche/arrêt								
2	Commande des pompes à vitesse variable avec Δp constant								
3	Commande des pompes à vitesse variable avec Δp proportionnel								
Régulation des intermittences pour l'émission et/ou la distribution									
		<i>Un régulateur peut réguler plusieurs pièces/zones ayant les mêmes profils d'occupation</i>							
0	Aucune régulation automatique								
1	Régulation automatique avec programme fixe								
2	Régulation automatique avec optimisation de la mise en marche/arrêt								

Liste de fonctions et affectation aux classes d'efficacité (suite)

		Définition des classes							
		Résidentiel				Non résidentiel			
		D	C	B	A	D	C	B	A
Commande des générateurs									
0	Température constante								
1	Température variable en fonction de la température extérieure								
2	Température variable en fonction de la charge								
Mise en séquence de différents générateurs									
0	Priorités basées uniquement sur les charges								
1	Priorités basées sur les charges et la capacité des générateurs								
2	Priorités basées sur le rendement des générateurs (voir autre norme)								
RÉGULATION DU REFROIDISSEMENT									
Régulation de l'émission									
<i>Le système de régulation est installé au niveau des émetteurs ou des pièces, pour le cas 1, un système peut réguler plusieurs pièces</i>									
0	Aucune régulation automatique								
1	Régulation centrale automatique								
2	Régulation automatique individuelle par pièce au moyen de robinets thermostatiques ou régulateur électronique								
3	Régulation individuelle par pièce avec communication entre régulateurs								
4	Régulation individuelle par pièce intégrée incluant la régulation en fonction des besoins (par l'occupation, la qualité de l'air, etc.)								
Régulation de la température de l'eau du réseau de distribution (départ ou retour)									
<i>Une fonction similaire peut être appliquée à la régulation des réseaux pour le chauffage électrique direct</i>									
0	Aucune régulation automatique								
1	Régulation en fonction de la température extérieure								
2	Régulation de la température intérieure								
Commande des pompes de distribution									
<i>Les pompes régulées peuvent être installées à différents niveaux dans le réseau</i>									
0	Aucune régulation								
1	Commande de mise en marche/arrêt								
2	Commande des pompes à vitesse variable avec Δp constant								
3	Commande des pompes à vitesse variable avec Δp proportionnel								

Liste de fonctions et affectation aux classes d'efficacité (suite)

		Définition des classes							
		Résidentiel				Non résidentiel			
		D	C	B	A	D	C	B	A
Régulation des intermittences pour l'émission et/ou la distribution									
	<i>Un régulateur peut réguler plusieurs pièces/zones ayant les mêmes profils d'occupation</i>								
0	Aucune régulation automatique								
1	Régulation automatique avec programme fixe								
2	Régulation automatique avec optimisation de la mise en marche/arrêt								
Asservissement entre la régulation du chauffage et du refroidissement pour l'émission et/ou la distribution									
0	Aucun asservissement								
1	Asservissement partiel (en fonction du système de CVC)								
2	Asservissement total								
Commande des générateurs									
0	Température constante								
1	Température variable en fonction de la température extérieure								
2	Température variable en fonction de la charge								
Mise en séquence de différents générateurs									
0	Priorités basées uniquement sur les charges								
1	Priorités basées sur les charges et la capacité des générateurs								
2	Priorités basées sur le rendement des générateurs (voir autre norme)								
RÉGULATION DE LA VENTILATION ET DE LA CLIMATISATION									
Régulation du débit d'air au niveau des pièces									
0	Aucune régulation								
1	Régulation manuelle								
2	Régulation programmée								
3	Régulation basée sur la présence								
4	Régulation en fonction des besoins								
Régulation du débit d'air au niveau de la centrale de traitement d'air									
0	Aucune régulation								
1	Programmation des heures de mise en marche/arrêt								
2	Régulation automatique du débit ou de la pression avec ou sans réinitialisation de la pression								

Fonctions de GTB de référence

		Définition des classes							
		Résidentiel				Non résidentiel			
		D	C	B	A	D	C	B	A
Régulation de la fonction dégivrage des échangeurs de chaleur									
0	Sans régulation du dégivrage								
1	Avec régulation du dégivrage								
Régulation de la surchauffe des échangeurs de chaleur									
0	Sans régulation de surchauffe								
1	Avec régulation de surchauffe								
Rafraîchissement mécanique gratuit									
0	Aucune régulation								
1	Rafraîchissement nocturne								
2	Rafraîchissement gratuit								
3	Régulation directe h,x (enthalpie)								
Régulation de la température d'air introduit									
0	Aucune régulation								
1	Consigne constante								
2	Consigne variable avec compensation de la température extérieure								
3	Consigne variable avec compensation en fonction de la charge								
Régulation de l'humidité									
0	Aucune régulation								
1	Limitation de l'humidité de l'air introduit								
2	Régulation de l'humidité de l'air introduit								
3	Régulation de l'humidité de l'air dans la pièce ou de l'air extrait								
COMMANDE DE L'ÉCLAIRAGE									
Commande basée sur l'occupation									
0	Interrupteur manuel marche/arrêt								
1	Interrupteur manuel marche/arrêt + signal supplémentaire d'extinction								
2	Détection, mise en marche automatique/modulation par variateur								
3	Détection, mise en marche automatique/arrêt par détection automatique								

5.2 Algorithmes de calcul des consommations

Usage	Zone	Désignation	Méthode	
CVC	Chauffage	Livraison	Comptage de la fourniture en Energie Finale	Compteur C _L
		Production:	$\Delta T \times \text{Débit}$ (permet le calcul du rendement de production $R_P = C_L/C_P$)	Compteur C _P
		Distribution	Comptage kWh pour les pompes de distribution	Compteur C _D
		Zone	$\Delta T \times \text{Débit}$	Compteur C _n
			Calcul du rendement de Distribution $R_D = \sum C_n / (C_P + C_D)$	Calcul
			Consommation Zone : $QC_n = C_n / (R_P \cdot R_D)$	Calcul
	Bureaux/ zone	Calcul répartition en fonction de la surface et de la température ambiante	Calcul	
		$QC_b = QC_n \times \% QC_b$	Calcul	
		$\% QC_b = DJ_{moy_b} \times S_b / \sum (DJ_{moy_b} \times S_b)$	Calcul	
			Calcul	
Ventilation	Production:	Comptage calories pour la batterie Eau Chaude/R _P	Compteur V _{P1}	
		Comptage kWh pour le moteur ventilation	Compteur V _{P2}	
		$QV_P = V_{P1}/R_P + V_{P2}$	Calcul	
	Zone	Répartition au prorata des surfaces	Calcul	
	$QV_n = QV_P \times S_n/S_T$	Calcul		
Electricité	Total	Bâtiment	Comptage Opérateur au point de livraison	Compteur
		Zone	Comptage au départ du TGBT	Compteur
	Eclairage	Zone	Comptage sur TD	Compteur
		Bureaux	Calcul en fonction du temps de marche et de la charge connue	Compteur ou calcul
	ECS	Zone	Comptage sur TD	Compteur
	Autres usages	Zone	Comptage sur TD	Compteur
		Bureaux	Répartition au prorata des surfaces de la différence entre la consommation totale de la zone et la consommation totale pour l'éclairage	Compteur ou Calcul

- C_L** Compteur Livraison Chauffage
C_P Compteur Production Chauffage
C_D Compteur consommations électricité pompes de distribution
C_n Compteur Chauffage Zone n
QC_n Consommation Chauffage Zone n

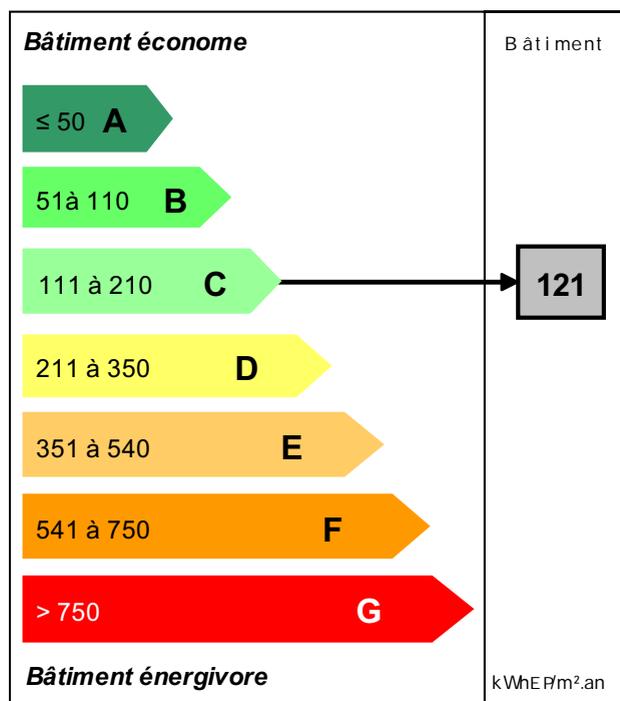
QC_b Consommation Chauffage Bureau b
VP₁ Compteur consommations calories ventilation
VP₂ Compteur consommations électricité ventilation
QV_P Consommation totale ventilation
QV_n Consommation ventilation Zone n

5.3 Tableaux de bord

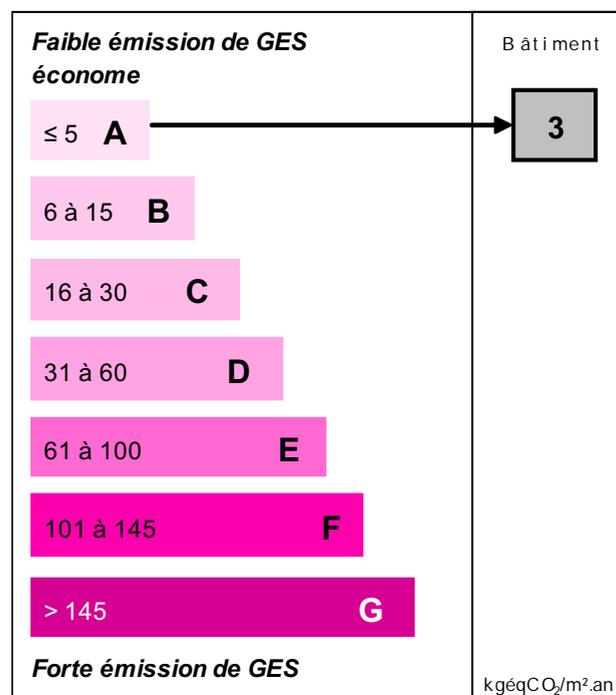
Tableau de bord du bâtiment - parties communes

Il sera nécessaire de prévoir un tableau de bord synthétique comportant les étiquettes énergie et climat, diffusé sur des écrans type LCD disposés dans le hall d'entrée.

Etiquette Energétique



Etiquette Climat



		Bâtiment	Partie	Zone
Chauffage	Température Extérieure	T°_{Ext}		
	Référentiel de base (kWh/m².DJU)	C_{Ref}		
	Consommation Semaine (kWh/m².DJU)	$CJ_{Bât}$	CJ_{PL}	CJ_z
	Consommation Mois (kWh/m².DJU)	$CS_{Bât}$	CS_{PL}	CS_z
	Consommation année (kWh/m².DJU)	$CM_{Bât}$	CM_{PL}	CM_z
	Ecart (kWh/m².DJU)	$CA_{Bât}$	CA_{PL}	CA_z
Electricité	Référentiel de base (kWh/m²)	E_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m²)	$EJ_{Bât}$	EJ_{PL}	EJ_z
	Consommation Semaine (kWh/m²)	$ES_{Bât}$	ES_{PL}	ES_z
	Consommation Mois (kWh/m²)	$EM_{Bât}$	EM_{PL}	EM_z
	Consommation année (kWh/m²)	$EA_{Bât}$	EA_{PL}	EA_z
	Ecart (kWh/m²)			

Tableau de bord du gestionnaire de bâtiment

		Bâtiment	Partie	Zone
Chauffage	Température Extérieure	T°_{Ext}		
	Température consigne	T°_{Ref}		T°_{CZ}
	Température Moyenne		T°_{MPL}	TM_Z
	Référentiel de base (kWh/m ² .DJU)	C_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ² .DJU)	$CJ_{Bât}$	CJ_{PL}	CJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/m ² .DJU)	$CS_{Bât}$	CS_{PL}	CS_Z
	Consommation Mois (kWh/m ² .DJU)	$CM_{Bât}$	CM_{PL}	CM_Z
	Consommation année (kWh/m ² .DJU)	$CA_{Bât}$	CA_{PL}	CA_Z
Ecart (kWh/m ² .DJU)				
Eclairage	Référentiel de base (kWh/m ²)	E_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ²)	$EJ_{Bât}$	EJ_{PL}	EJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/m ²)	$ES_{Bât}$	ES_{PL}	ES_Z
	Consommation Mois (kWh/m ²)	$EM_{Bât}$	EM_{PL}	EM_Z
	Consommation année (kWh/m ²)	$EA_{Bât}$	EA_{PL}	EA_Z
	Ecart (kWh/m ²)			
ECS	Référentiel de base (kWh/occupant)	EC_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/occupant)	$ECJ_{Bât}$	ECJ_{PL}	ECJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/occupant)	$ECS_{Bât}$	ECS_{PL}	ECS_Z
	Consommation Mois (kWh/occupant)	$ECM_{Bât}$	ECM_{PL}	ECM_Z
	Consommation année (kWh/occupant)	$ECA_{Bât}$	ECA_{PL}	ECA_Z
	Ecart (kWh/occupant)			
Autres Usages Electricité	Référentiel de base (kWh/occupant)	AU_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/occupant)	$AUJ_{Bât}$	AUJ_{PL}	AUJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/occupant)	$AUS_{Bât}$	AUS_{PL}	AUS_Z
	Consommation Mois (kWh/occupant)	$AUM_{Bât}$	AUM_{PL}	AUM_Z
	Consommation année (kWh/occupant)	$AUA_{Bât}$	AUA_{PL}	AUA_Z
	Ecart (kWh/occupant)			

Tableau de bord du prestataire de service exploitation

		Bâtiment	Parties	Zone
Chauffage	Température Extérieure	T°_{Ext}		
	Température consigne	T°_{Ref}		T°_{CZ}
	Température Moyenne		T°_{MPL}	TM_Z
	Référentiel de base (kWh/m ² .DJU)	C_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ² .DJU)	$CJ_{Bât}$	CJ_{PL}	CJ_Z
	Consommation Semaine	$CS_{Bât}$	CS_{PL}	CS_Z
	Consommation Mois (kWh/m ² .DJU)	$CM_{Bât}$	CM_{PL}	CM_Z
	Consommation année (kWh/m ² .DJU)	$CA_{Bât}$	CA_{PL}	CA_Z
	Ecart (kWh/m ² .DJU)			
Eclairage	Référentiel de base (kWh/m ²)	E_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ²)	$EJ_{Bât}$	EJ_{PL}	EJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/m ²)	$ES_{Bât}$	ES_{PL}	ES_Z
	Consommation Mois (kWh/m ²)	$EM_{Bât}$	EM_{PL}	EM_Z
	Consommation année (kWh/m ²)	$EA_{Bât}$	EA_{PL}	EA_Z
	Ecart (kWh/m ²)			
ECS	Référentiel de base (kWh/occupant)	EC_{Ref}		
	Consommation Jour J	$ECJ_{Bât}$	ECJ_{PL}	ECJ_Z
	Consommation Semaine	$ECS_{Bât}$	ECS_{PL}	ECS_Z
	Consommation Mois (kWh/occupant)	$ECM_{Bât}$	ECM_{PL}	ECM_Z
	Consommation année	$ECA_{Bât}$	ECA_{PL}	ECA_Z
	Ecart (kWh/occupant)			
Auxiliaires Electricité	Référentiel de base (kWh/)	AU_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/)	$AUJ_{Bât}$	AUJ_{PL}	AUJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/)	$AUS_{Bât}$	AUS_{PL}	AUS_Z
	Consommation Mois (kWh/)	$AUM_{Bât}$	AUM_{PL}	AUM_Z
	Consommation année (kWh/)	$AUA_{Bât}$	AUA_{PL}	AUA_Z
	Ecart (kWh/)			

Pour chaque usage, le Prestataire de service (Exploitation) aura accès aux informations du bâtiment, des parties communes et de chacune des parties locatives.

Tableau de bord du REE

		Bâtiment	Partie	Zone
Chauffage	Température Extérieure	T°_{Ext}		
	Température consigne	T°_{Ref}		T°_{CZ}
	Température Moyenne		T°_{MPL}	T_{MZ}
	Référentiel de base (kWh/m ² .DJU)	C_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ² .DJU)	$CJ_{Bât}$	CJ_{PL}	CJ_Z
	Consommation Semaine	$CS_{Bât}$	CS_{PL}	CSz
	Consommation Mois (kWh/m ² .DJU)	$CM_{Bât}$	CM_{PL}	CM_Z
	Consommation année (kWh/m ² .DJU)	$CA_{Bât}$	CA_{PL}	CA_Z
	Ecart (kWh/m ² .DJU)			
Eclairage	Référentiel de base (kWh/m ²)	E_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ²)	$EJ_{Bât}$	EJ_{PL}	EJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/m ²)	$ES_{Bât}$	ES_{PL}	ESz
	Consommation Mois (kWh/m ²)	$EM_{Bât}$	EM_{PL}	EM_Z
	Consommation année (kWh/m ²)	$EA_{Bât}$	EA_{PL}	EA_Z
	Ecart (kWh/m ²)			
ECS	Référentiel de base (kWh/occupant)	EC_{Ref}		
	Consommation Jour J	$ECJ_{Bât}$	ECJ_{PL}	ECJ_Z
	Consommation Semaine	$ECS_{Bât}$	ECS_{PL}	$ECSz$
	Consommation Mois (kWh/occupant)	$ECM_{Bât}$	ECM_{PL}	ECM_Z
	Consommation année	$ECA_{Bât}$	ECA_{PL}	ECA_Z
	Ecart (kWh/occupant)			
Autres Usages Electricité	Référentiel de base (kWh/occupant)	AU_{Ref}		
	Consommation Jour J	$AUJ_{Bât}$	AUJ_{PL}	AUJ_Z
	Consommation Semaine	$AUS_{Bât}$	AUS_{PL}	$AUSz$
	Consommation Mois (kWh/occupant)	$AUM_{Bât}$	AUM_{PL}	AUM_Z
	Consommation année	$AUA_{Bât}$	AUA_{PL}	AUA_Z
	Ecart (kWh/occupant)			

Pour chaque usage, le REE n'aura accès qu'à sa partie locative et à toutes les zones de sa partie locative.

Personnel

		Bâtiment	Partie	Zone
Chauffage	Température Extérieure	T°_{Ext}		
	Température consigne	T°_{Ref}		T°_{CZ}
	Température Moyenne		T°_{MPL}	TMZ
	Référentiel de base (kWh/m ² .DJU)	C_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ² .DJU)	$CJ_{Bât}$	CJ_{PL}	CJ_Z
	Consommation Semaine	$CS_{Bât}$	CS_{PL}	CS_Z
	Consommation Mois (kWh/m ² .DJU)	$CM_{Bât}$	CM_{PL}	CM_Z
	Consommation année (kWh/m ² .DJU)	$CA_{Bât}$	CA_{PL}	CA_Z
	Ecart (kWh/m ² .DJU)			
Eclairage	Référentiel de base (kWh/m ²)	E_{Ref}		
	Consommation Jour J (kWh/m ²)	$EJ_{Bât}$	EJ_{PL}	EJ_Z
	Consommation Semaine (kWh/m ²)	$ES_{Bât}$	ES_{PL}	ES_Z
	Consommation Mois (kWh/m ²)	$EM_{Bât}$	EM_{PL}	EM_Z
	Consommation année (kWh/m ²)	$EA_{Bât}$	EA_{PL}	EA_Z
	Ecart (kWh/m ²)			
ECS	Référentiel de base (kWh/occupant)	EC_{Ref}		
	Consommation Jour J	$ECJ_{Bât}$	ECJ_{PL}	ECJ_Z
	Consommation Semaine	$ECS_{Bât}$	ECS_{PL}	ECS_Z
	Consommation Mois (kWh/occupant)	$ECM_{Bât}$	ECM_{PL}	ECM_Z
	Consommation année	$ECA_{Bât}$	ECA_{PL}	ECA_Z
	Ecart (kWh/occupant)			
Autres Usages Electricité	Référentiel de base (kWh/occupant)	AU_{Ref}		
	Consommation Jour J	$AUJ_{Bât}$	AUJ_{PL}	AUJ_Z
	Consommation Semaine	$AUS_{Bât}$	AUS_{PL}	AUS_Z
	Consommation Mois (kWh/occupant)	$AUM_{Bât}$	AUM_{PL}	AUM_Z
	Consommation année	$AUA_{Bât}$	AUA_{PL}	AUA_Z
	Ecart (kWh/occupant)			

Pour chaque usage, le REE pourra décider du choix des informations à disposition des occupants

Concernant l'indicateur de consommation pour le chauffage des occupants, il sera basé sur la température de consigne par rapport à la température de référence.

5.4 Référentiels de performance

Les référentiels ci-après serviront pour l'analyse comparative de la première année d'exploitation.

Chauffage

Facteurs d'influence :

- DJU,
- Température de confort (comportement),
- Horaires d'occupation,
- Renouvellement d'air neuf.

Consommation pour une partie locative : CPL.TH (kWh)

En considérant à chaque fois les paramètres propres à chaque partie locative.

$C_{\text{BâtRef}}$:	Consommation pour la totalité du bâtiment, issue des calculs de la RT en vigueur
$S_{\text{Bât}}$:	Surface du bâtiment.
S_{PL} :	Surface Partie locative.
H_{Ref} :	Nombre d'heures d'occupation de référence/semaine.
$H_{\text{Période}}$:	Nombre d'heures d'occupation/semaine.
T°_{Ref} :	Température confort de référence en période d'occupation : 18 °C.
$T^{\circ}_{\text{Période}}$:	Température réelle confort pendant la période considérée.
R°_{Ref} :	Réduit de température de référence en période d'inoccupation (en °C).
$R^{\circ}_{\text{Période}}$:	Réduit de température pendant la période de référence (en °C).
DJU_{CRef} :	DJU confort, de référence ayant servis au calcul du $C_{\text{BâtRef}}$ (base $T^{\circ}_{\text{Ref}} = 18$ °C)
DJ_{RRef} :	DJ de référence en réduit ayant servi au calcul du $C_{\text{BâtRef}}$ (base $T^{\circ}_{\text{Ref}} - R^{\circ}_{\text{Ref}}$)
$DJ_{\text{CPériode}}$:	DJ température de confort pour la période considérée (base $T^{\circ}_{\text{CPériode}}$)
$DJ_{\text{RPériode}}$:	DJ en réduit pour la période considérée (base $T^{\circ}_{\text{CPériode}} - R^{\circ}_{\text{Période}}$)
V_{Ref} :	Volume de renouvellement d'air neuf de référence
$V_{\text{Période}}$:	Volume de renouvellement d'air neuf de la période
$C_{\text{BâtRef}}$	$= K \times [(H_{\text{Ref}} / 168) \times DJUC_{\text{Ref}} + ((168 - H_{\text{Ref}}) / 168) \times DJR_{\text{Ref}}]$

Où K est une constante immuable pour le bâtiment = $(24 \times G \times V)$

G = Coefficient volumique de déperditions,

V = Volume chauffée du bâtiment.

24 = 24 heures

Etiquette Energétique de référence pour le chauffage du bâtiment = $C_{\text{BâtRef}}/S_{\text{Bât}}$

$$C_{\text{PL.TH/Période}} = S_{\text{PL}}/S_{\text{Bât}} \times \{ K \times [(H_{\text{Période}}/168) \times DJ_{\text{CPériode}} + ((168 - H_{\text{Période}})/168) \times DJ_{\text{RPériode}}] + (0,34 \times H_{\text{Période}}/168) \times (V_{\text{Période}} - V_{\text{Ref}}) \times DJ_{\text{CPériode}} \} - \text{apports internes}$$

Où «0.34» est la chaleur volumique de l'air.

$$\text{Apports internes} = E_{\text{PL.TH/Période}} + AP_{\text{PL.TH/Période}} + Bur_{\text{PL.TH/Période}}$$

Où :

$E_{\text{PL.TH/Période}}$ = apports dus à l'Eclairages (voir mode de calcul dans référentiel éclairage)

$AP_{\text{PL.TH/Période}}$ = apports dus aux personnes présentes
 = $NB_{\text{PL}} \times 0.070 \times H_{\text{Période}}$

Où NB_{PL} = Nombre d'occupants dans la partie locative.
 0.070 = Puissance dissipée par une personne dans un bureau (kW)

Si NB_{PL} n'est pas connu prendre $NB_{\text{PL}} = S_{\text{PL}}/12$ (une personne pour 12 m²)

$Bur_{\text{PL.TH/Période}}$ = apports dus au fonctionnement des équipements de bureautique (voir mode de calcul dans référentiel auxiliaires)

Etiquette Energétique de la période pour le chauffage de la partie locative
 = $C_{\text{PL.TH/Période}}/S_{\text{PL}}$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($C_{\text{PL.TH/Période}}$) de la consommation réelle pour la même période et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

La consommation d'une zone au sein d'une partie locative pourra être calculée soit :

- selon mode de calcul exposé ci-dessus,
- au pro rata des surfaces.

Nota: Pour la première année d'exploitation, compte tenu des disparité importantes pouvant exister entre les différentes parties locatives (exposition, niveau) si possible, le référentiel propre à une partie locative, zone, pourra être calculé directement par le moteur de calcul de la RT en vigueur au lieu des calculé au pro rata des surfaces.

Auquel cas:

$$C_{\text{PLRef}} = K \times [(H_{\text{Ref}}/168) \times DJ_{\text{CRef}} + ((168 - H_{\text{Ref}})/168) \times DJ_{\text{RRef}}]$$

$$C_{\text{PL.TH/Période}} = \{ K \times [(H_{\text{Période}}/168) \times DJ_{\text{CPériode}} + ((168 - H_{\text{Période}})/168) \times DJ_{\text{RPériode}}] + (0,34 \times H_{\text{Période}}/168) \times (V_{\text{Période}} - V_{\text{Ref}}) \times DJ_{\text{CPériode}} \} - \text{apports internes}$$

Consommation totale du Bâtiment : $C_{\text{Bât.TH/Période}}$ (kWh)

Dans la mesure où les parties locatives n'auront pas obligatoirement les mêmes conditions d'exploitation (T° confort et Horaires d'occupation), la consommation totale théorique du bâtiment sera égale à la somme des consommations théoriques des parties locatives complétée des consommations pour les parties communes et autres parties spécifiques (locaux techniques, RIE, ...).

$$C_{\text{Bât.TH/Période}} = \sum C_{\text{PL.TH/Période}} + C_{\text{PC.TH/Période}}$$

Etiquette Energétique de la période pour le chauffage du bâtiment = $C_{\text{Bât.TH/Période}} / S_{\text{Bât}}$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($C_{\text{Bât.TH/Période}}$) de la consommation réelle pour la même période et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

Eclairage

Facteurs d'influence :

- Ensoleillement,
- Horaires d'occupation,
- Comportement des occupants.

Consommation pour une partie locative : $E_{\text{PL.TH}}$ (kWh)

En considérant à chaque fois les paramètres propres à chaque partie locative.

$E_{\text{BâtRef}}$: Consommation pour la totalité du bâtiment, issue des calculs de la RT en vigueur

$S_{\text{Bât}}$: Surface du bâtiment.

S_{PL} : Surface Partie locative.

H_{Ref} : Nombre d'heures d'occupation de référence/semaine.

$H_{\text{Période}}$: Nombre d'heures d'occupation/semaine.

$$E_{\text{BâtRef}} = P \times (H_{\text{Ref}} \times 52) \text{ (consommation annuelle)}$$

Où P est la puissance moyenne foisonnée en horaire d'occupation.

Etiquette Energétique de référence pour l'éclairage du bâtiment = $E_{\text{BâtRef}} / S_{\text{Bât}}$

$$E_{\text{PL.TH/Période}} = (S_{\text{PL}} / S_{\text{Bât}}) \times P \times (H_{\text{Période}} \times \text{Nbre semaines dans la période})$$

Etiquette Energétique pour l'éclairage de la partie locative = $E_{\text{PL.TH/Période}} / S_{\text{PL}}$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($E_{\text{PL.TH/Période}}$) de la consommation réelle extrapolée sur une année et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

Consommation totale du Bâtiment : $E_{\text{Bât.TH/Période}}$ (kWh)

$$E_{\text{Bât.TH/Période}} = \sum E_{\text{PL.TH/Période}} + E_{\text{PC.TH/Période}}$$

$$\text{Etiquette Energétique pour l'éclairage du bâtiment} = E_{\text{Bât.TH/Période}} / S_{\text{Bât}}$$

Production ECS

Consommation d'ECS : moyenne de 5 l/jour/occupant (à 50 °C) soit environ 0,22 kWh .

Facteurs d'influence :

- Nombre d'occupants
- Comportement des occupants.

Consommation pour une partie locative : $EC_{\text{PL.TH}}$ (kWh)

En considérant à chaque fois les paramètres propres à chaque partie locative.

$NB_{\text{Bât}}$:	Nombre d'occupants dans le bâtiment
NB_{PL} :	Nombre d'occupants dans la partie locative.
J_{Ref} :	Nombre de jours d'occupation de référence par semaine
J_{PL} :	Nombre de jours d'occupation par semaine

$$EC_{\text{BâtRef}} = 0,20 \times (NB_{\text{Bât}} \times J_{\text{Ref}} \times 52) \text{ (consommation annuelle)}$$

Où 0.200 Wh est la consommation/personne/jour pour la production d'ECS (environ 5l/personne/jour)

$$\text{Etiquette Energétique de référence pour l'ECS du bâtiment} = EC_{\text{BâtRef}} / S_{\text{Bât}}$$

$$EC_{\text{PL.TH/Période}} = 0,20 \times (NB_{\text{PL}} \times J_{\text{PL}} \times \text{Nbre semaines dans la période})$$

Si NB_{PL} n'est pas connu prendre $NB_{\text{PL}} = S_{\text{PL}} / 12$ (une personne pour 12 m²)

$$\text{Etiquette Energétique pour l'ECS de la partie locative} = EC_{\text{PLTH/Période}} / S_{\text{PL}}$$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($EC_{\text{PL.TH/Période}}$) de la consommation réelle extrapolée sur une année et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

Consommation totale du Bâtiment : $EC_{\text{Bât.TH/Période}}$ (kWh)

$$EC_{\text{Bât.TH/Période}} = \sum EC_{\text{PL.TH/Période}} + EC_{\text{PC.TH/Période}}$$

$$\text{Etiquette Energétique pour l'ECS du bâtiment} = EC_{\text{Bât.TH/Période}} / S_{\text{Bât}}$$

Ventilation

Facteurs d'influence :

- DJU,
- Température de confort (comportement),
- Horaires d'occupation,
- Renouvellement d'air neuf.

Consommation pour une partie locative : $V_{PL,TH}$ (kWh)

En considérant à chaque fois les paramètres propres à chaque partie locative.

$V_{BâtRef}$: Consommation pour la ventilation du bâtiment, issue des calculs de la RT en vigueur

H_{Ref} : Nombre d'heures de ventilation de référence/semaine.

$H_{Période}$: Nombre d'heures de ventilation/semaine.

$$V_{BâtRef} = P \times (H_{Ref} \times 52) \text{ (consommation annuelle)}$$

Où P est la puissance des équipements de ventilation.

Etiquette Energétique de référence pour la ventilation = $V_{BâtRef} / S_{Bât}$

$$V_{PL,TH/Période} = (S_{PL} / S_{Bât}) \times P \times (H_{Période} \times \text{Nbre semaines dans la période})$$

Etiquette Energétique pour la ventilation = $V_{PL,TH/Période} / S_{PL}$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($V_{PL,TH/Période}$) de la consommation réelle extrapolée sur une année et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

Consommation totale du Bâtiment : $V_{Bât,TH/Période}$ (kWh)

$$V_{Bât,TH/Période} = \sum V_{PL,TH/Période}$$

Etiquette Energétique pour la bureautique du bâtiment = $V_{Bât,TH/Période} / S_{Bât}$

Auxiliaires chaufferies (pompes ...)

Facteurs d'influence :

- DJU,
- Température de confort (comportement),
- Horaires d'occupation,

Consommation pour une partie locative : $PP_{PL,TH}$ (kWh)

En considérant à chaque fois les paramètres propres à chaque partie locative.

$PP_{BâtRef}$: Consommation pour le fonctionnement des auxiliaires de chaufferie, issue des calculs de la RT en vigueur

H_{Ref} : Nombre d'heures de fonctionnement des auxiliaires de chaufferie de référence/semaine (en saison de chauffage).
 $H_{Période}$: Nombre d'heures de fonctionnement des auxiliaires de chaufferie/semaine (en saison de chauffage).

$$PP_{BâtRef} = P \times (H_{Ref} \times 52) \text{ (consommation annuelle)}$$

Où P est la puissance des auxiliaires de chaufferie.

$$\text{Etiquette Energétique de référence pour les auxiliaires chaufferie} = PP_{BâtRef} / S_{Bât}$$

$$PP_{PL.TH/Période} = (S_{PL} / S_{Bât}) \times P \times (H_{Période} \times \text{Nbre semaines dans la période})$$

$$\text{Etiquette Energétique pour les auxiliaires chaufferie} = PP_{PL.TH/Période} / S_{PL}$$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($PP_{PL.TH/Période}$) de la consommation réelle extrapolée sur une année et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

Consommation totale du Bâtiment : $EC_{Bât.TH/Période}$ (kWh)

$$EC_{Bât.TH/Période} = \sum EC_{PL.TH/Période} + EC_{PC.TH/Période}$$

$$\text{Etiquette Energétique pour l'ECS du bâtiment} = EC_{Bât.TH/Période} / S_{Bât}$$

Bureautique

Facteurs d'influence :

- Horaires d'occupation,
- Nombre d'occupants
- Comportement des occupants.

Consommation pour une partie locative : $Bur_{PL.TH}$ (kWh)

En considérant à chaque fois les paramètres propres à chaque partie locative.

$NB_{Bât}$: Nombre d'occupants dans le bâtiment
 NB_{PL} : Nombre d'occupants dans la partie locative.

H_{Ref} : Nombre d'heures d'occupation de référence/semaine.
 $H_{Période}$: Nombre d'heures d'occupation/semaine.

$$Bur_{BâtRef} = 0,10 \times (NB_{Bât} \times H_{Ref} \times 52) \text{ (consommation annuelle)}$$

Où 0.100 W est la puissance moyenne foisonnée des équipements de bureautique/personne.

$$\text{Etiquette Energétique de référence pour la bureautique du bâtiment} = Bur_{BâtRef} / S_{Bât}$$

$$Bur_{PL.TH/Période} = 0,10 \times (NB_{PL} \times H_{Période} \times \text{Nbre semaines dans la période})$$

Si NB_{PL} n'est pas connu prendre $NB_{PL} = S_{PL}/12$ (une personne pour 12 m²)

Etiquette Energétique pour la bureautique de la partie locative = $Bur_{PLTH/Période}/S_{PL}$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($Bur_{PL.TH/Période}$) de la consommation réelle extrapolée sur une année et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

Consommation totale du Bâtiment : $Bur_{Bât.TH/Période}$ (kWh)

$$Bur_{Bât.TH/Période} = \sum Bur_{PL.TH/Période}$$

Etiquette Energétique pour la bureautique du bâtiment = $Bur_{Bât.TH/Période}/S_{Bât}$

Climatisation

Facteurs d'influence :

- DJ climatisation
- Température de confort (comportement),
- Horaires d'occupation,
- Renouvellement d'air neuf.

Consommation pour une partie locative : $Cli_{PL.TH}$ (kWh)

En considérant à chaque fois les paramètres propres à chaque partie locative.

$Cli_{BâtRef}$: Consommation pour la totalité du bâtiment, issue des calculs de la RT en vigueur

Si la consommation n'est pas calculée dans le cadre de la RT en vigueur, le BET Efficacité Energétique et Environnementale devra l'imposer.

$S_{Bât}$: Surface du bâtiment.

S_{PL} : Surface Partie locative.

H_{Ref} : Nombre d'heures d'occupation de référence/semaine.

$H_{Période}$: Nombre d'heures d'occupation/semaine.

T_{Ref}° : Température confort de référence en période d'occupation : 24 °C.

$T_{Période}^{\circ}$: Température réelle confort pendant la période considérée.

R_{Ref}° : Réduit de température de référence en période d'inoccupation (en °C).

$R_{Période}^{\circ}$: Réduit de température pendant la période de référence (en °C).

$DJ_{Cli_{CRef}}$: DJ confort, de référence ayant servis au calcul du $Cli_{BâtRef}$ (base $T_{Ref}^{\circ} = 24$ °C)

Les $DJ_{Clim_{CRef}}$ seront calculés à partir de la température extérieure moyenne journalière connue pour les 3 dernières années et ce pendant la période de rafraichissement (juin, juillet, août et septembre).

$DJ_{Cli_{RRef}}$: DJ de référence en réduit ayant servi au calcul du $Cli_{BâtRef}$ (base $T_{Ref}^{\circ} + R_{Ref}^{\circ}$)
 $DJ_{Cli_{CPériode}}$: DJ température de confort pour la période considérée (base $T_{CPériode}^{\circ}$)
 $DJ_{Cli_{RPériode}}$: DJ en réduit pour la période considérée (base $T_{CPériode}^{\circ} + R_{Période}^{\circ}$)

V_{Ref} : Volume de renouvellement d'air neuf de référence
 $V_{Période}$: Volume de renouvellement d'air neuf de la période

$$Cli_{BâtRef} = K \times [(H_{Ref}/168) \times DJ_{Cli_{CRef}} + ((168 - H_{Ref})/168) \times DJ_{Cli_{RRef}}] + \text{apports solaires et internes}$$

Où K est une constante immuable pour le bâtiment = $(24 \times G \times V)$
 G = Coefficient volumique de déperditions,
 V = Volume chauffée du bâtiment.
 24 = 24 heures

Etiquette Energétique de référence pour le chauffage du bâtiment = $C_{BâtRef}/S_{Bât}$

$$Cli_{PL,TH/Période} = S_{PL}/S_{Bât} \times \{ K \times [(H_{Période}/168) \times DJ_{Cli_{CPériode}} + ((168 - H_{Période})/168) \times DJ_{Cli_{RPériode}}] + (0,34 \times H_{Période}/168) \times (V_{Période} - V_{Ref}) \times DJ_{Cli_{CPériode}} \} + \text{apports solaires et internes.}$$

Où «0.34» est la chaleur volumique de l'air.

Les **apports solaires** devront être mentionnés dans les calculs initiaux.

$$\text{Apports internes} = E_{PL,TH/Période} + AP_{PL,TH/Période} + Bur_{PL,TH/Période}$$

Où :

$E_{PL,TH/Période}$ = apports dus à l'Eclairages (voir mode de calcul dans référentiel éclairage)

$$AP_{PL,TH/Période} = \text{apports dus aux personnes présentes} = NB_{PL} \times 0.070 \times H_{Période}$$

Où NB_{PL} = Nombre d'occupants dans la partie locative.
 0.070 = Puissance dissipée par une personne dans un bureau (kW)

Si NB_{PL} n'est pas connu prendre $NB_{PL} = S_{PL}/12$ (une personne pour 12 m²)

$Bur_{PL,TH/Période}$ = apports dus au fonctionnement des équipements de bureautique (voir mode de calcul dans référentiel auxiliaires)

Etiquette Energétique de la période pour le chauffage de la partie locative
= $Cli_{PL.TH/Période} / S_{PL}$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($Cli_{PL.TH/Période}$) de la consommation réelle pour la même période et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

La consommation d'une zone au sein d'une partie locative pourra être calculée soit :

- selon mode de calcul exposé ci-dessus,
- au pro rata des surfaces.

Nota: Pour la première année d'exploitation, compte tenu des disparités importantes pouvant exister entre les différentes parties locatives (exposition, niveau), le référentiel propre à une partie ou zone locative pourra être calculé directement par le moteur de calcul de la RT en vigueur en lieu et place des calculs au prorata des surfaces.

Consommation totale du Bâtiment : $Cli_{Bât.TH/Période}$ (kWh)

Dans la mesure où les parties locatives n'auront pas obligatoirement les mêmes conditions d'exploitation (T° confort et Horaires d'occupation), la consommation totale théorique du bâtiment sera égale à la somme des consommations théoriques des parties locatives complétée des consommations pour les parties communes et autres parties spécifiques (locaux techniques, RIE, ...).

$$Cli_{Bât.TH/Période} = \sum Cli_{PL.TH/Période} + Cli_{PC.TH/Période} + \dots$$

Etiquette Energétique de la période pour le chauffage du bâtiment = $Cli_{Bât.TH/Période} / S_{Bât}$

Pour les tableaux de bord, il conviendra de rapprocher la consommation théorique ($Cli_{Bât.TH/Période}$) de la consommation réelle pour la même période et de faire les analyses qui en découlent pour corrections et actions s'il y a lieu.

NOTA : Attention à l'uniformité des unités (kWh) et à la conversion des E_F en E_P

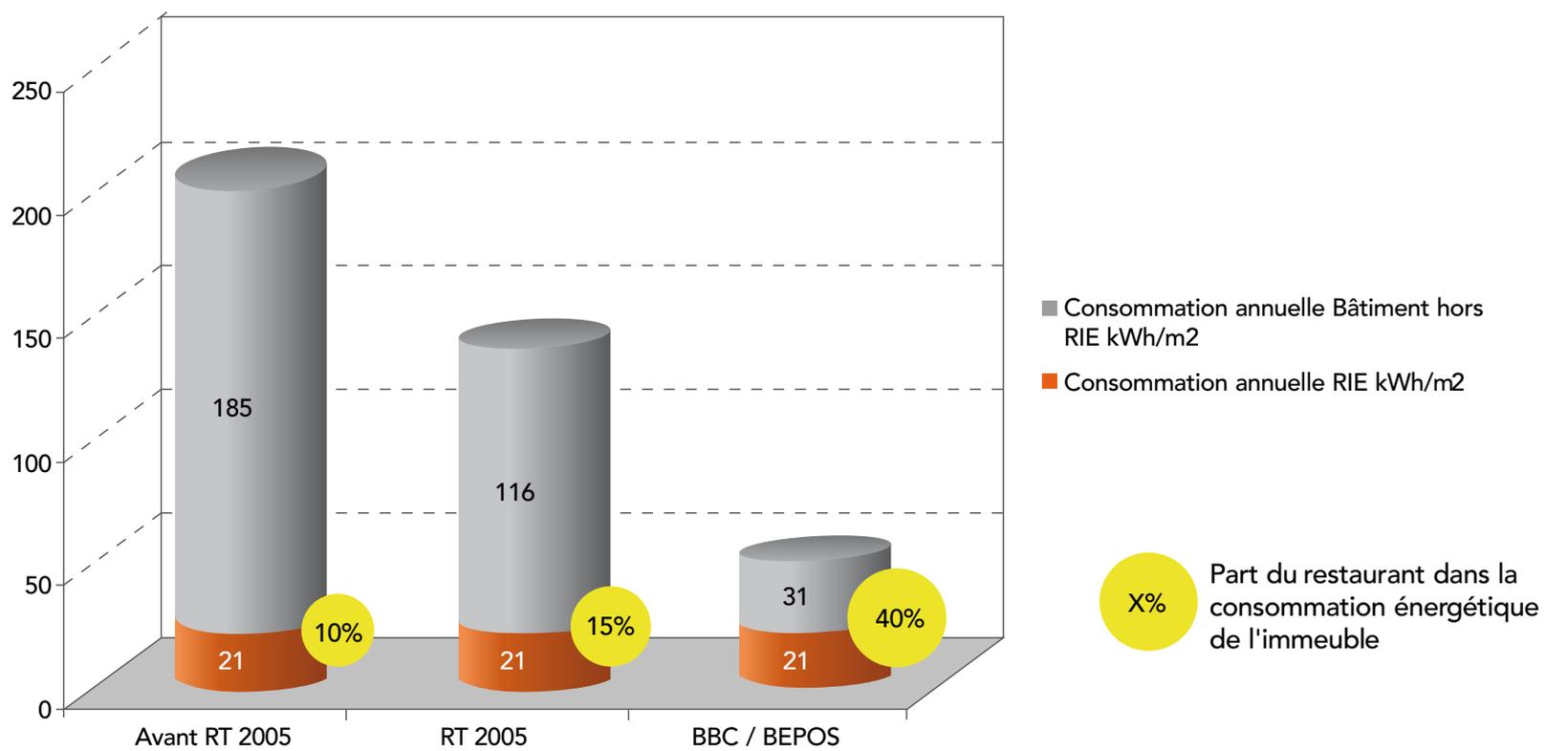
Pour l'analyse, il conviendra de comparer les consommations réelles, issues des mesures, reformatées à partir des algorithmes de calcul, aux consommations théoriques issues des référentiels.

- Annexes techniques

Groupe de travail Restauration



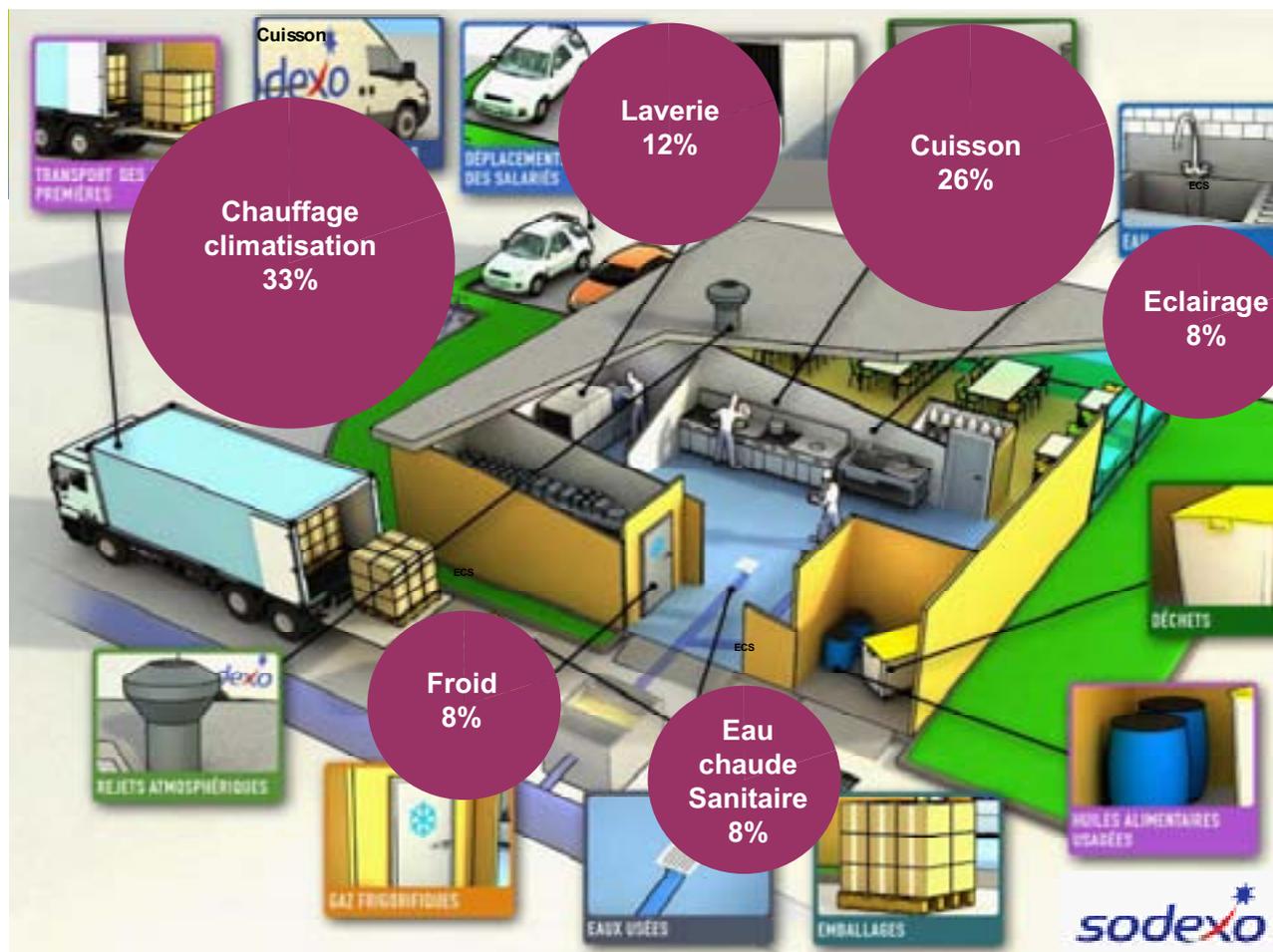
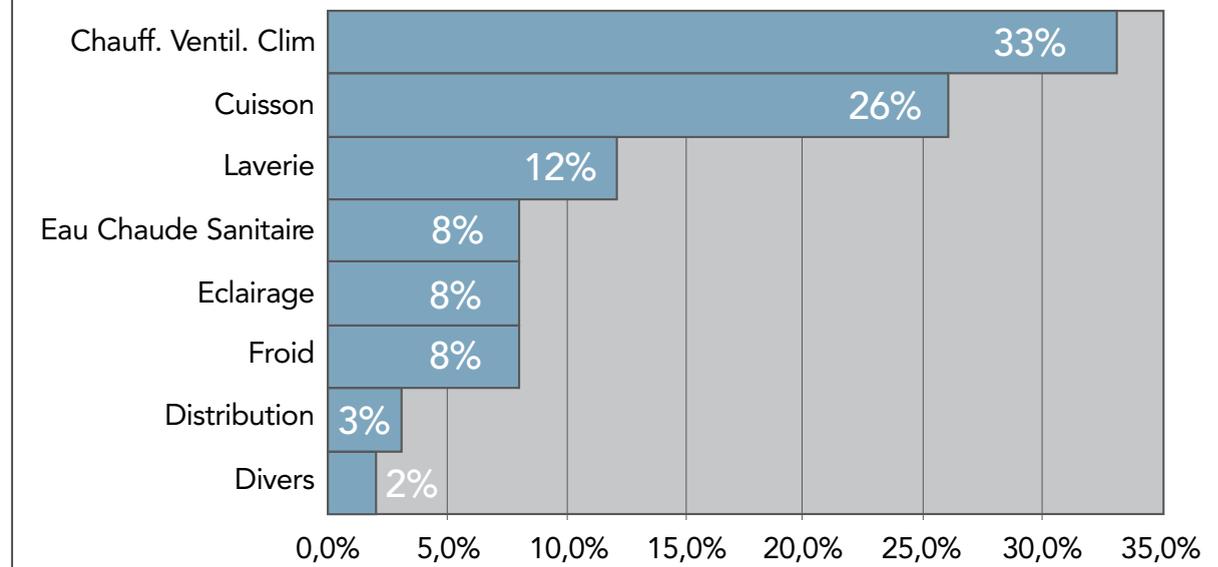
Evolution de la consommation énergétique d'un restaurant dans un immeuble



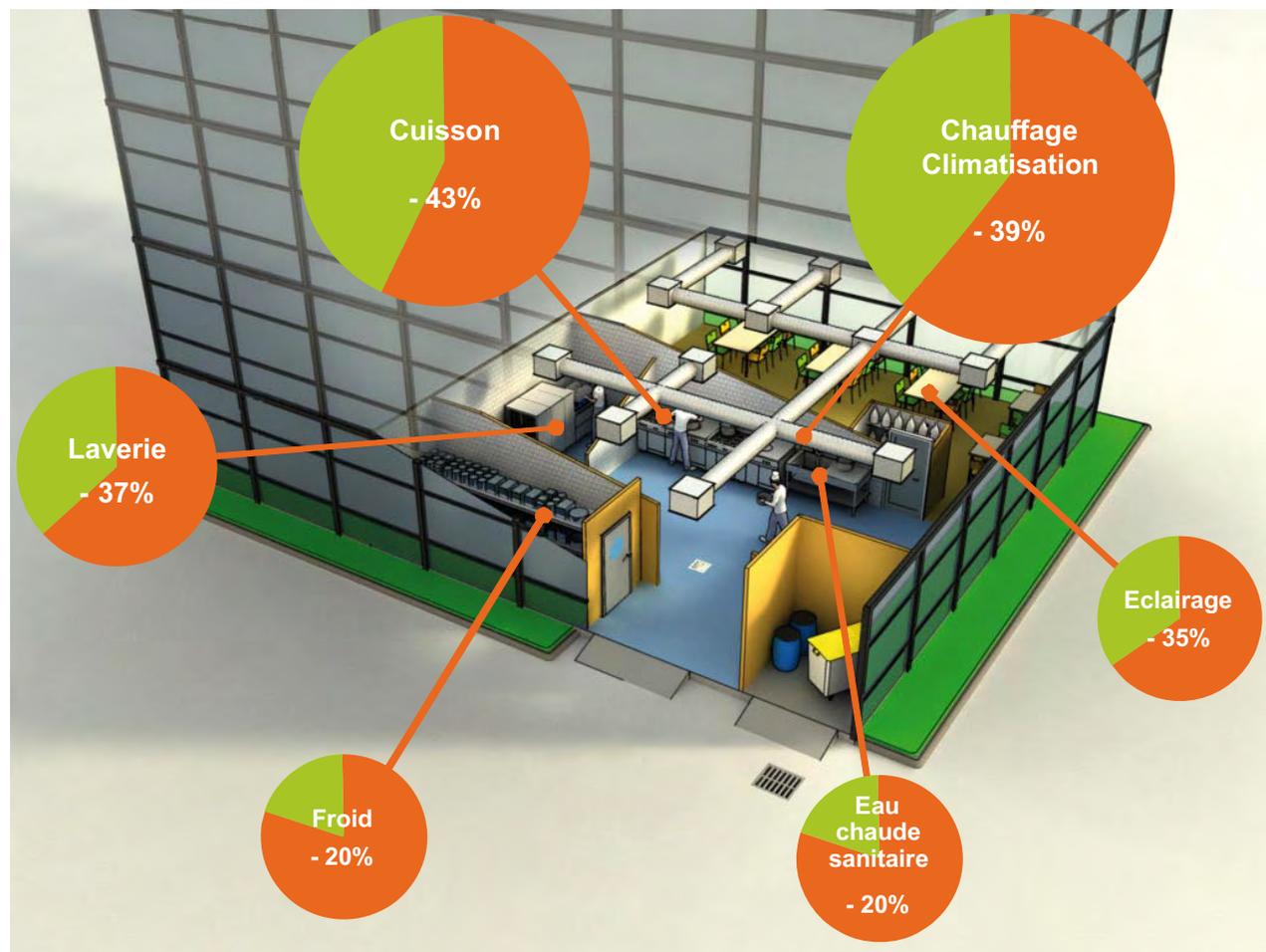
Exemple d'un RIE type (700 couverts)



Décomposition de la consommation annuelle par poste



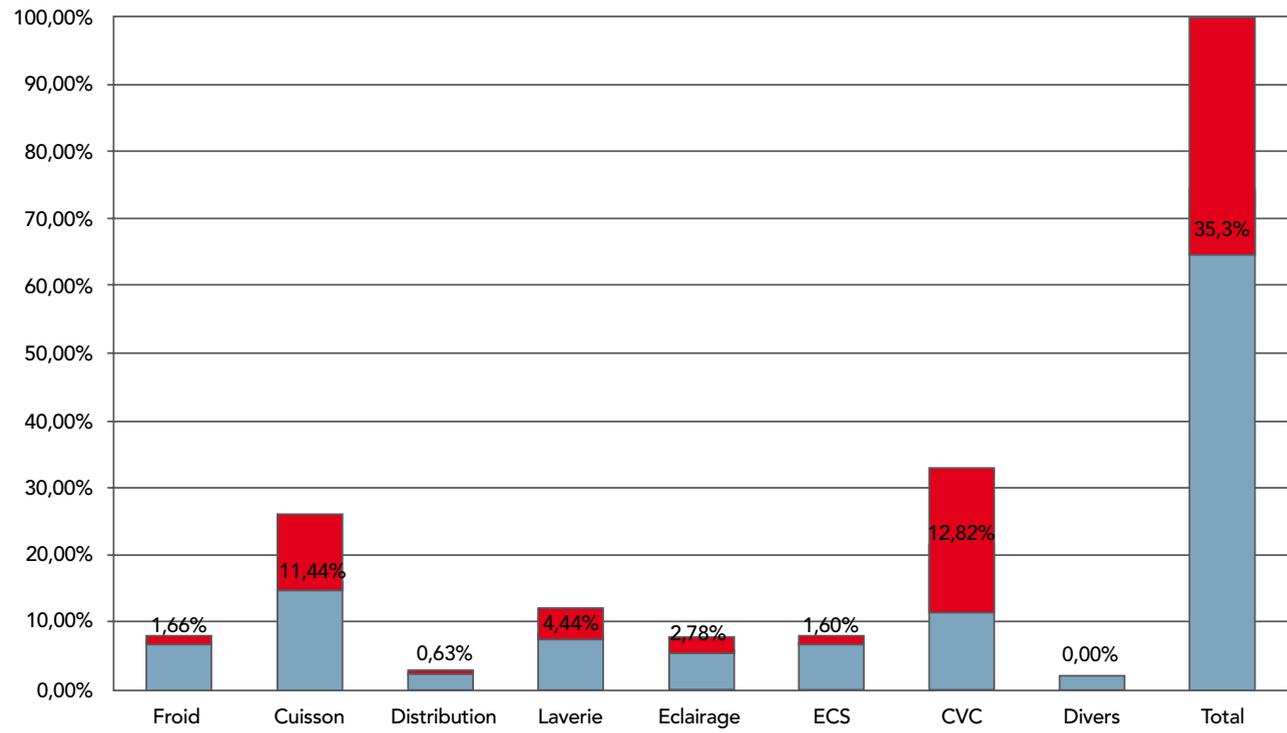
Les économies d'énergie réalisables :



Consommation et économies potentielles par poste



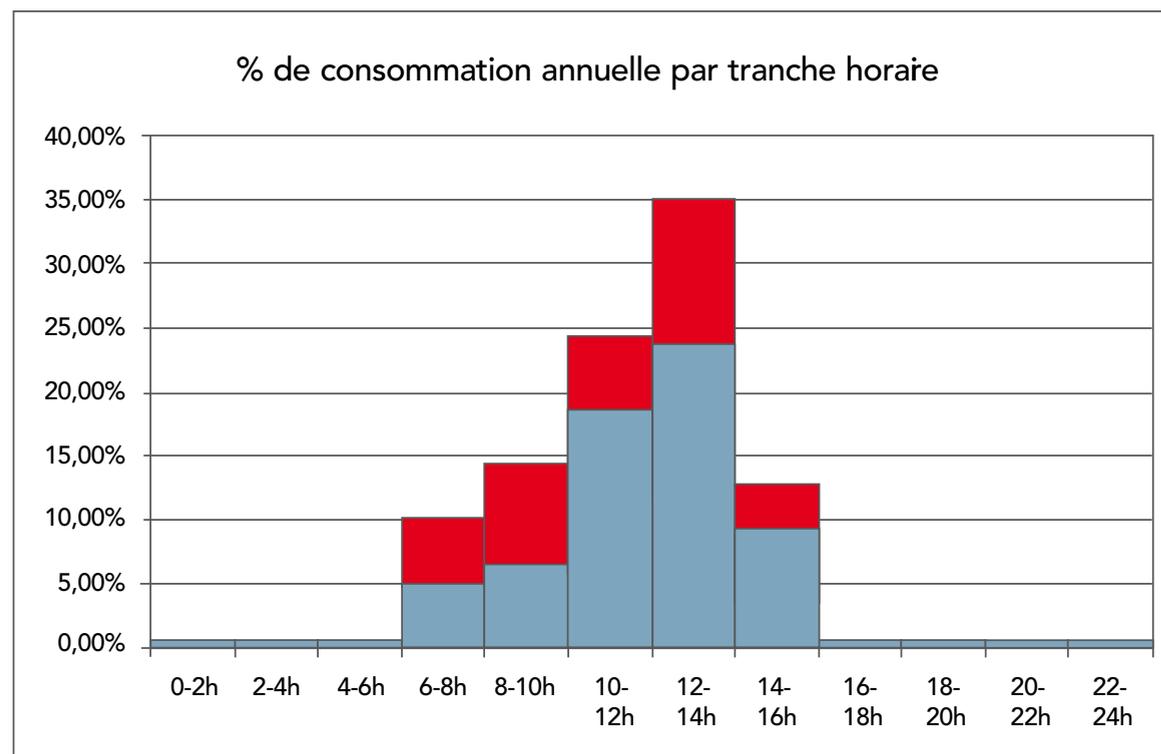
% de consommation par poste
et % d'économies potentielles en rouge



Consommation et économies potentielles par tranche horaire



% de consommation annuelle par tranche horaire



- Annexes techniques

Groupe de travail Bureautique

→ *simulateur ConsoTIC*

Les Objectifs de l'application

- Concepts et principes fondamentaux
- Périmètre et limites de l'application

La situation existante

- Les principales composantes
- Le bâtiment «Green Office»
- Utilisation du bâtiment et des équipements
- Les utilisateurs de bureautique
- Les équipements bureautiques
- Les autres paramètres

Les calculs et simulations

- Calculs de consommation énergétique
- Les leviers d'optimisation
- La situation cible

Les synthèses et comparatifs

- Situation existante
- Situation objectif
- Comparatif actuel / objectif
- Synthèse par famille
- Synthèse graphique

LES OBJECTIFS DE L'APPLICATION

CONCEPTS ET PRINCIPES FONDAMENTAUX

Green Office Calc est un outil de simulation et de sensibilisation à la problématique énergétique liée à l'usage de la bureautique dans l'entreprise.

Il s'agit d'un calculateur dont l'objectif est une prise de conscience des enjeux énergétiques et des économies potentiellement réalisables dans ce domaine.

Il se veut un outil d'aide à la décision, en permettant des multiples simulations visant des objectifs d'optimisation de consommation et en jouant sur leviers simples pouvant être mis en oeuvre facilement.



Simulateur Impact énergétique de la Bureautique



Gie Enjeu Energie Positive

Cette application vous propose de calculer l'impact énergétique des équipements liés à la bureautique au sein d'un bâtiment professionnel.

Plusieurs paramètres permettront d'effectuer un calcul global de la consommation annuelle d'électricité, de son coût et de son équivalent carbone :

- La typologie des utilisateurs, leur taux d'utilisation de la bureautique et les priorités d'affectation des types de postes de travail
- La composition type du parc bureautique pour un échantillon donné (ex : plateau de 300 m² pour 20 collaborateurs)
- Les caractéristiques énergétiques de chaque équipement en fonctionnement, en mode veille ou à l'arrêt.
- La durée d'utilisation effective selon les utilisateurs et du mode de fonctionnement dans les périodes de non-utilisation.

L'application permettra également des simulations à l'aide de paramètres "Objectifs" liés à une consommation énergétique optimisée :

- De nouveaux équipements moins consommateurs d'énergies
- Des pratiques d'utilisation et d'organisation plus éco-responsables

Les résultats et le comparatif "consommation actuelle vs objectif" seront proposés sous forme de tableaux de synthèse et de graphiques

réalisé par : MUSTANG Formation Conseil - Version 3.0 - Juillet 2009

L'analyse proposée repose sur 4 composantes fondamentales :

- Le bâtiment considéré (superficie, shon moyen par collaborateur...)
- Les utilisateurs (typologie...)
- Les familles d'équipements (parc type , caractéristiques...)
- L'usage (les pratiques, plages et modes d'utilisation..)

Green Office Calc permet d'une part, d'établir un «état des lieux» de l'existant en raisonnant sur un bâtiment contenant un échantillon type d'utilisateurs et des «familles» d'équipements bureautiques.

Il permet également de décrire une situation «cible» en jouant sur un ensemble de paramètres «objectifs» permettant de réduire la consommation énergétique.

Les finalités de l'application seront en tenant compte de ces 2 situations, de :

- «chiffrer» sous forme de bilan, la consommation énergétique annuelle globale de la bureautique pour un bâtiment et une population donnée,
- d'établir le même bilan en tenant compte des paramètres objectifs pour le même périmètre et en vue d'une optimisation des dépenses,
- De mesurer les écarts annuels, les ratios de Kilowatts / m², les coûts environnementaux en Euros et en tonnes de CO² et le véritable ROI de la situation objectif visée par rapport à la situation existante.



Description et Fonctionnement de l'application



Gie Enjeu Energie Positive

Contenu et rôle des différentes feuilles du classeur :

Situation ACTUELLE	Param	Définition des paramètres généraux du calcul
	Parc	Définition de la composition actuelle du parc bureautique pour un échantillon donné d'utilisateurs (ex : plateau de 20 collaborateurs) Précision des caractéristiques de consommation électrique de chaque famille d'équipement bureautique
	Utilisation	Calcul du taux et du temps d'utilisation des équipements en fonction des paramètres : priorités d'affectation, typologie et taux de présence des utilisateurs... Définition des modes de fonctionnement des équipements lors des périodes de non-utilisation
Situation OBJECTIF	Conseils *	Principaux conseils et recommandations pour optimiser la consommation électrique des équipements Bureautiques
	Optim	Définitions des "paramètres cibles" pour une optimisation de la consommation énergétique en terme de : composition du parc bureautique, taux d'utilisation des équipements, modes de fonctionnement alternatifs "hors activité"
SYNTHESE & RESULTATS	Synthèse *	Tableau récapitulatif des consommations électriques annuelles des équipements en Kwh, en coût et en équivalent carbone (Global et Ratio / m ²) Comparatif et gains potentiels (ROI) de la situation objectif par rapport à la situation actuelle. Simulation possible sur le périmètre d'utilisateurs concernés
	Synthèse 2 *	Equivalent au tableau de synthèse globalisé par famille d'équipements
	Graphiques *	Représentations graphiques : Comparatif actuel vs objectif et répartition des consommations annuelles par famille d'équipements

(* Tableaux calculés non modifiables par l'utilisateur

L'application Green Office Calc a été réalisée sous Microsoft Excel pour offrir la souplesse de nombreux paramètres de calcul, la possibilité d'adaptation aux spécificités de l'entreprise et de bénéficier des fonctionnalités de calcul, de simulation et de représentation graphique du tableur.

PERIMETRE ET LIMITES DE L'APPLICATION

L'application Green Office Calc est un outil de simulation et d'aide à la décision qui se veut simple d'utilisation tant sur la description de la situation existante, sur celle des leviers d'optimisation que sur l'interprétation des résultats.

Pour faciliter l'analyse, l'application est bâtie autour de plusieurs postulats simples, mais non simplistes :

→ **Une typologie et une répartition standard d'utilisateurs** : 3 grands types d'utilisateurs sont identifiés : Nomades, Mobiles et Sédentaires. Il ne s'agit pas d'être précis dans les effectifs, l'organisation ou les différents métiers...

→ **Des usages «communs» pour un type d'utilisateur donné** : taux de présence sur le poste de travail, horaires, durée annuelle de travail.... Pas de distinction des usages, des horaires détaillés pour chaque métier, service ou selon l'organisation interne.

→ **Un parc de familles d'équipements typique pour un échantillon de population donné** : 5 grandes familles d'équipements et pour chacune quelques équipements types. A l'opposé d'une gestion de parc précise différenciant chaque équipement par marque, modèle, performances...

→ **Une affectation standard des équipements aux différentes catégories d'utilisateurs** : Une logique simple de priorités d'affectation en fonction du type d'utilisateurs. Les PC portables sont affectés prioritairement aux nomades, puis aux mobiles... Inversement les postes fixes aux sédentaires...

→ **Des caractéristiques de consommation énergétique selon 3 modes simples** : En fonctionnement, en veille ou éteint. Sans tenir compte de modes ou caractéristiques supplémentaires spécifiques de certains équipements : mode prêt, durées transitoires, délais entre chaque mode...

→ **La prise en compte de leviers tangibles, d'effets directs quantifiables et relatifs à l'usage de la bureautique dans le bâtiment considéré**. Pas de prise en compte par exemple, des consommations des équipements en dehors du bâtiment (pc portables, téléphone mobile...)

Inversement l'application ne saurait prétendre être exhaustive, sur l'ensemble de la problématique et sur tous les aspects liés à une politique globale de réduction des consommations énergétiques.

Ne sont ainsi volontairement pas pris en compte certains autres aspects qui dans une approche plus détaillée peuvent aussi influencer sur la consommation énergétique et sur l'impact environnemental :

- De nouvelles pratiques : développement du télétravail...
 - De nouveaux équipements ou technologies : par exemple, la réduction des «traces» liées à la limitation des déplacements du fait de l'adoption de la vidéo-conférence...
 - De nouvelles solutions informatiques : virtualisation, mutualisation ou externalisation de certaines ressources...
 - De nouveaux usages : impressions recto/verso, traitements batch...
 - De la dématérialisation de documents
 - D'autres effets indirects : consommation de papier, production thermique des équipements etc...
- Entre autres...

LA SITUATION EXISTANTE

LES PRINCIPALES COMPOSANTES

L'application comprend de nombreux paramètres pour permettre à l'utilisateur de décrire précisément l'existant et de simuler en jouant sur des valeurs objectifs possibles.

Les principales composantes sont :

- Le bâtiment
- La typologie d'utilisateurs
- Les principaux équipements bureautiques
- Certains usages de ces équipements

LE BATIMENT «GREEN OFFICE»

Les caractéristiques spécifiques au bâtiment interviennent peu dans le calcul et les simulations des consommations énergétique de la bureautique.

Les paramètres utilisés sont précisés dans l'onglet «Param» de l'application:

→ La **superficie totale** du bâtiment

→ La densité d'utilisateurs exprimée par la **superficie moyenne par utilisateur**

Bâtiment	
Surface totale du bâtiment	5 000 m ²
Surface moyenne (shon) par collaborateur	15 m ²

Ils permettront de calculer si besoin la consommation totale du bâtiment, mais surtout de réaliser l'analyse sur une surface typique caractéristique du bâtiment (étage, open-space...) et de déduire des ratios de consommation par m² et par an

Par exemple, l'utilisateur pourra réaliser son analyse sur un «plateau type» de 300 m² pour une population d'une vingtaine d'utilisateurs.

Dotation type des équipements :

Composition typique du Parc Bureautique		
Dotation pour un plateau de :	20	Pers.

Synthèse sur : 20 pers x 15m²/utilisateur = 300 m²

TOTAUX ANNUELS POUR 20 PERSONNES ET 300 M ²	96 905 Kwh	26 112 Kwh
RATIO PAR M ² / AN :	323 Kwh	87 Kwh

UTILISATION DU BATIMENT ET DES EQUIPEMENTS

Dans l'année, la plage de temps au cours de laquelle les équipements bureautiques sont potentiellement utilisés est limitée par :

Le nombre réels de jours d'ouverture du bâtiment : hors week end, jours fériés ou éventuelles périodes de fermeture de l'entreprise.

Paramètres : Utilisation du Bâtiment		
Nombre de jours / an	365	jours
Nombre de jours de fermeture / an (WE + Fériés)	114	jours
Soit : Nombre de jours d'ouverture par an :	251	jours

La plage horaire d'ouverture du bâtiment qui détermine une durée potentielle d'utilisation en heures par jour.

Horaires	de	à	soit
Horaires d'ouverture du bâtiment	9 h	18 h	9 h / jour

En effet, durant les jours et plage horaire de «fermeture», une majorité d'équipements ne sont généralement pas utilisés et sont soit en mode «veille» soit éteints. Certains équipements actifs en permanence échappent cependant à cette règle et sont continuellement en fonction 24 h / 24 et 7 j / 7.

Les paramètres utilisés sont précisés dans l'onglet «Param» de l'application:

L'application utilisera ces 2 paramètres pour les calculs de consommation par an, particulièrement pour les équipements bureautiques partagés.

Par exemple, si les paramètres d'ouverture du bâtiment sont les suivants :

Nombre de jours de fermeture : 114 jours
Nombre de jours d'ouverture : 251 jours
Horaires d'ouverture du bâtiment : 9 – 18 h soit 9 h / jour
Equipement A : Actif à 100 % du temps d'ouverture
En veille la nuit
et Eteint les jours de fermeture

La consommation annuelle de l'équipement A considéré sera :

(Conso horaire – Mode actif) x 9 h x 251 jours
+ (Conso horaire – Mode veille) x 15 h x 251 jours
+ (Conso horaire – Mode éteint) x 24 h x 114 jours

Remarques :

Certains équipements plus «personnels» comme les postes de travail (PC) pourront prendre en compte (en option) une 3e période supplémentaire de «non activité» que sont les congés de l'utilisateur (cf. § suivant :»Les utilisateurs«).

Inversement, certains autres équipements actifs en permanence (ex : routeurs, switch...) ne tiendront aucun compte de ces périodes avec un calcul de consommation énergétique annuelle simplifié :

(Conso horaire – Mode actif) x 24 h x 365 jours

LES UTILISATEURS DE BUREAUTIQUE

Le paramètre «utilisateur» intervient à 2 niveaux dans l'application Green Office Calc :

La typologie des utilisateurs selon 3 catégories (Nomades, Mobiles et Sédentaires) et les taux de présence respectifs à leur poste de travail.

Les périodes de «non activité» de l'utilisateur (congés, RTT...) qui peut influencer directement sur la consommation énergétiques d'équipements bureautiques individuels comme les postes de travail.

Ces paramètres sont précisés dans l'onglet «Param» de l'application.

TYPOLOGIE ET TAUX DE PRESENCE DES UTILISATEURS

Ces éléments de typologie et taux de présence des utilisateurs interviennent comme paramètres indirects pour le calcul de taux d'utilisation différenciés des différents types de postes de travail.

3 catégories d'utilisateurs sont distinguées :

- Les Nomades : Utilisateurs majoritairement à l'extérieur de l'entreprise ou plus précisément du bâtiment (moins de 30% de leur temps dans les locaux) : par exemple les commerciaux terrain....
- Les Mobiles : Utilisateurs amenés à se déplacer assez régulièrement hors de leur poste de travail dans l'entreprise (en réunion...) ou à l'extérieur de l'entreprise (rendez vous...) : par exemple des Managers....
- Les Sédentaires : Utilisateurs majoritairement à leur poste de travail. Par exemple : un comptable, une assistante...

L'utilisateur de l'application «Green Office Calc» pourra donc estimer la répartition approximative de ces catégories dans l'entreprise :

Typologie des utilisateurs :	Répartition
Nomades (moins de 30 % dans l'établissement)	30%
Mobiles	15%
Sédentaires (plus de 80% à son poste de travail)	55%
	100%

Pour chacune de ces catégories, le «taux de présence moyen» à son poste de travail devra également être précisé .:

Taux de présence / type d'utilisateur par jour travaillé	Tx Présence
Nomades (utilisation dans l'entreprise uniquement)	0,3
Mobiles	0,6
Sédentaires	0,8

Dans les calculs, ce taux s'appliquera à la durée d'une journée de travail (ie journée d'ouverture du bâtiment). Par exemple si le bâtiment est ouvert 9 heures / jour et qu'un utilisateur nomade est 30% présent à son poste. Sa durée de présence à son poste sera de 30 % de 9 h soit 3 heures...

Les principes de raisonnement utilisés par l'application «Green Office Calc» sont les suivants:

- Les PC portables sont affectés prioritairement aux utilisateurs Nomades, puis à certains utilisateurs Mobiles et éventuellement à quelques rares Sédentaires.
- La population type de l'entreprise (ou du «plateau» considéré) est composée, par exemple de 30% de Nomades, 15% de Mobiles et 55 % de Sédentaires
- Les Nomades sont présents par exemple 30% de leur temps à leur poste de travail, les Mobiles 60% et les Sédentaires à 80%

Le calcul du taux d'utilisation effectif et la durée quotidienne d'utilisation d'un PC Portable tiendra compte de la pondération de ces 3 paramètres.

NON ACTIVITE DES UTILISATEURS

Outre les jours de fermeture de l'entreprise (WE; fériés....) et plages de temps de fermeture (en dehors des horaires de bureau), le calcul de la durée d'utilisation de certains équipements bureautiques individuels comme notamment les postes de travail devront également prendre en compte une éventuelle période supplémentaire de «non activité» que sont les congés de l'utilisateur.

Cette durée de congés ne sera utilisée dans les calculs que pour des équipements individuels et non-partagés, qui pourraient être non utilisés pendant les congés de l'intéressé (PC portable éteint, Client léger en veille...)

Ces paramètres sont également précisés dans l'onglet «Param» de l'application.

Paramètres : Collaborateurs	
Nombre moyen de jours de congés + Rtt / an	39 jours
Nombre de jours travaillés / collaborateur / an :	212 jours

LES EQUIPEMENTS BUREAUTIQUES

L'application «Green Office Calc» permet de préciser les principaux types d'équipements bureautiques utilisés dans l'entreprise.

Ces équipements sont rattachés à 5 grandes «familles» d'équipements :

Individuels :

- Les postes de travail (PC fixes, portables, écrans, imprimantes personnelles..)

Collectifs - Partagés :

- Les solutions d'impression ((imprimantes, copieur, scanner...)
- Les équipements d'infrastructure réseau (switchs, serveurs de proximité...)
- Les équipements audiovisuels (TV, téléconférence, vidéo projecteurs ...)
- Les équipements téléphoniques (Téléphones, fax, pabx...)

REMARQUES :

Sachant que l'application n'est pas un outil de calcul exhaustif de l'ensemble du parc, mais un outil simple de simulation et d'aide à la décision :

Les 5 familles de types d'équipements ne sont pas paramétrables
Les équipements de chaque famille peuvent être décrits et paramétrés librement par l'utilisateur de l'application à raison de 4-5 éléments par famille (par défaut) et à l'exception des 3 types de postes de travail (PC fixes, portables et clients légers).

Les équipements suivants sont volontairement exclus :
Les serveurs centraux ou mutualisés qui sont généralement situés dans des locaux spécifiques dédiés ou externalisés.

Les «petits» équipements bureautiques (console de synchronisation, disque externe de sauvegarde individuelle ect ...), sont ignorés du fait de leur trop grande variété et de leur nombre pas forcément significatif. Ces équipements peuvent si besoin être pris en compte dans une ligne de rubrique «globale»

L'utilisateur pourra notamment définir les éléments suivants :
La dotation type de chaque équipement bureautique pour le «plateau» considéré

Les caractéristiques de consommation électrique en Watts / heure de chaque équipement selon les 3 modes de fonctionnement (Actif, Veille et Eteint)

Les priorités d'affectation des différents types d'équipements aux types d'utilisateurs

Les usages de consommation de ces équipements pendant les période de non activité (pendant et en dehors de la plage horaire d'ouverture)

DOTATION TYPE DES EQUIPEMENTS

L'utilisateur de l'application pourra définir la composition type d'équipements pour le «panel» d'utilisateurs considéré (ex : plateau de 20 utilisateurs soit de 300 m²).

Le nombre type d'équipements bureautiques est défini dans l'onglet «Parc» de l'application :

Composition typique du Parc Bureautique		
Dotation pour un plateau de :	20	Pers.
Postes de travail	Nombre	
Unité centrale - PC Fixe	6	
Unité centrale - Client léger	4	
PC Portable (incluant écran intégré)	10	
Ecran	10	
Solutions d'impression	Nombre	Soit
Imprimante N&B	2	1 p 10
Imprimante Couleurs	0,5	1 p 40
Photocopieur	0,25	1 p 80
Scanner réseau	0,5	1 p 40
Infrastructure & Réseau	Nombre	Soit
Switches	1	1 p 20

Remarque :

Il est nécessaire pour la cohérence des calculs, que le nombre total de postes de travail soit au moins égal aux nombre d'utilisateurs....

AFFECTATION DES POSTES DE TRAVAIL

Il convient de préciser selon quelles priorités les différents types de postes de travail (PC fixes, PC portables, Clients légers) sont affectés aux différents types d'utilisateurs (Nomades, Mobiles, Sédentaires).

Si la logique paraît à priori simple, l'affectation est moins évidente lorsque par exemple le nombre de «PC portables» est différent (supérieur) du nombre d'utilisateurs «Nomades».

Ces priorités peuvent être définies dans l'onglet «Param» de l'application

Priorités d'affectation des postes / types d'utilisateurs	Nomades	Mobiles	Sédentaires
Portables	1	2	3
PC Fixes	3	1	2
Clients Légers	3	2	1

Préciser les codes priorités d'affectation (1, 2 ou 3) différents pour chaque type de poste

Selon l'exemple mentionné,

Les Pc portables seront affectés en priorité aux utilisateurs Nomades
Puis si tous les Nomades ont un portable, les portables restant seront affectés aux Mobiles
Puis si il en reste, aux Sédentaires ect...

Inversement les Clients légers seront affectés en priorité aux Sédentaires....

Ces priorités font le lien entre les types d'utilisateurs (et leur taux de présence) et les types de postes de travail, et serviront pour le calcul des taux d'utilisation de chaque type de poste...

CARACTERISTIQUES DE CONSOMMATION

Pour chaque équipement mentionné, l'utilisateur de l'application «Green Office Calc» devra préciser les caractéristiques de consommation électrique horaire en Watts / heure, selon les 3 mode de fonctionnement : **Actif, en Veille et Eteint.**

Il pourra également spécifier si un type d'équipement donné est Actif à 100 % du temps : par exemple un switch réseau qui est en mode actif 24 h / 24, 7 j / 7 et 365 jours par an.

Remarques :

En mode «Eteint», la consommation d'un équipement bureautique peut être en réalité non nulle, avec une consommation résiduelle non négligeable sur un an...

L'application «Green Office Calc» est volontairement limitée à 3 modes de fonctionnement simples : Actif, Veille ou Eteint.

Certains équipements possèdent cependant des modes intermédiaires ayant des caractéristiques de consommation différents (différents mode de veille, mode prêt, périodes transitoires de chauffe, de sortie du mode veille ect...) qui ne sont pas pris en compte par l'application.

Ces paramètres sont également à renseigner dans l'onglet «Parc» de l'application

Caractéristiques de chaque équipement bureautique					
	Tj	Consommation Electricité en Wh			
Postes de travail	actif	Actif	Veille	Arrêt	Indic
Unité centrale - PC Fixe		150	30	1	
Unité centrale - Client léger		5,6	1	1	
PC Portable (incluant écran intégré)		42,34	10	0	
Ecran		34,5	10	1	
Solutions d'impression	actif	Actif	Veille	Arrêt	Indic
Imprimante N&B		65	10	1	
Imprimante Couleurs		150	10	1	
Photocopieur		842	80	1	
Scanner réseau		150	10	1	
Infrastructure & Réseau	actif	Actif	Veille	Arrêt	Indic
Switchs	*	25			
Serveur de proximité		150			
Antenne Wifi	*	10			

Libellés non modifiables repris de la description du parc bureautique

Valeurs de consommation à renseigner (en W / h)

Mettre une étoile (*) si l'équipement est actif à 100% en permanence

Remarque :

Les indicateurs mentionnés dans la dernière colonne de droite, sont purement informatifs et affichent un voyant de couleur :

- Verte si la consommation en mode actif est inférieure ou égale à 10 watts / heure
- Orange si la consommation est comprise strictement entre 10 et 50 watts / heure
- Rouge si la consommation est supérieure ou égale à 50 watts / heure

USAGES DE CONSOMMATION

Outre les paramètres précédents, l'application «Green Office Calc» permet de préciser le mode de fonctionnement de chaque équipement bureautique «hors activité».

L'utilisateur pourra ainsi préciser à l'aide de listes déroulantes, le mode de fonctionnement (Veille ou Eteint) de chaque équipement sur une ou plusieurs des périodes d'inactivité suivantes :

Mode de fonctionnement :

- Inactivité pendant les horaires d'ouverture
- Inactivité pendant en dehors des horaires d'ouvertures (nuit...)
- Inactivité pendant les jours de fermeture
- Inactivité pendant les jours de congés de l'utilisateur (pour les postes de travail uniquement)

Ces éléments sont renseignés dans l'onglet «Utilisation» de l'application

Taux d'utilisation des postes de travail calculé en fonction :

De la typologie des utilisateurs
Des taux de présence respectifs
Des priorités d'affectation des PC

Modes de fonctionnement à sélectionner pour chaque période d'inactivité

Postes de travail	TJ Actif	Taux utilis.	Durée d'utilisation (h / jour) PENDANT les horaires d'ouverture			Mode de Fonctionnement HORS activité		
			Actif	Inactif	Mode Inactif	Nuit	WE & Fériés	Congés
Rappel ouverture bâtiment : 9 h/jour								
Unité centrale - PC Fixe		0,7	6,3 h	2,7 h	Veille	Veille	Veille	Eteint
Unité centrale - Client léger		0,8	7,2 h	1,8 h	Veille	Veille	Veille	Veille
PC Portable (incluant écran intégré)		0,44	4,0 h	5,0 h	Eteint	Eteint	Eteint	Eteint
Ecran		0,59	5,3 h	3,7 h	Veille	Veille	Eteint	Eteint
Solutions d'impression								
Imprimante N&B		0,59	5,3 h	3,7 h	Veille	Veille	Veille	Veille
Imprimante Couleurs		0,59	5,3 h	3,7 h	Veille	Veille	Veille	Veille
Photocopieur		0,59	5,3 h	3,7 h	Veille	Veille	Veille	Veille
Scanner réseau		0,59	5,3 h	3,7 h	Veille	Veille	Veille	Veille
Infrastructure & Réseau								
Switchs	*	1	9,0 h					
Serveur de proximité	*	1	9,0 h					

Taux d'utilisation moyen pondéré des autres équipements bureautiques (calculé)

Durées calculées
Taux d'utilisation x plage horaire d'ouverture

Listes déroulantes

Ces éléments permettront de calculer la consommation de chaque équipement pendant et hors activité.

LES AUTRES PARAMETRES

Deux autres paramètres doivent être précisés dans l'onglet «Param» de l'application :

- ➔ Le tarif moyen hors taxes d'un Kilowatt / heure en Euros
- ➔ L'équivalent carbone (Co²) d'un Kilowatt / heure en Kilogrammes de CO²

Tarif moyen du Kwh et équivalent carbone		
Tarif moyen du Kw/h en Euros HT	0,0803	€ HT
Equivalent Carbone d' 1 Kwh	0,09	Kg Co ²

Ces éléments permettront le chiffrage des consommations énergétiques et les économies potentielles en Euros et en CO².

LES CALCULS ET SIMULATIONS

Les finalités de l'application Green Office Calc sont d'une part de calculer le bilan énergétique actuel des équipements bureautiques, et d'autre part de comparer ce bilan à une situation «objectif» élaborée par simulation en agissant sur différents paramètres simples (leviers).

CALCULS DE CONSOMMATION ENERGETIQUE

Plusieurs calculs clés sont nécessaires pour calculer les consommations annuelles et pour pouvoir élaborer les synthèses et comparatifs.

TAUX D'UTILISATION DES POSTES DE TRAVAIL

Ce calcul dépend de 4 facteurs :

- La typologie des utilisateurs (nombre de nomades, mobiles, sédentaires..)
- La typologie du parc de postes de travail (nombre PC portables, fixes et clients légers..)
- Des clés (priorités) d'affectation Poste / Utilisateurs
- Du taux de présence de chaque type d'utilisateur dans l'entreprise

Par exemple :

Si :

- Le nombre d'utilisateurs considéré est de 20 personnes
- Le % d'utilisateurs nomades est de 30 %, mobiles 15% et sédentaires 55%
- Le taux de présence des nomades dans l'entreprise est de 30 %, 60% pour les mobiles et 80% pour les sédentaires
- Le nombre de PC portables est de 10 portables
- Les portables sont affectés en priorité aux nomades, puis aux mobiles et 3e aux sédentaires

Calculs :

- Le nombre d'utilisateurs nomades est de 6 (30 % x 20 pers)
- Le nombre d'utilisateurs mobiles est de 3 (15 % x 20 pers)
- Le nombre d'utilisateurs sédentaires est de 11 (55 % x 20 pers)

Compte tenu des priorités de répartition, les (10) portables seront affectés comme suit :

6 aux nomades
3 aux mobiles et
1 aux sédentaires

Le taux d'utilisation des Portables sera donc :

$(30\% \times 6 + 60\% \times 3 + 80\% \times 1) / 10$ portables soit : 0.44 %

Nombre d'utilisateurs		20	pers													
		Défini dans "Parc"														
Utilisateurs				Priorités d'affectation						Répartition des types de PC en nombre						
	Typologie	Soit en nombre d'utilisateurs	Taux de présence		Parc type pour 20 pers	soit en %	Nomades	Mobiles	Sédentaires		Nomades	Mobiles	Sédentaires	Coût		Taux d'utilisation
Nomades	30%	6	0,3	PC Portable	10	50%	1	2	3		6	3	1	10	PC Portable	0,44
Mobiles	15%	3	0,6	PC Fixe	6	30%	3	1	2		0	3	3	6	PC Fixe	0,7
Sédentaires	55%	11	0,8	Clients Legers	4	20%	3	2	1		0	0	4	4	Clients Legers	0,8
		20			20	100%								20		

TAUX D'UTILISATION DES AUTRES EQUIPEMENTS BUREAUTIQUES

Ce taux d'utilisation est appliqué aux autres équipements bureautiques (hors postes de travail et hors éléments actifs à 100%)

Il est calculé par pondération des taux d'utilisation des postes de travail précédemment calculés, par le % de chaque poste dans le parc considéré

Par exemple, si :

Le nombre total de postes de travail est de 20 postes et se répartit comme suit :

- 10 Portables soit 50 %
- 6 PC fixes soit 30 %
- 4 Clients légers soit 20 %

Les taux d'utilisation calculé pour chaque type de poste de travail est de :

- Portables 0.44
- PC fixes 0.7
- Clients légers 0.8

Le taux d'utilisation utilisé pour les autres équipements bureautiques sera de :

$$(0.44 \times 50 \%) + (0.7 \times 30 \%) + (0.8 \times 20 \%) = 0,59$$

DUREES D'UTILISATION EN MODE ACTIF / INACTIF

Elles sont calculées pour chaque équipement en fonction des taux d'utilisation appliqués à la tranche horaire d'ouverture.

Si par exemple :

La tranche horaire d'ouverture du bâtiment est : 9 h – 18 h soit 9 heures

La durée d'utilisation d'un équipement dont le taux d'utilisation est de 0,7 (70%) sera pendant la tranche d'ouverture du bâtiment de :

- En mode actif : 0.7×9 heures 6,3 heures
- En mode inactif : 0.3×9 heures 2,7 heures

CONSOMMATION ANNUELLE D'UN POSTE DE TRAVAIL

La consommation annuelle d'un équipement sera calculé en fonction de ses caractéristiques de consommation électrique horaire en mode actif, en veille ou éteint, de la durée et des modes d'utilisation en mode actif ou inactif en tenant compte sur l'année des 4 «périodes» suivantes :

Pendant la tranche d'ouverture quotidienne	(ex : 9h -18 h soit 9 heures)
En dehors de la tranche d'ouverture quotidienne	(ex : 24h – 9h = 15 heures)
En tenant compte des périodes de fermeture de l'entreprise : Week end, jours fériés....	
En tenant compte des absences de l'utilisateur :	Congés, RTT....

La consommation horaire en mode actif sera ainsi appliquée

A la durée quotidienne d'activité (ex : 6,3 heures) pour les jours effectivement travaillés (hors WE, fériés ou congés annuels de l'utilisateur...)

La consommation horaire en mode inactif (mode veille ou éteint) sera appliquée

- A la durée quotidienne d'inactivité (ex : 2,7 heures) pendant la tranche horaire
- Aux horaires de fermeture pendant les jours effectivement travaillés (ex 24 - 9 = 15 h/jour travaillé)
- Pendant les jours non travaillés de l'entreprise (WE, fériés...) à raison de 24 h / jour
- Pendant les jours non travaillés de l'utilisateur (congés, RTT...) à raison de 24 h /jour

Pour les postes de travail, les congés de l'utilisateur sont pris en compte, sachant qu'il s'agit presque exclusivement d'un équipement bureautique individuel et que l'utilisateur a potentiellement la faculté de mettre en veille ou éteindre son poste pendant ses congés.

CONSOMMATION ANNUELLE D'UN AUTRE EQUIPEMENT BUREAUTIQUE

Pour tous les autres équipements en dehors des postes de travail, le calcul des consommation est relativement identique au cas précédent si ce n'est que les congés de l'utilisateur ne sont pas pris en compte (ils sont supposés partagés).

La consommation horaire en mode actif sera ainsi appliquée

- A la durée quotidienne d'activité (ex : 6,3 heures) pour les jours travaillés (hors WE, ou fériés ...)

La consommation horaire en mode inactif (mode veille ou éteint) sera appliquée

- A la durée quotidienne d'inactivité (ex : 2,7 heures) pendant la tranche horaire
- Aux horaires de fermeture pendant les jours travaillés (ex $24 - 9 = 15$ h/ jour travaillé)
- Et pendant les jours non travaillés de l'entreprise (WE, fériés...) à raison de 24 h / jour

Certains équipements que l'utilisateur aura spécifié comme 100 % actifs en permanence (ex : switch réseau...) auront une consommation annuelle calculée plus simplement comme suit :

Consommation horaire en mode actif x 8.760 heures (24 h x 365 jours = 8.760 h)

LES LEVIERS D'OPTIMISATION

L'application «Green Office Calc» permet de viser une situation objectif en jouant sur différents paramètres. Ces possibilités de simulations visent plus particulièrement l'optimisation du P.U.E (Power Usage Effectiveness) : Indicateur d'efficacité énergétique des équipements bureautiques.

L'utilisateur pourra ainsi jouer sur un ou plusieurs des paramètres suivants et mesurer les impacts en terme de consommation électrique annuelle :

La dotation en équipements bureautiques pour le même nombre d'utilisateurs. L'utilisateur pourra ainsi modifier la répartition des postes de travail entre les types de machines (ex plus de portables, ou plus de clients légers...) ou privilégier certains équipements moins «énergivores» etc..... Les équipements pourront également être mieux (plus) partagés, pour réduire la consommation énergétique globale.

Les caractéristiques de consommation de chaque type d'équipement. En supposant que les technologies et des équipements plus récents permettent de moins consommer...

Les modes de fonctionnement (veille ou éteint) pour chaque type de période d'inactivité (pendant les tranches horaires d'ouverture), la nuit, les jours de fermeture ou (pour les postes de travail) les jours de congés des utilisateurs. La modification des pratiques individuelles et collectives pouvant amener de substantielles économies d'énergie...

Les taux d'utilisation de chaque équipement individuels ou collectifs

Outre ces paramètres de calculs permettant d'impacter directement sur la consommation et permettant de viser une situation objectif, l'application Green Office Calc propose quelques pistes et conseils dans ce domaine dans l'onglet «Conseils» de l'application :

- Inciter les utilisateurs à Eteindre leur PC : la nuit, le WE, les jours fériés ou lors de leurs congés
- Paramétrer au plus juste, les options de gestion de l'énergie du système pour limiter la consommation électrique (délais courts de mise en veille de l'écran, des disques durs et du PC)
- Equiper les postes de travail de blocs multiprises avec interrupteur pour éviter les consommations résiduelles hors fonctionnement
- Limiter au nécessaire, les périphériques et accessoires constamment sous tension (chargeurs, stations de synchro ...)
- Privilégier les PC portables et Clients légers aux PC fixes plus consommateurs d'énergie
- Adapter la puissance et les performances des matériels (processeurs, cartes graphiques, périphériques...) aux besoins réels des utilisateurs
- Privilégier lors du renouvellement des équipements, les matériels économes en énergie (normes Energy Star, EPEAT...)
- Organiser la mise hors tension des solutions d'impression (interrupteurs programmables ?) pendant les période de fermeture du bâtiment (nuit, WE, jours fériés)
- Inciter les utilisateurs à Eteindre plutôt qu'à mettre en veille, les outils audiovisuels (TV, vidéo projecteurs, vidéo conférences) lorsqu'ils ne sont pas utilisés
- Limiter au maximum les matériels en fonctionnement continu (24h/24 x 7j/7)
- Concentrer si possible les périodes d'utilisation et limiter le nombre de mises ou remises en fonction (démarrages ou sorties du mode veille)
- Privilégier les solutions de «Green IT» : Virtualisation des PC et serveurs, externalisation des datacenters, Optimisation du refroidissement

LA SITUATION CIBLE

En appliquant ces paramètres d'optimisation, l'application calculera les mêmes totaux de consommation annuelle de l'objectif visé et les mêmes ratios que pour la situation existante .

Le périmètre et les autres paramètres resteront identiques pour permettre une réelle comparaison entre les situations actuelle et objectif.

La situation cible peut s'entendre comme le résultat d'un processus d'optimisation mis en oeuvre sur plusieurs années.

Les gains en terme de réduction de consommation annuelles (en Kwh, en euros et en CO²) pourront ensuite être comparés au coût des investissements nécessaires pour atteindre ces objectifs.

LES SYNTHÈSES ET COMPARATIFS

L'application «Green Office Calc» offre plusieurs synthèses et comparatifs entre la situation actuelle et l'objectif d'optimisation visé.

Ces états sont disponibles dans les onglets suivants de l'application :

- Synthèse Synthèse annuelle pour chaque type d'équipement
- Synthèse 2 Synthèse annuelle globale par famille d'équipement
- Graphiques Représentation graphique comparée des situations actuelle et objectif

L'utilisateur pourra obtenir ces calculs et comparatifs pour un périmètre donné de nombre d'utilisateurs . ce paramètre pourra être modifié dans l'onglet «Synthèse» de l'application.

SITUATION EXISTANTE

Elle est obtenue dans la partie gauche des tableaux de synthèse (en têtes en bleu) et pour chaque type d'équipement dans l'onglet Synthèse ou chaque famille dans l'onglet Synthèse 2.

Nombre d'utilisateurs concernés :		20	SITUATION ACTUELLE					
Soit une superficie de :		300 m ²	Total Kwh / an			Total / an		
		Nbre	Actif	Veille	Arrêt	Total	Euros	Kg CO ²
Postes de travail								
Unité centrale - PC Fixe		6	4 007	3 893	19	7 919 Kwh	636 €	713 Kg
Unité centrale - Client léger		4	171	145		316 Kwh	25 €	28 Kg
PC Portable (incluant écran intégré)		10	718			718 Kwh	58 €	65 Kg
Ecran		10	775	793	73	1 642 Kwh	132 €	148 Kg
Sous Total :			5 671 Kwh	4 831 Kwh	92 Kwh	10 594 Kwh	851 €	953 Kg
Solutions d'impression								
Imprimante N&B		2	2 528	1 486		4 014 Kwh	322 €	361 Kg
Imprimante Couleurs		0,5	3 991	1 486		5 477 Kwh	440 €	493 Kg
Photocopieur		0,25	26 925	11 888		38 813 Kwh	3 117 €	3 493 Kg

avec des totaux et ratio / m² / an :

Gie Enjeu Energie Positive		20	SITUATION ACTUELLE					
Nombre d'utilisateurs concernés :		300 m ²	Total Kwh / an			Total / an		
		Nbre	Actif	Veille	Arrêt	Total	Euros	Kg CO ²
TOTAUX ANNUELS POUR 20 PERSONNES ET 300 M ²			96 905 Kwh	26 112 Kwh	202 Kwh	123 218 Kwh	9 894 €	11 090 Kg
RATIO PAR M ² / AN :			323 Kwh	87 Kwh	1 Kwh	411 Kwh	33 €	37 Kg

SITUATION OBJECTIF

Elle est obtenue dans la partie centrale des tableaux de synthèse (en têtes en vert) et pour chaque type d'équipement dans l'onglet Synthèse ou chaque famille dans l'onglet Synthèse 2.

Gie Enjeu Energie Positive		OBJECTIF GREEN OFFICE						
Nombre d'utilisateurs concernés :								
Soit une superficie de :								
		Nbre	Total Kwh / an			Total / an		
			Actif	Veille	Arrêt	Total	Euros	Kg CO ²
Visio Conférence		0,25	11 245	277	27	11 549 Kwh	927 €	1 039 Kg
TV		0,25	5 622	277	27	5 927 Kwh	476 €	533 Kg
Sous Total :			16 867 Kwh	554 Kwh	55 Kwh	17 476 Kwh	1 403 €	1 573 Kg
Téléphonie								
Poste téléphonique		20	1 051			1 051 Kwh	84 €	95 Kg
Fax		0,5	422	324		745 Kwh	60 €	67 Kg
Call Manager		0,1	876			876 Kwh	70 €	79 Kg
Passerelle voix		3	701			701 Kwh	56 €	63 Kg
Sous Total :			3 050 Kwh	324 Kwh	0 Kwh	3 373 Kwh	271 €	304 Kg
TOTAUX ANNUELS POUR 20 PERSONNES ET 300			82 825 Kwh	2 074 Kwh	255 Kwh	85 153 Kwh	6 838 €	7 664 Kg
RATIO PAR M² / AN :			276 Kwh	7 Kwh	1 Kwh	284 Kwh	23 €	26 Kg

COMPARATIF ACTUEL / OBJECTIF

Les gains potentiels et différences sont calculés et mentionnés dans la partie droite des tableaux de synthèse (en têtes en vert) et pour chaque type d'équipement dans l'onglet Synthèse ou chaque famille dans l'onglet Synthèse 2.



ROI GREEN OFFICE / ACTUEL		
Gains annuels		
Kwh	Euros	Kg CO ²
-3 842 Kwh	-308 €	-346 Kg
-1 804 Kwh	-145 €	-162 Kg
-5 646 Kwh	-453 €	-508 Kg
0 Kwh	0 €	0 Kg
-202 Kwh	-16 €	-18 Kg
159 Kwh	13 €	14 Kg
105 Kwh	8 €	9 Kg
63 Kwh	5 €	6 Kg
-38 065 Kwh	-3 057 €	-3 426 Kg
-127 Kwh	-10 €	-11 Kg

SYNTHESE PAR FAMILLE D'EQUIPEMENTS

L'onglet «Synthèse 2» permet un récapitulatif par famille d'équipements et une répartition en pourcentage :

Gie Enjeu Energie Positive																		
Nombre d'utilisateurs concernés :		20		SITUATION ACTUELLE				OBJECTIF GREEN OFFICE				ROI GREEN OFFICE / ACTUEL						
Soit une superficie de :		300 m ²		Total Kwh / an				Total Kwh / an				Gains annuels						
		Nbrc		Actif		Veille		Arrêt		Total		Euros		Kg CO ²	Kwh		Euros	Kg CO ²
Postes de travail				5 672 Kwh	4 831 Kwh	92 Kwh	10 594 Kwh	853 €	953 Kg	2 584 Kwh	633 Kwh	123 Kwh	3 340 Kwh	252 €	281 Kg	-7 454 Kwh	-599 €	-671 Kg
Solutions d'impression				37 435 Kwh	16 345 Kwh	0 Kwh	53 780 Kwh	4 319 €	4 840 Kg	28 312 Kwh	583 Kwh	77 Kwh	28 972 Kwh	2 309 €	2 588 Kg	-25 028 Kwh	-2 010 €	-2 258 Kg
Infrastructure & Réseau				32 412 Kwh	0 Kwh	0 Kwh	32 412 Kwh	2 603 €	2 917 Kg	32 412 Kwh	0 Kwh	0 Kwh	32 412 Kwh	2 603 €	2 917 Kg	0 Kwh	0 €	0 Kg
Audiovisuel				18 225 Kwh	4 788 Kwh	109 Kwh	23 122 Kwh	1 857 €	2 081 Kg	16 867 Kwh	554 Kwh	55 Kwh	17 476 Kwh	1 401 €	1 575 Kg	-5 646 Kwh	-453 €	-508 Kg
Téléphonie				3 162 Kwh	149 Kwh	0 Kwh	3 310 Kwh	266 €	298 Kg	3 050 Kwh	324 Kwh	0 Kwh	3 373 Kwh	271 €	304 Kg	63 Kwh	5 €	6 Kg
TOTAUX ANNUELS POUR 20 PERSONNES ET 300 M²				96 905 Kwh	26 112 Kwh	202 Kwh	123 218 Kwh	9 894 €	11 090 Kg	82 825 Kwh	2 074 Kwh	255 Kwh	85 153 Kwh	6 838 €	7 664 Kg	-38 065 Kwh	-1 057 €	-1 426 Kg
RATIO PAR M² / AN :				323 Kwh	87 Kwh	1 Kwh	411 Kwh	33 €	37 Kg	276 Kwh	7 Kwh	1 Kwh	284 Kwh	23 €	26 Kg	-127 Kwh	-10 €	-11 Kg

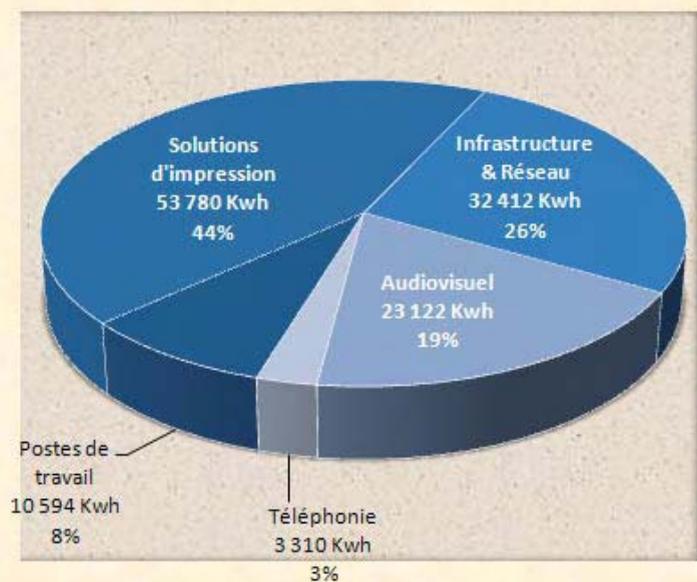
Nombre d'utilisateurs concernés :		20		SITUATION ACTUELLE				OBJECTIF GREEN OFFICE				ROI
Soit une superficie de :		300 m ²		Total Kwh / an				Total Kwh / an				Gains annuels
		Nbrc		Actif		Veille		Arrêt		Total		%
Postes de travail				54%	46%	1%	8,6%	23%	6%	1%	3,7%	-70,4%
Solutions d'impression				70%	50%	0%	43,6%	52%	1%	0%	53,8%	-46,5%
Infrastructure & Réseau				100%	0%	0%	26,3%	100%	0%	0%	38,1%	0,0%
Audiovisuel				79%	23%	0%	18,8%	73%	2%	0%	20,5%	-24,4%
Téléphonie				90%	4%	0%	2,7%	92%	10%	0%	4,0%	1,9%
REPARTITION ANNUELLE :				78,6%	21,2%	0,2%	100,0%	97,3%	2,4%	0,3%	100,0%	-30,3%

SYNTHESE GRAPHIQUE

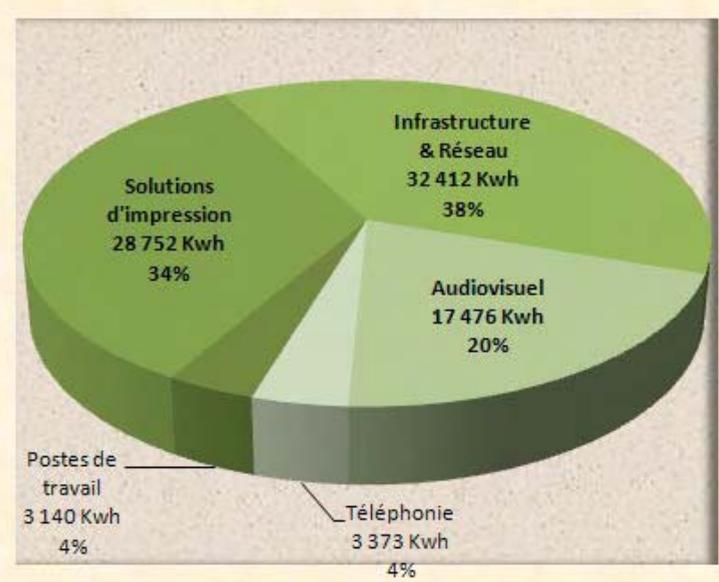
L'onglet «Graphique» permet un comparatif de la répartition de la consommation électrique globale annuelle par famille d'équipements.

Consommations annuelles : 20 Personnes - 300 m²

Consommation électrique actuelle



Consommation électrique : Objectif



Comparatif de la consommation électrique annuelle Actuelle vs Objectif



- **Annexes techniques**

Groupe de travail Optimisation de l'éclairage

→ Guide de l'éclairage optimisé

ECLAIRAGE DES BATIMENTS : PRINCIPES

Contexte général

Déjà confronté à une forme de pénurie des énergies abondantes et bon marché, et par anticipation du réchauffement climatique maintenant clairement identifié, le monde du bâtiment doit opérer une mutation très rapide vers un modèle considérablement plus économe en énergie.

Le bâtiment, dans sa compréhension la plus large est à l'origine de 43% des consommations d'énergie et de 24% des émissions de CO². De ce fait il est regardé par les pouvoirs publics comme un secteur porteur d'un fort potentiel de réduction.

Parmi les postes de consommation d'énergie, l'éclairage représente environ 35% de la facture d'électricité propre à l'activité du tertiaire. C'est donc pour cette raison qu'il est un incontournable dans la réduction des consommations d'énergie.

Contexte réglementaire : la RT 2005

Sur le plan énergétique, l'éclairage est soumis en France aux textes de la RT 2005 portant sur les performances minimales de toutes les constructions neuves.

L'article 32 définit la puissance d'éclairage de référence, notée « Peclref » en watt par mètre carré de surface au sol ou en watt par mètre carré de surface par tranche de 100 lux.

Destination de la Zone Peclref

Commerces et bureaux	12 W/m ²
Enseignement - Salles de spectacle, de conférence – Industrie	12 W/m ²
Hôtellerie et restauration	12 W/m ²
Établissement sportif - Stockage – Transport	10 W/m ²
Local demandant un éclairage à maintenir de plus de 600 lux pour 100 lux avec une limite supérieure de 25 W/m ²	2,5 W/m ²

La valeur maximale de référence utilisée pour le tertiaire est de 12 W/m². Cette valeur est obtenue en divisant la puissance totale (lampes + appareillages) de l'ensemble des points lumineux d'une zone par la surface de cette zone. La zone prise en compte est réputée être chauffée et éclairée.

L'article 63 introduit le principe de la détection de présence :

Tout local dans lequel le ou les occupants peuvent agir sur la commande de l'éclairage doit comporter au moins l'un des dispositifs suivants :

- un dispositif d'extinction à chaque issue du local ;
- un dispositif, éventuellement temporisé, procédant à l'extinction automatique de l'éclairage lorsque le local est vide ;
- une télécommande manuelle permettant l'extinction depuis chaque poste de travail.

L'article 62 introduit le principe du double circuit de commande, fenêtre, circulation :

Dans un même local, les points éclairés artificiellement qui sont placés à moins de 5 m d'une baie, doivent être commandés séparément des autres points d'éclairage dès que la puissance totale installée dans chacune de ces positions est supérieure à 200 W.

L'article 67 introduit le principe de la gestion des apports de lumière naturelle :

Lorsque l'éclairage naturel est suffisant, l'éclairage artificiel ne doit pas être mis en route automatiquement notamment par une horloge ou un dispositif de détection de présence.

L'article 76 impose le comptage de la consommation d'éclairage pour toutes surfaces supérieures à 1000 m².

A côté de la RT 2005 applicable aux bâtiments neufs, les arrêtés du 3 mai 2007 et du 13 juin 2008 complètent la réglementation du point de vue de la rénovation des bâtiments existants.

La norme 12464-1

C'est une norme européenne ayant statut de norme française depuis le 5 juin 2003. Elle spécifie les prescriptions pour les systèmes d'éclairage des lieux de travail intérieurs et leurs zones associées en termes de quantité et de qualité de l'éclairage ; prescrit les exigences d'éclairage pour les lieux de travail intérieurs en répondant aux besoins de confort visuels et de performance.

L'application de la norme est volontaire, sauf pour les bâtiments publics où elle est obligatoire

Les paramètres les plus importants qui déterminent une ambiance lumineuse sont :

- La distribution des luminances
- L'éclairement
- La direction de la lumière
- Le rendu des couleurs et la couleur apparente de la lumière
- Le papillotement
- La lumière du jour

Points principaux relatifs à l'activité tertiaire

La norme 12464-1 introduit la notion de zone pour définir différentes exigences en termes de niveau d'éclairement et d'uniformité.

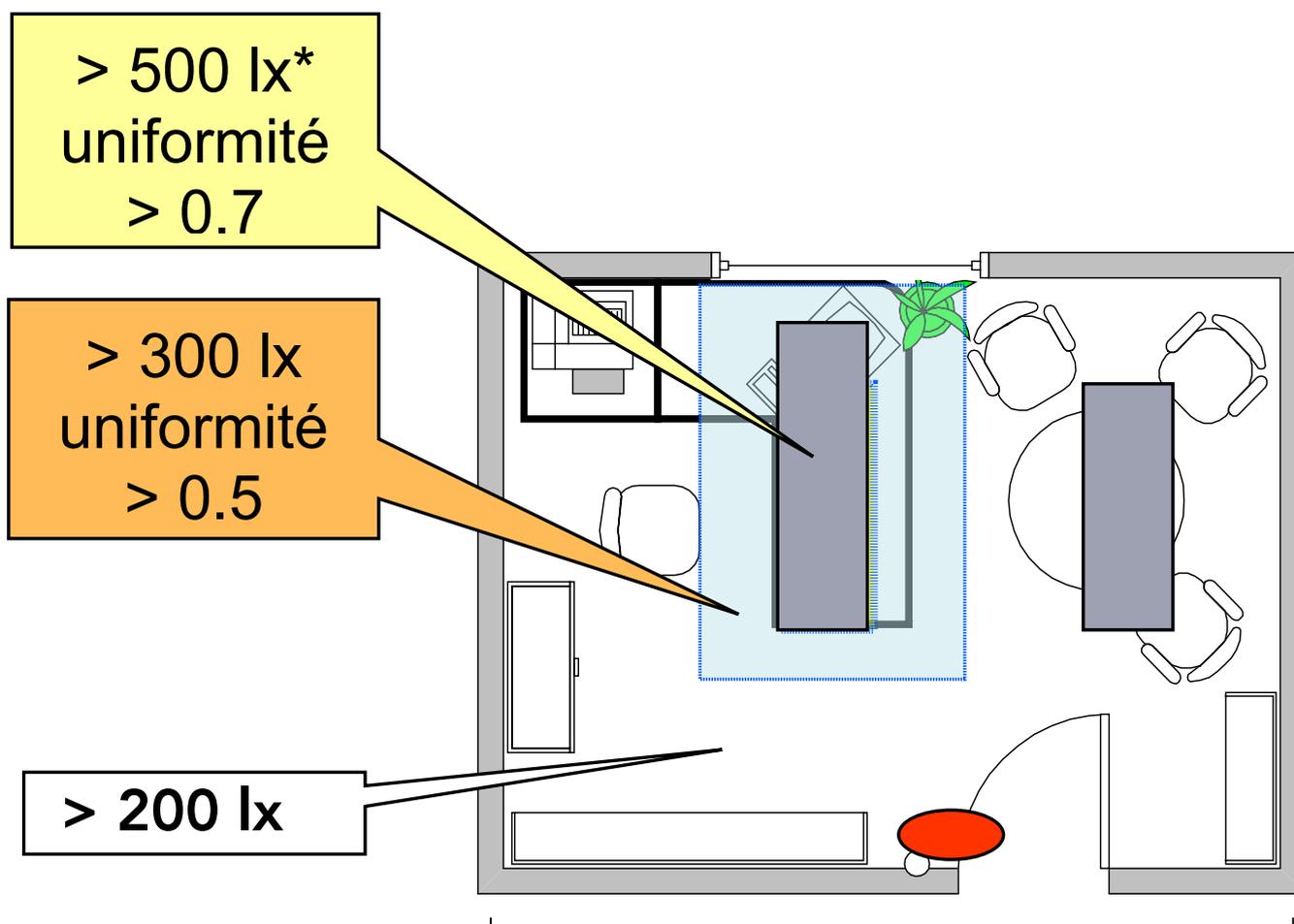
La zone de travail : partie du lieu de travail dans laquelle la tâche visuelle est exécutée. Pour les espaces où la dimension et/ou l'emplacement de la zone de travail est inconnu, l'endroit où la tâche peut être effectuée est pris pour la zone de travail.

La zone environnante immédiate : partie du lieu de travail représentée par une bande de 0,5 m de large au moins entourant la zone de travail dans le champ visuel.

L'éclairement de tâche pour les activités d'écriture, de lecture, de traitement de données et de dactylographie est fixé à 500 lux avec une uniformité $\geq 0,7$.

L'éclairement de la zone environnante immédiate est fixé à 300 lux avec une uniformité $\geq 0,5$.

SCHEMA DE PRINCIPE



* obligatoire pour les marchés « publics » / voir annotation page 11 pour les marchés « privés »

D'autres paramètres sont en outre définis par la norme :

L'éblouissement d'inconfort est relatif aux caractéristiques photométriques des luminaires et à leur distribution dans l'espace par rapport à l'œil de l'observateur. Il s'exprime par l'indice UGR de l'installation, lequel doit être \leq à 19 pour les applications tertiaires les plus courantes.

Le rendu des couleurs est un élément important pour la performance visuelle et le sentiment de confort. L'indice général de rendu des couleurs (Ra) demandé pour le tertiaire doit être au moins égal à 80. Cet indice est une caractéristique technique de la source lumineuse. En réalité tous les tubes fluorescents haut rendement présents sur le marché français ont un indice Ra de 85 ou plus.

La qualité d'une installation d'éclairage doit cependant prendre en compte d'autres paramètres incluant la température de couleur de la source exprimée en Kelvin, ou la distribution des luminances dans le champ visuel. Ce dernier paramètre influe directement sur le niveau d'adaptation des yeux et donc sur l'acuité visuelle, sur la sensibilité aux contrastes et par conséquent sur le confort visuel global.

Les luminances de toutes les surfaces sont importantes et sont déterminées par le facteur de réflexion et par l'éclairement reçu par ou sur les surfaces.

Les plages de facteurs de réflexion utiles pour les principales parois d'un local sont les suivantes :

- Plafond : 0,6 à 0,9
- Murs : 0,3 à 0,8
- Plan utile : 0,2 à 0,6
- Sol : 0,1 à 0,5

Le code du travail

Dans le domaine de l'éclairage intérieur, le code du travail est à considérer comme un garde-fou, les valeurs qui y sont indiquées représentant un niveau bas difficilement compatible avec l'exécution des tâches visuelles que nous connaissons dans le tertiaire.

Article R4223-4

Pendant la présence des travailleurs dans les lieux mentionnés à l'article R. 4223-1, les niveaux d'éclairement mesurés au plan de travail ou, à défaut, au sol, sont au moins égaux aux valeurs indiquées dans le tableau suivant :

LOCAUX AFFECTES AU TRAVAIL et leurs dépendances	VALEURS MINIMALES d'éclairement
Voies de circulation intérieure	40 lux
Escaliers et entrepôts	60 lux
Locaux de travail, vestiaires, sanitaires	120 lux
Locaux aveugles affectés à un travail permanent	200 lux

Les réglementations relatives à l'accessibilité des bâtiments

Arrêté relatif aux ERP (01-08-06 consolidé 30-11-07)

Article 14. – Dispositions relatives à l'éclairage

La qualité de l'éclairage, artificiel ou naturel, des circulations intérieures et extérieures doit être telle que l'ensemble du cheminement est traité sans créer de gêne visuelle.

Les parties du cheminement qui peuvent être source de perte d'équilibre pour les **personnes handicapées**, les dispositifs d'accès et les informations fournies par la signalétique font l'objet d'une qualité d'éclairage renforcée.

- 200 lux au droit des postes d'accueil
- 100 lux en tout point des circulations intérieures horizontales

- 150 lux en tout point de chaque escalier et équipement mobile
- 50 lux en tout point des circulations piétonnes des parcs de stationnement
- 20 lux en tout autre point des parcs de stationnement

Lorsque la durée de fonctionnement d'un système d'éclairage est temporisée, l'extinction doit être progressive.

Dans le cas d'un fonctionnement par détection de présence, la détection doit couvrir l'ensemble de l'espace concerné et deux zones de détection successives doivent obligatoirement se chevaucher.

La mise en œuvre des points lumineux doit éviter tout effet d'éblouissement direct des usagers en position « debout » comme « assis » ou de reflet sur la signalétique.

Règles HQE applicables à l'éclairage des bâtiments tertiaires

La Haute Qualité Environnementale est une démarche de management de projet visant à maîtriser les impacts d'une opération de construction ou de réhabilitation sur l'environnement extérieur ainsi que sur le confort et la santé des usagers, tout en maîtrisant les processus opérationnels, liés ici aux phases de programmation, conception et réalisation. Cette démarche vise à obtenir la Qualité Environnementale du Bâtiment.

Parmi les 14 cibles que comporte le référentiel HQE, une est très clairement relative à l'éclairage. Il s'agit de la cible 10 ; le confort visuel.

Cette cible présente des interactions évidentes avec les cibles 04 (gestion de l'énergie), 07 (maintenance pérennité des performances environnementales) et des interactions secondaires avec les cibles 01 (relation du bâtiment avec son environnement immédiat) et 02 (choix des produits, systèmes et procédés).

Le confort visuel

L'exigence de confort visuel consiste très généralement d'une part à voir certains objets et certaines lumières (naturelles et artificielles) sans être ébloui, et d'autre part à avoir une ambiance lumineuse satisfaisante quantitativement en termes d'éclairement et d'équilibre des luminances, et qualitativement en termes de couleurs. Ceci afin de faciliter le travail, les activités diverses, dans un souci de qualité, de productivité, ou d'agrément, en évitant la fatigue et les problèmes de santé liés aux troubles visuels. Utilisée à bon escient, la lumière naturelle a des effets positifs, physiologiquement et psychologiquement, et est recommandée par le Code du Travail. Afin de réaliser les conditions de confort visuel, il convient d'assurer :

• un éclairage naturel optimal en terme de confort afin de profiter au mieux de la lumière naturelle dans les espaces le nécessitant ; le maître d'ouvrage doit assurer un niveau d'éclairement suffisant pour les tâches visuelles à accomplir et limiter les risques d'éblouissement produits par le soleil (direct ou indirect)

• un éclairage artificiel satisfaisant en l'absence ou en complément de lumière naturelle. Le maître d'ouvrage cherche généralement à obtenir un niveau d'éclairement artificiel suffisant. Il cherche également à limiter les risques d'éblouissement par les luminaires et à avoir une qualité de la lumière émise satisfaisante en termes de rendu des couleurs et de couleur apparente.

→ **Disposer d'accès à la lumière du jour dans les espaces sensibles** Cette préoccupation a pour but d'assurer que les « espaces sensibles » vis-à-vis de l'éclairage naturel (voir introduction de la sous cible) ont accès à la lumière du jour (en premier ou second jour).

→ **Disposer d'accès à des vues sur l'extérieur dans les espaces sensibles** Cette préoccupation a pour but d'assurer que les espaces ont accès à des vues sur l'extérieur.

→ **Disposer d'un éclairage naturel minimal** Cette préoccupation a pour but d'assurer un éclairage minimal dans les espaces.

→ **Qualité du traitement de la lumière naturelle** Cette préoccupation, a pour but de s'assurer que la lumière naturelle introduite dans les espaces soit de « bonne qualité » et non éblouissante. En effet, un apport en lumière naturelle non contrôlé peut être source de gêne visuelle (éblouissement direct ou indirect notamment). Il s'agit donc d'assurer une lumière naturelle de qualité, en priorité dans tous les espaces sensibles à l'éblouissement.

→ **Disposer d'un niveau d'éclairement optimal** Cette préoccupation, de niveau BASE unique, a pour but d'assurer que les locaux de bureaux et d'enseignement bénéficient d'un éclairage artificiel suffisant. Il est demandé d'obtenir une capacité minimale d'éclairement à maintenir (en lux) :

- Bureaux et salles d'enseignement primaire et secondaire : 300 lux
- Salles d'enseignement en cours du soir et aux adultes : 500 lux

Remarques: - Ces seuils correspondent à une **capacité minimale d'éclairement** à maintenir, non à un éclairage effectif. Ces seuils s'entendent sur le plan de travail. Cette capacité minimale d'éclairement sur le plan de travail peut provenir de plusieurs sources, au plafond (éclairage de fond), localisée sur le plan de travail (éclairage de tâche), etc. Le niveau à maintenir se traduit par une valeur plus faible que le niveau en service. Définition donnée dans la norme NF EN 12464-1 : valeur en dessous de laquelle l'éclairement moyen de la surface considérée ne peut pas descendre. Il s'agit de l'éclairement au moment ou la maintenance doit être assurée. - Pour les **autres locaux**

pouvant être présents dans un bâtiment de bureaux ou d'enseignement, voir la **norme NF EN 12464**, très complète, qui distingue de nombreux types de locaux pour lesquels les éclairagements à maintenir sont définis. - La valeur de 300 lux pour les bureaux est nettement inférieure aux valeurs données dans la norme NF EN 12464, mais la pratique des professionnels tend à montrer qu'une valeur de 300 lux est suffisante. Pour des usages particuliers (dessin industriel par exemple) adopter des valeurs adaptées (norme), éventuellement en distinguant l'éclairage de fond et l'éclairage de tâche.

→ **Assurer une bonne uniformité de l'éclairage** Le but de cette préoccupation est de s'assurer de la bonne uniformité de l'éclairage artificiel des locaux de bureaux et d'enseignement.

→ **Eviter l'éblouissement dû à l'éclairage artificiel et rechercher un équilibre des luminances de l'environnement lumineux intérieur** Cette préoccupation, a pour but d'éviter l'éblouissement dans les locaux et de rechercher un équilibre des luminances.

→ **Assurer une qualité agréable de la lumière émise** Cette préoccupation a pour but d'assurer une qualité agréable de la lumière émise.

→ **Maîtrise de l'ambiance visuelle par les usagers** Cette préoccupation a pour but d'assurer aux usagers une maîtrise de leur ambiance visuelle.

Le confort visuel et la gestion de l'énergie

La relation entre éclairage et gestion de l'énergie est directement proportionnelle. Dans l'objectif de diminuer la consommation spécifique de l'éclairage, il convient de reprendre comme référence la RT 2005 (voir chapitre précédent) et de mettre en place tout dispositif permettant d'améliorer la performance énergétique de ce poste, sans dégrader les caractéristiques techniques faisant l'objet de la norme 12464-1.

Limiter la puissance électrique installée pour l'éclairage artificiel non réglementaire

Le but de cette préoccupation est de limiter les consommations d'énergie primaire pour l'éclairage artificiel non réglementaire (et/ou rédaction d'exigences dans le cahier des charges preneurs).

L'éclairage non inclus dans la RT 2005 et concernant cette préoccupation est relatif aux postes suivants (RT 2005 R Règles de calcul Th-CE R Art 9.1.2) :

- éclairage extérieur,
- éclairage des parkings,
- éclairage de sécurité,
- éclairage destiné à la mise en valeur des objets ou des marchandises.

Cette préoccupation, de niveau unique PERFORMANT, concerne l'éclairage artificiel non réglementaire des espaces extérieurs, des parkings, de l'éclairage de sécurité et des éventuels éclairages de mise en valeur des objets ou des marchandises. Il s'agit ici, pour atteindre l'exigence de cette préoccupation, de montrer que des dispositions sont prises pour limiter les consommations pour ces éclairages. Ces dispositions peuvent être prises directement par le maître d'ouvrage, ou rédigées à destination des preneurs dans un cahier des charges. Ces dispositions peuvent par exemple être :

- Utilisation de LEDs pour les luminaires extérieurs et la signalisation des issues de secours.
- Utilisation de lampes à basse consommation ou de LEDs pour l'éclairage d'ambiance (mise en valeur des présentoirs, des vitrines, des étalages...).
- Limitation de l'éclairage des zones de stationnement.
- Limitation de l'éclairage (intensité, zones, durée).
- Eclairage extérieur à énergie renouvelable.
- etc.

Bien entendu, ces dispositions doivent également tenir compte des exigences liées aux PMR, ainsi que des réglementations applicables en termes de sécurité. Remarque : A noter que cette préoccupation ne remet pas en cause l'atteinte globale nécessaire de la RT2005, et constitue un garde fou complémentaire à celle-ci, spécifiquement pour l'éclairage non réglementaire.

Le confort visuel et la maintenance et la pérennité des performances environnementales

Le positionnement des éléments techniques des systèmes d'éclairage, dimensions des accès aux locaux techniques, accessibilité aux éléments techniques, dimensionnement des éléments techniques, dimensions des zones d'exécution du travail, présence d'éclairage, présence et répartition des prises de courant, etc. est un premier enjeu permettant de faciliter les opérations de maintenance et donc d'améliorer la performance environnementale globale de l'ouvrage.

La simplicité de conception des équipements et systèmes d'éclairage pour faciliter la maintenance et limiter la gêne occasionnée aux occupants suite à un dysfonctionnement ou une opération préventive ou systématique d'entretien / maintenance constitue un second enjeu, pour pouvoir n'intervenir que sur ce qui mérite intervention, sur des équipements simples, robustes, permettant de procéder facilement à des échanges standards en composants. Cette simplicité permet donc d'économiser les ressources en équipements, et de ne pas avoir à repenser les systèmes techniques fréquemment.

Enfin, un dernier enjeu concerne les moyens mis en place pour le suivi et le contrôle des performances des équipements d'éclairage, afin de limiter

notamment les dérives de consommations, et donc de limiter l'épuisement des ressources. L'association de l'exploitant le plus tôt possible dans la démarche de conception, ainsi qu'une première approche concernant les futurs contrats d'entretien/maintenance peut également permettre de limiter cette consommation future de ressources.

→ **Concevoir l'ouvrage de façon à faciliter les interventions d'entretien / maintenance pendant son exploitation** Le but de cette préoccupation est de s'assurer qu'un accès aisé aux équipements d'éclairage est possible, sans occasionner de gêne aux occupants.

→ **Assurer une simplicité de conception des équipements et systèmes pour faciliter la maintenance et limiter la gêne occasionnée aux occupants durant les interventions de maintenance** Le but de cette préoccupation est de s'assurer que les équipements choisis facilitent leur maintenance, sans occasionner de gêne aux occupants.

→ **Mettre à disposition les moyens nécessaires pour le suivi et le contrôle des performances des systèmes d'éclairage pendant l'exploitation de l'ouvrage** Le but de cette préoccupation est de s'assurer que des moyens sont mis en place pour le suivi et le contrôle des performances des systèmes d'éclairage pendant la phase d'exploitation de l'ouvrage.

Le confort visuel et la relation du bâtiment avec son environnement immédiat

Eclairage extérieur Le but de cette préoccupation est de s'assurer que le projet permet d'avoir un éclairage extérieur satisfaisant vis-à-vis du confort et de la sécurité. Cet éclairage est important pour des questions de confort mais aussi de sensation de sécurité :

- zones de circulation extérieures : celles qui relient le bâtiment aux zones de stationnement ou celles qui permettent la sortie des usagers du bâtiment et de la parcelle,
- zones déchets (pour le personnel d'entretien essentiellement),
- zones à faible luminosité naturelle,
- etc.

Le niveau BASE demande de prendre des dispositions afin d'optimiser les sensations de confort et de sécurité pour les entrées, les accès, les zones de stationnements (tous types), les zones de circulation reliant les bâtiments aux stationnements, les zones de tri des déchets et de livraison, les zones à faible luminosité naturelle ou sensibles du point de vue de la sécurité, etc. Le niveau PERFORMANT demande que les cheminements (piétons) entre bâtiments au sein d'un même site soient éclairés spécifiquement (en cohérence avec les autres points concernant l'éclairage : économie d'énergie, pollution visuelle).

Pour obtenir le POINT relatif au niveau TRES PERFORMANT, des dispositions doivent être prises pour éclairer spécifiquement (et en cohérence avec les autres points concernant l'éclairage : économie d'énergie, pollution visuelle) :

- les cheminements piétons entre les zones de stationnements (véhicules ou vélos) et les entrées du bâtiment,
- les zones de déchets,
- les zones de livraisons,
- les zones de faible luminosité naturelle.

A noter que cet (ces) éclairage(s) spécifique(s) doit (doivent) permettre de se passer d'un éclairage général sur la parcelle.

Limiter la pollution visuelle nocturne

Le but de cette préoccupation est de limiter la pollution visuelle nocturne pour les riverains, qu'elle soit due aux affichages, la signalétique ou l'éclairage. Pour obtenir le POINT relatif au niveau TRES PERFORMANT, des dispositions doivent être prises afin de limiter la pollution visuelle nocturne pour les usagers. Ces dispositions peuvent par exemple être :

- Limitation des niveaux d'éclairement et des zones éclairées au strict nécessaire en termes de confort et sécurité.
- Mise en place d'équipement limitant les éclairagements diffus vers la voûte céleste notamment.
- Extinction nocturne de certaines parties du projet ne nuisant pas à la sécurité.
- Dimensionnement des éventuelles enseignes lumineuses en allant au-delà des seules contraintes réglementaires (emplacement, taille, etc.).
- etc.

Principes de gestion techniques

La gestion technique de l'éclairage englobe l'ensemble des systèmes permettant d'agir sur celui-ci ou d'en superviser l'état.

L'objectif principal de la gestion d'éclairage est la maîtrise et la réduction des consommations par un contrôle des horaires de fonctionnement.

Plusieurs objectifs secondaires sont également à prendre en compte ; flexibilité des installations, paramétrage et confort des utilisateurs.

Maîtriser les consommations

Dans ce domaine, l'apport de la gestion est incontournable pour obtenir le niveau de performance requis.

Les moyens à mettre en œuvre sont les suivants :

- Adaptation du plan d'éclairage au space planning du bâtiment (flexibilité)
- Détection de personne
- Détection des apports de lumière naturelle
- Encadrement des plages horaires et calendaires
- Télécommande utilisateur

Chacune de ces fonctions viendra minorer le temps d'utilisation, soit par automatisme, soit par l'action volontaire de l'utilisateur (télécommande) qui choisira de réduire ou d'éteindre son éclairage.

Sur la base d'une utilisation annuelle de 2500 heures, il est tout à fait possible de diviser par deux le temps d'allumage, voir de le réduire de 60 à 70% dans les cas les plus favorables (salle de réunion, premier jour).

Il sera également possible de limiter localement le niveau d'éclairage pour l'adapter à une nouvelle configuration, et de programmer des extinctions automatiques en fin de journée ou pendant les jours fériés.

L'impact en termes de capacité de réduction des heures de fonctionnement

Temps de fonctionnement standard

- | | |
|--|------------------------|
| → Sans gestion particulière | = 2 500 heures environ |
| → Gestion des apports naturels et de la présence | = 1 800 heures environ |
| → Gestion intégrale (application de scénarii) | = 1 250 heures environ |

Flexibilité des installations

L'activité tertiaire moderne demande un fort niveau de flexibilité pour répondre à l'évolution des structures de l'entreprise.

Cela se caractérise le plus souvent par le déplacement de nombreuses cloisons, afin de redistribuer l'espace de la façon la plus optimale. Bien entendu, cet exercice s'accompagne de la modification des installations techniques pour répondre au nouveau plan d'aménagement.

A titre d'exemple, le principe du réseau à télécommande infrarouge permet la suppression de toute filerie verticale qui entraînerait l'intervention préalable d'un électricien pour décâbler les cloisons et les recâbler après déplacement.

Les systèmes de gestion centralisée permettent de réaliser cette opération en supervision des installations, en créant des liens informatiques entre les luminaires et les différentes cellules implantées dans le volume du bureau. Enfin, une compatibilité dynamique de la gestion de l'éclairage avec le cloisonnement et les tâches des utilisateurs permet d'optimiser les ratios de consommation énergétiques. De même, la convergence des réseaux autorise une implantation plus rapide et plus économe en câblage.

Au final l'intervention est plus courte, les lots annexes (faux-plafond, huisserie) ne sont pas dégradés, les connections électriques sont maintenues en parfait état et l'ensemble de l'opération sera réalisée plus vite sans déranger inutilement les occupants.

Paramétrage

Les fonctions liées au paramétrage permettent d'adapter l'éclairage à l'activité du bâtiment, notamment lors des changements d'activité ou selon les besoins de nouveaux occupants.

Le paramétrage doit évoluer vers le pilotage de l'installation pour obtenir en permanence les meilleurs réglages profitant à la consommation.

Le confort des utilisateurs

Le confort perçu d'une installation d'éclairage n'est jamais exprimé comme tel, mais par opposition à un inconfort ressenti (éblouissement, niveau d'éclairement trop fort ou trop faible, qualité de la lumière).

Dans un système entièrement automatisé, il est important de redonner une plage de décision à l'utilisateur, pour lui permettre d'adapter son environnement lumineux, voir d'éteindre quand l'envie s'en fait sentir.

Gestion locale, gestion centrale

S'il est évident que le principe d'une gestion centralisée s'impose pour les surfaces de bureau à partir de quelques milliers de m², les systèmes locaux ou intégrés dans le luminaire sont aussi une réponse tout à fait acceptable pour des surfaces plus petites ou dans des cas particulier.

Spécifications générales du système

Le système de gestion d'éclairage sera multifonctionnel et flexible.

Le système devra permettre une modification aisée de la configuration en cas de modification du cloisonnement, sans aucune intervention dans le plafond.

De ce fait, l'utilisateur bénéficiera d'une flexibilité optimale.

Idéalement, le système de gestion d'éclairage fonctionnerait sur la base de la technologie ouverte LonWorks d'Echelon, conforme aux LonMark Interoperability Guidelines.

Le système sera basé sur une intelligence répartie, et donc ne nécessitera pas d'unité centrale pour fonctionner. Le protocole de communication LonTalk devra être intégré dans le Neuron Chip de chaque équipement intelligent.

Chaque produit aura un numéro d'identification unique du Neuron Chip. De plus chaque produit sera muni d'un poussoir de service utilisé comme moyen d'identification ou lors d'opérations de maintenance si on doit remplacer un matériel défectueux.

Le système devra être conçu, configuré et mis en fonctionnement au moyen d'une interface graphique. Il devra être possible de réaliser la configuration sur PC préalablement à la mise en service sur site.

La configuration devra être réalisée à l'aide d'un logiciel de supervision et d'administration installé sur PC fonctionnant sous environnement Windows. L'outil logiciel permettra d'importer des fichiers type Autocad afin d'utiliser les fonds de plan des niveaux comme base de l'implantation des luminaires et des capteurs.

Comme dans tous les systèmes à intelligence répartie après la reconfiguration il devra être possible de déconnecter le PC sans aucun effet sur le bon fonctionnement de l'installation.

L'interface utilisateur comprendra au minimum et en standard toutes les fonctionnalités suivantes :

- Visualisation graphique en temps réel de l'état des luminaires. (allumé, éteint et niveau de gradation)
 - Régulation en fonction de l'apport de lumière naturelle par le biais de cellules photo-électriques montées dans le local à gérer (niveau d'éclairage moyen constant quel que soit l'apport de lumière du jour)
 - Décalage (%) pour les luminaires plus éloignés des fenêtres.
 - Détection de mouvement
 - Commande à distance par télécommande infrarouge
 - La fonctionnalité de chaque capteur d'un multicapteur (cellule photoélectrique, détection de mouvement, et récepteur infrarouge) peut être assignée indépendamment l'une de l'autre

- Fonctionnalité « lien couloir » (allumer et éteindre l'éclairage du couloir en fonction de l'état des luminaires des locaux voisins)
- Scénarios lumière (minimum 4 scénarios) disponibles en standard pour chaque sortie.
- Programmations temporelles (activer un mode)
- Le fonctionnement des différents capteurs (détection de mouvement...) peut varier en fonction du temps, suivant le mode activé par la programmation temporelle.

Le fournisseur du système de gestion de l'éclairage établira une configuration prédéfinie (template) pour chaque local type (bureau individuel, bureau paysager, couloir, sanitaire...) qui sera basée sur une description de fonctionnement. Ce template (configuration prédéfinie) consistera en la configuration de tous les liens fonctionnels nécessaires (liens entre luminaires et capteurs), ainsi que la configuration de tous les paramètres.

La définition d'une zone consistera en l'implantation graphique de tous les luminaires, capteurs et boutons poussoirs sur un fond de plan type Autocad, la définition de la zone à l'aide de la souris et l'affectation d'un template (configuration prédéfinie).

En cas de modification de cloisonnement, l'utilisateur peut modifier une ou plusieurs zones de commande graphiquement. Une autre configuration prédéfinie (template) pourra être assignée.

Composants réseau

Contrôleur de Zone

Un ou plusieurs contrôleurs de zone devront être prévus par étage.

Le contrôleur de zone gèrera la communication d'un ensemble d'équipements. Il remplira la fonction de programmation horaire et calendaire, fournira des commandes centrales et des enregistrements de données.

Câblage

Le système de gestion de l'éclairage pourra avoir un bus propre ou utiliser le réseau d'alimentation via des nœuds CPL (Courant Porteur en Ligne)

Equipements d'éclairage

Chaque équipement pourra fonctionner suivant l'une des trois configurations suivantes :

- (1) Fonctionnement autonome suivant une fonctionnalité préprogrammée. Il n'y aura aucune mise en service nécessaire.
- (2) Module de commande intelligent intégré à un système de gestion d'éclairage centralisé.
- (3) Module de commande intelligent intégré à un réseau LonWorks, communiquant avec des produits assurant d'autres fonctions du bâtiment comme la CVC ou la commande de stores sur un réseau commun.

Le système sera évolutif et le passage d'une configuration à l'autre ne nécessitera pas de modification des modules de commande.

Capteurs

Récepteur infrarouge conventionnel « invisible »

Il est constitué d'une fibre optique traversant les dalles du faux plafond. Des commandes manuelles locales devront être possibles pour l'occupant des bureaux. Deux types de télécommandes pourront être utilisés selon les fonctionnalités requises (éclairage uniquement ou intégration CVC et/ou stores).

Cellule photoélectrique

La mesure de la luminosité peut être réalisée par une cellule photoélectrique séparée. La cellule photoélectrique sera équipée d'un filtre de correction incorporé, pour éliminer l'influence négative de la lumière infrarouge et ultraviolette.

Il sera possible d'effectuer un calibrage automatique de la cellule photoélectrique à l'aide d'un petit bouton poussoir sur la partie avant du capteur.

Détecteur de mouvement

La détection de mouvement sera basée sur un élément quad pyro-électrique à infrarouge passif.

Le capteur peut comprendre également un masque pour limiter la zone de détection dans une certaine direction. Ce masque évite des allumages non souhaités, si un mouvement est détecté dans une zone voisine.

Multicapteur, montage en plafond

Le multicapteur est une combinaison des trois capteurs : une cellule photoélectrique, un détecteur de mouvement et un récepteur infrarouge. La fonctionnalité de chaque capteur sera déterminée via l'interface utilisateur (PC).

• SIMULATIONS

Descriptions des locaux traités :

- Un open space de profondeur 18 mètres
- Un open space de profondeur 13 mètres
- Un bureau 2 personnes
- Un bureau individuel

Méthodologie des études

Chaque local a été traité de 2 manières :

- les conditions décrites dans la certification HQE actuelle (300 lux et uniformité $> 0,7$), mode de traitement de nombreux projets actuels
- une application de la norme EN12464-1 et une relecture de la RT2005 et de ses labels de performance (HQE, THQE, BBC).

Cette dernière solution exige un éclairage individuel complémentaire à faire mettre en place par le preneur au bail.

Ce dernier, idéalement, pourrait le choisir dans une liste de matériels validés par le bailleur ou en fonction du respect d'un certain nombre de critères techniques liés à l'efficacité W/m^2 du produit et à la possibilité d'être piloté

En contrepartie, cette solution offre la modularité la plus exemplaire.

Quelques données techniques :

Puissances systèmes tubes fluorescents (incluant la partie appareillage électronique)

1x28W tube fluorescent = 32 W

1x21W tube fluorescent = 24 W

Les puissances LED sont toujours données en valeur « système »

- Tableaux de synthèses

Plateau dimensions : 13 mètres x 36, 45 mètres (43 postes de travail)

Hypothèses	300 lux (tubes fluos)	200 lux (tubes fluos) + Individuel LED	200 lux LED + Individuel LED
Matériel	TBS460 1x28W	TBS411 1x21W +lampe bureau LED 11W	LuxSpace 33W +lampe bureau LED 11W
Quantités	1x28W = 68 unités	1x21W = 68 unités 1x11W = 43 unités	LED 33W = 68 unités 1x11W = 43 unités
Eclairage moyen général atteint	320 lux	224 lux* hors impact éclairage individuel	265 lux* hors impact éclairage individuel
Uniformité éclairage général	0,776	0,789	0,565
Puissance installée globale	2 176 Watts	1 632 + 473 Watts Soit 2 105 Watts	2 244 + 473 Watts 2 717 Watts
Surface	474 m ²	474 m ²	474 m ²
Ratio W/m ²	4,59 W/m²	4,44 W/m²	5,73W/m²
Gestion 2500 heures Nombre KWh/m ² /an	11,48 kWh/m²/an	11,10 kWh/m²/an	14,33 kWh/m²/an
Gestion 1800 heures Nombre KWh/m ² /an	8,26 kWh/m²/an	7,99 kWh/m²/an	10,32 kWh/m²/an
Gestion 1250 heures Nombre KWh/m ² /an	5,74 kWh/m²/an	5,55 kWh/m²/an	7,16 kWh/m²/an

Plateau dimensions : 18 mètres x 36, 45 mètres (59 postes de travail)

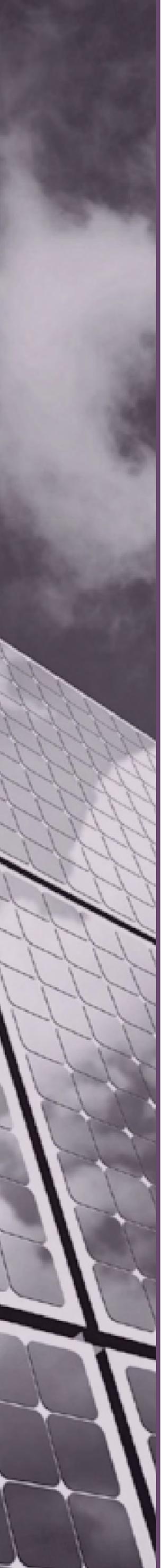
Hypothèses	300 lux (tubes fluos)	200 lux (tubes fluos) + Individuel LED	200 lux LED + Individuel LED
Matériel	TBS460 1x28W	TBS411 1x21W + lampe bureau LED 11W	LuxSpace 33W + lampe bureau LED 11W
Quantités	1x28W = 95 unités	1x21W = 95 unités 1x11W = 59 unités	LED 33W = 95 unités 1x11W = 59 unités
Eclairage moyen général atteint	322 lux	224 lux * hors impact éclairage individuel	253 lux * hors impact éclairage individuel
Uniformité éclairage général	0,792	0,779	0,599
Puissance installée globale	3 040 Watts	2 280 + 649 Watts Soit 2 929 Watts	3 135 + 649 Watts 3 784 Watts
Surface	656 m ²	656 m ²	656 m ²
Ratio W/m ²	4,63 W/m²	4,47 W/m²	5,77W/m²
Gestion 2500 heures Nombre KWh/m ² /an	11,58 kWh/m ² /an	11,18 kWh/m ² /an	14,43 kWh/m ² /an
Gestion 1800 heures Nombre KWh/m ² /an	8,33 kWh/m ² /an	8,05 kWh/m ² /an	10,39 kWh/m ² /an
Gestion 1250 heures Nombre KWh/m ² /an	5,79 kWh/m ² /an	5,59 kWh/m ² /an	7,21 kWh/m ² /an

Bureau 2 personnes

Hypothèses	300 lux (tubes fluos)	200 lux (tubes fluos) + Individuel LED	200 lux LED +Individuel LED
Matériel	TBS460 1x28W	TBS411 1x21W +lampe bureau LED 11W	LuxSpace 18,4W +lampe bureau LED 11W
Quantités	1x28W = 4 unités	1x21W = 4 unités 1x11W = 2 unités	LED18,4W = 5 unités 1x11W = 2 unités
Eclairage moyen général atteint	358 lux	251 lux * hors impact éclairage individuel	210 lux * hors impact éclairage individuel
Uniformité éclairage général	0,233	0,222	0,158
Puissance installée globale	128 Watts	96 + 22 Watts Soit 118 Watts	92 + 22 Watts 114 Watts
Surface	20,65 m ²	20,65 m ²	20,65 m ²
Ratio W/m ²	6,20 W/m²	5,71 W/m²	5,52 W/m²
Gestion 2500 heures Nombre KWh/m ² /an	15,50 kWh/m²/an	14,28 kWh/m²/an	13,80 kWh/m²/an
Gestion 1800 heures Nombre KWh/m ² /an	11,16 kWh/m²/an	10,29 kWh/m²/an	9,94 kWh/m²/an
Gestion 1250 heures Nombre KWh/m ² /an	7,75 kWh/m²/	7,14 kWh/m²/an	6,90 kWh/m²/an

Bureau 1 personne

Hypothèses	300 lux (tubes fluos)	200 lux (tubes fluos) + Individuel LED	200 lux LED +Individuel LED
Matériel	TBS460 1x28W	TBS411 1x21W +lampe bureau LED 11W	LuxSpace 18,4W +lampe bureau LED 11W
Quantités	1x28W = 3 unités	1x21W = 3 unités 1x11W = 1 unités	LED18,4W = 3 unités 1x11W = 1 unités
Eclairage moyen général atteint	341 lux	240 lux * hors impact éclairage individuel	217 lux * hors impact éclairage individuel
Uniformité éclairage général	0,285	0,272	0,475
Puissance installée globale	96 Watts	72+ 11 Watts Soit 83 Watts	55,2 + 11 Watts 66,2 Watts
Surface	13,77 m ²	13,77 m ²	13,77 m ²
Ratio W/m ²	6,97 W/m²	6,03 W/m²	4,81 W/m²
Gestion 2500 heures Nombre KWh/m ² /an	11,58 kWh/m ² /an	14,28 kWh/m ² /an	12,02 kWh/m ² /an
Gestion 1800 heures Nombre KWh/m ² /an	8,33 kWh/m ² /an	10,29 kWh/m ² /an	8,65 kWh/m ² /an
Gestion 1250 heures Nombre KWh/m ² /an	5,79 kWh/m ² /an	7,14 kWh/m ² /an	6,01 kWh/m ² /an



Sur la base des 3 hypothèses décrites ci-dessus, des études de simulation sont menées avec l'ENTPE et le CNRS pour valider les qualités d'ambiance lumineuse de chaque solution (cf en annexe 2 mission et méthodologie)

A ce stade des études, le meilleur compromis énergétique réside dans l'équipement fluo.

Toutefois, la généralisation des éclairages en LED se poursuivra avec une amélioration constante de l'efficacité lumineuse et un catalogue d'appareils permettant de couvrir de plus en plus les différents besoins des utilisateurs :

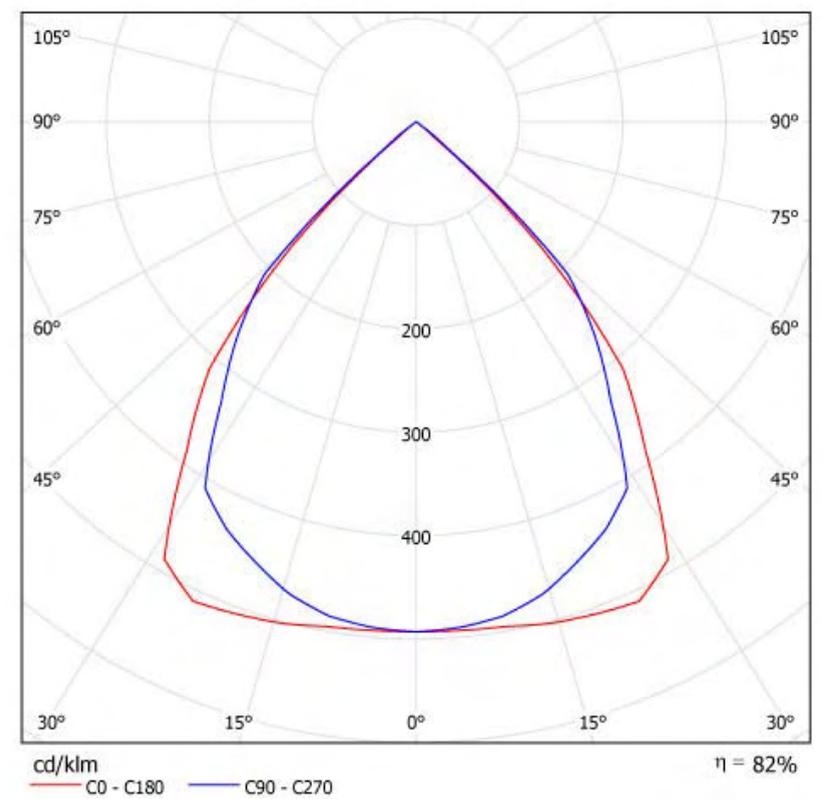
- le confort et bien-être
- une forte amélioration des coûts de maintenance (insensibilité des LED à la gradation, contrairement aux sources fluos dont la durée de vie est réduite en mode gradation)
- la mise en œuvre et l'intégration dans le bâti
- l'accroissement de l'intégration de l'éclairage dans le mobilier de travail
- la maîtrise par l'utilisateur de ses besoins en lumière par un système de gestion optimal

Annexe 1

Fiches-résumés présentant les résultats des calculs photométriques de chaque simulation

Philips SmartForm TBS411 1xTL5-21W/840 HF C8-C / Fiche technique luminaire

Emission de lumière 1:

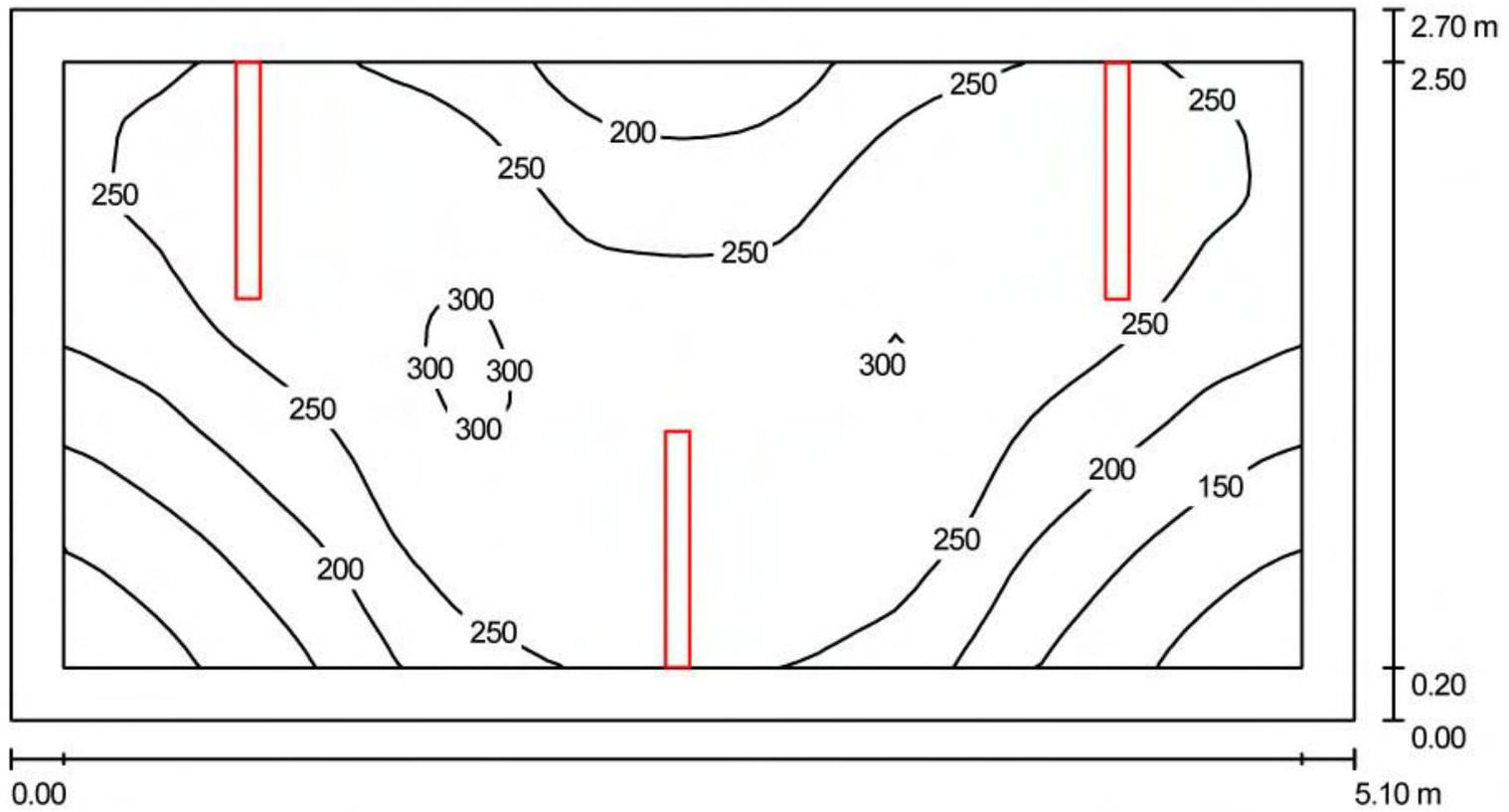


Classification des luminaires par UTE: 0.82B
CIE Flux Code: 81 100 100 100 82

Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce X Y		Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes				
2H	2H	17.1	18.0	17.4	18.2	18.4	17.1	17.9	17.3	18.1	18.3
	3H	17.0	17.7	17.3	18.0	18.2	16.9	17.7	17.2	17.9	18.2
	4H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.1	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1
	6H	16.8	17.5	17.2	17.8	18.1	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
	8H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.4	17.1	17.7	18.0
4H	12H	16.8	17.3	17.1	17.7	18.0	16.7	17.3	17.1	17.6	17.9
	2H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.2	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1
	3H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.3	17.1	17.6	17.9
	4H	16.7	17.2	17.1	17.6	17.9	16.7	17.2	17.0	17.5	17.8
	6H	16.6	17.1	17.0	17.4	17.8	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8
8H	8H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7
	12H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.7
	4H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7
	6H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.6
	8H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6
12H	12H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5
	4H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.7
	6H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6
	8H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+2.4 / -19.8					+2.8 / -15.4					
S = 1.5H	+4.3 / -30.1					+4.2 / -30.4					
S = 2.0H	+6.3 / -32.1					+6.2 / -32.3					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	-2.2					-2.3					
Indice d'éblouissement en fonction du 1900lm Flux lumineux total											

Bureau 1P TBS411 1x21W / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.700 m, Hauteur de montage: 2.780 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:37

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	240	65	305	0.272
Sol	20	185	91	239	0.491
Plafond	70	38	25	49	0.646
Murs (4)	50	83	26	330	/

Plan utile:

Hauteur: 0.800 m
Trame: 64 x 32 Points
Zone périphérique: 0.200 m

Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.345, Plafond / plan utile: 0.160.

Liste de luminaires

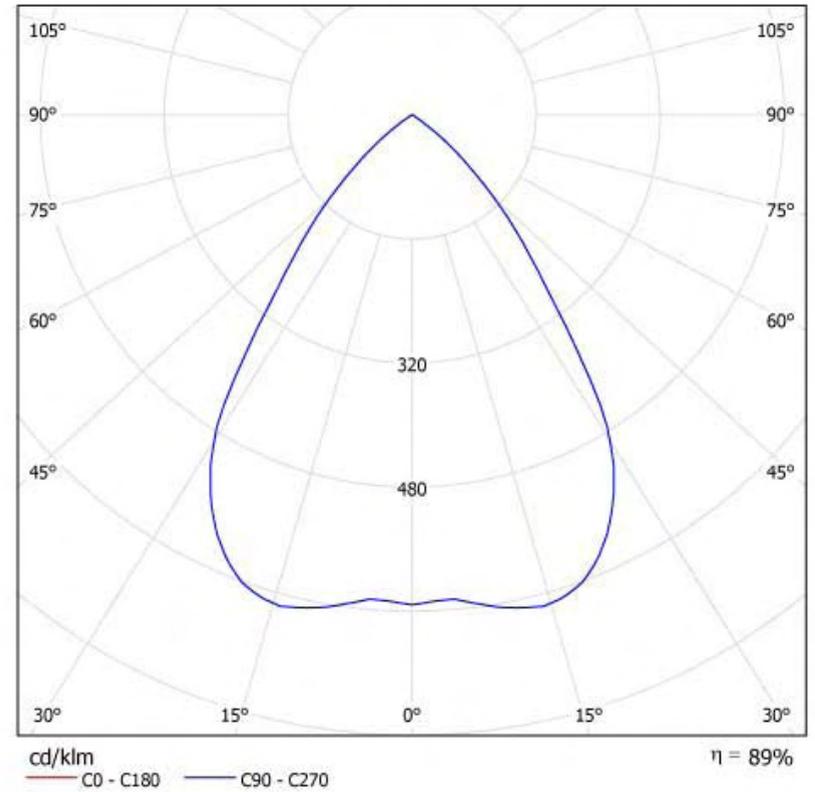
N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips SmartForm TBS411 1xTL5-21W/840 HF C8-C (1.000)	1900	24.0
Total:			5700	72.0

Puissance installée spécifique: $5.23 \text{ W/m}^2 = 2.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 13.77 m^2)

Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-MINI/3000 / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:

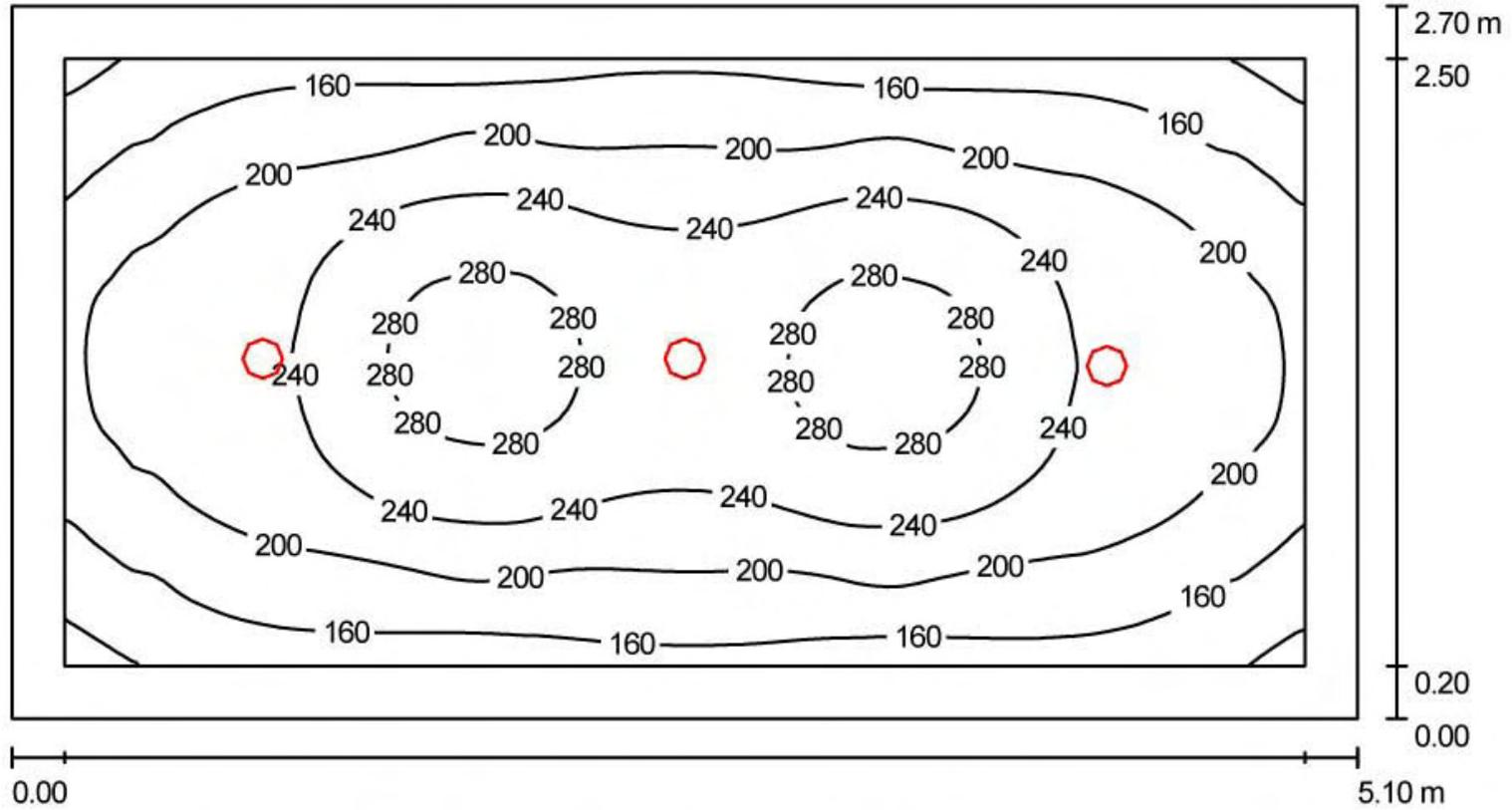


Classification des luminaires par UTE: 0.89A
 CIE Flux Code: 87 100 100 100 89

Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR												
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes						
2H	2H	18.6	19.4	18.9	19.6	19.8	18.6	19.4	18.9	19.6	19.8	
	3H	18.5	19.2	18.8	19.4	19.6	18.5	19.2	18.8	19.4	19.6	
	4H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6	
	6H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	
	8H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	
	12H	18.2	18.8	18.6	19.1	19.4	18.2	18.8	18.6	19.1	19.4	
4H	2H	18.4	19.1	18.7	19.3	19.6	18.4	19.1	18.7	19.3	19.6	
	3H	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4	
	4H	18.2	18.7	18.6	19.0	19.3	18.2	18.7	18.6	19.0	19.3	
	6H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	
	8H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	
	12H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	
8H	4H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	
	6H	18.0	18.3	18.4	18.7	19.1	18.0	18.3	18.4	18.7	19.1	
	8H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	
	12H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	
	12H	4H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2
		6H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1
8H		17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	
12H		17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires												
S = 1,0H	+3.2 / -9.3					+3.2 / -9.3						
S = 1,5H	+5.8 / -16.5					+5.8 / -16.5						
S = 2,0H	+7.8 / -17.5					+7.8 / -17.5						
Tableau standard	BK00					BK00						
Nombre à ajouter pour la correction	-0.4					-0.4						
Indice d'éblouissement en fonction du 1100lm Flux lumineux total												

Bureau 2P Lux space 18W / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.700 m, Hauteur de montage: 2.788 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:37

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	212	101	297	0.475
Sol	20	166	102	211	0.613
Plafond	80	43	34	53	0.782
Murs (4)	80	65	33	118	/

Plan utile:

Hauteur: 0.800 m
Trame: 128 x 64 Points
Zone périphérique: 0.200 m

Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.273, Plafond / plan utile: 0.203.

Liste de luminaires

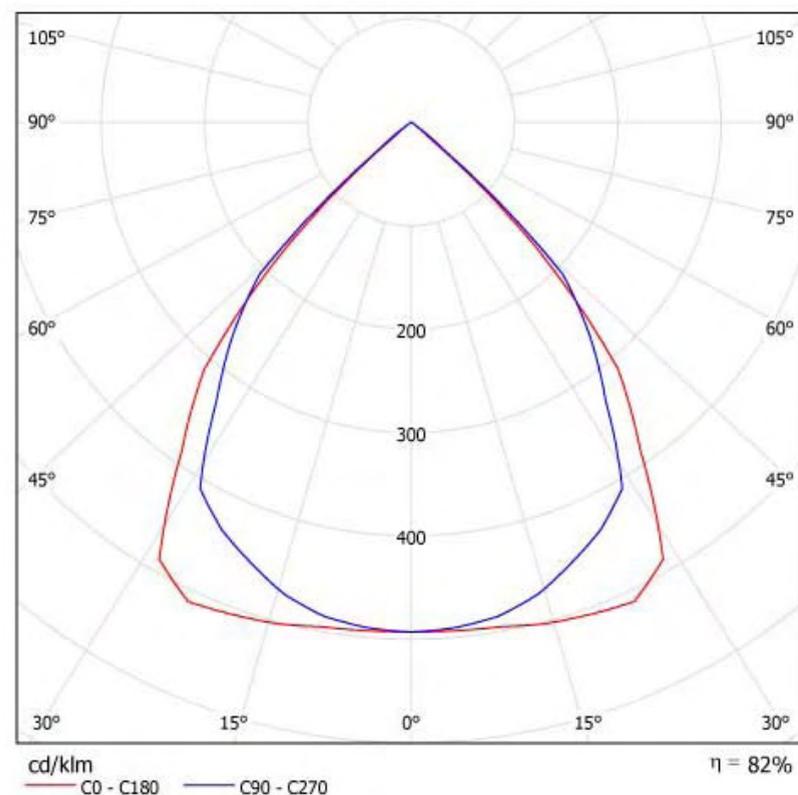
N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-MINI/3000 (1.000)	1100	18.4
			Total: 3300	55.2

Puissance installée spécifique: $4.01 \text{ W/m}^2 = 1.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 13.77 m^2)

Philips SmartForm TBS411 1xTL5-21W/840 HF C8-C / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:

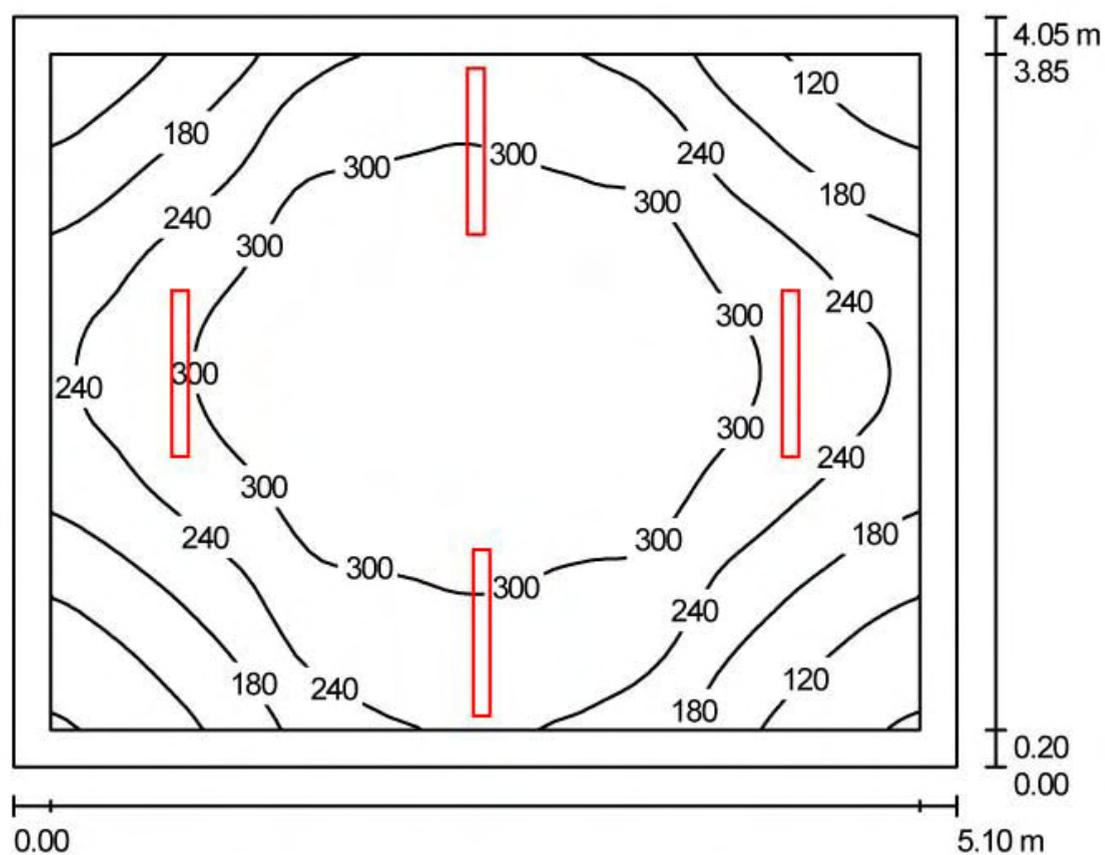


Classification des luminaires par UTE: 0.82B
CIE Flux Code: 81 100 100 100 82

Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR												
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Plafond		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Murs		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Sol		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce X Y		Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	17.1	18.0	17.4	18.2	18.4	17.1	17.9	17.3	18.1	18.3	
	3H	17.0	17.7	17.3	18.0	18.2	16.9	17.7	17.2	17.9	18.2	
	4H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.1	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1	
	6H	16.8	17.5	17.2	17.8	18.1	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	
	12H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.4	17.1	17.7	18.0	
4H	2H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.2	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1	
	3H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.3	17.1	17.6	17.9	
	4H	16.7	17.2	17.1	17.6	17.9	16.7	17.2	17.0	17.5	17.8	
	6H	16.6	17.1	17.0	17.4	17.8	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	
	12H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7	
8H	4H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7	
	6H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.6	
	8H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6	
	12H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5	
12H	4H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.7	
	6H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6	
	8H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5	
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires												
S = 1.0H		+2.4 / -19.8					+2.8 / -15.4					
S = 1.5H		+4.3 / -30.1					+4.2 / -30.4					
S = 2.0H		+6.3 / -32.1					+6.2 / -32.3					
Tableau standard		BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction		-2.2					-2.3					
Indice d'éblouissement en fonction du 1900lm Flux lumineux total												

Bureau 2P TBS411 1x21W / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.700 m, Hauteur de montage: 2.780 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:53

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	251	56	351	0.222
Sol	20	203	86	298	0.426
Plafond	70	36	22	45	0.619
Murs (4)	50	69	23	252	/

Plan utile:

Hauteur: 0.800 m
 Trame: 64 x 64 Points
 Zone périphérique: 0.200 m

Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.253, Plafond / plan utile: 0.142.

Liste de luminaires

N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips SmartForm TBS411 1xTL5-21W/840 HF C8-C (1.000)	1900	24.0
Total:			7600	96.0

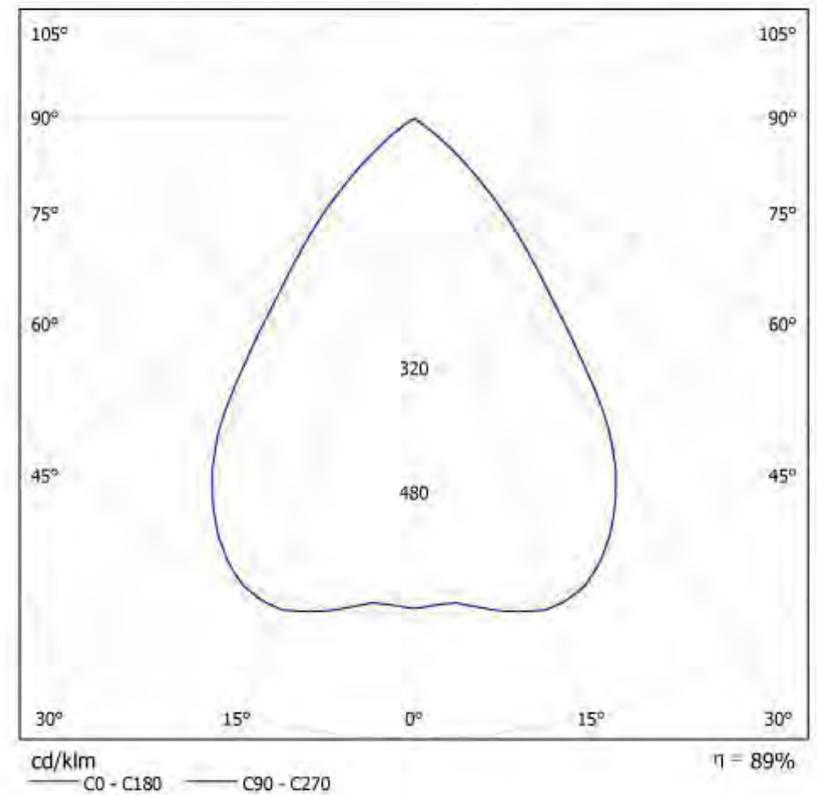
Puissance installée spécifique: $4.65 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 20.65 m^2)

Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-MINI/3000 / Fiche technique luminaire



Classification des luminaires par UTE: 0.89A
CIE Flux Code: 87 100 100 100 89

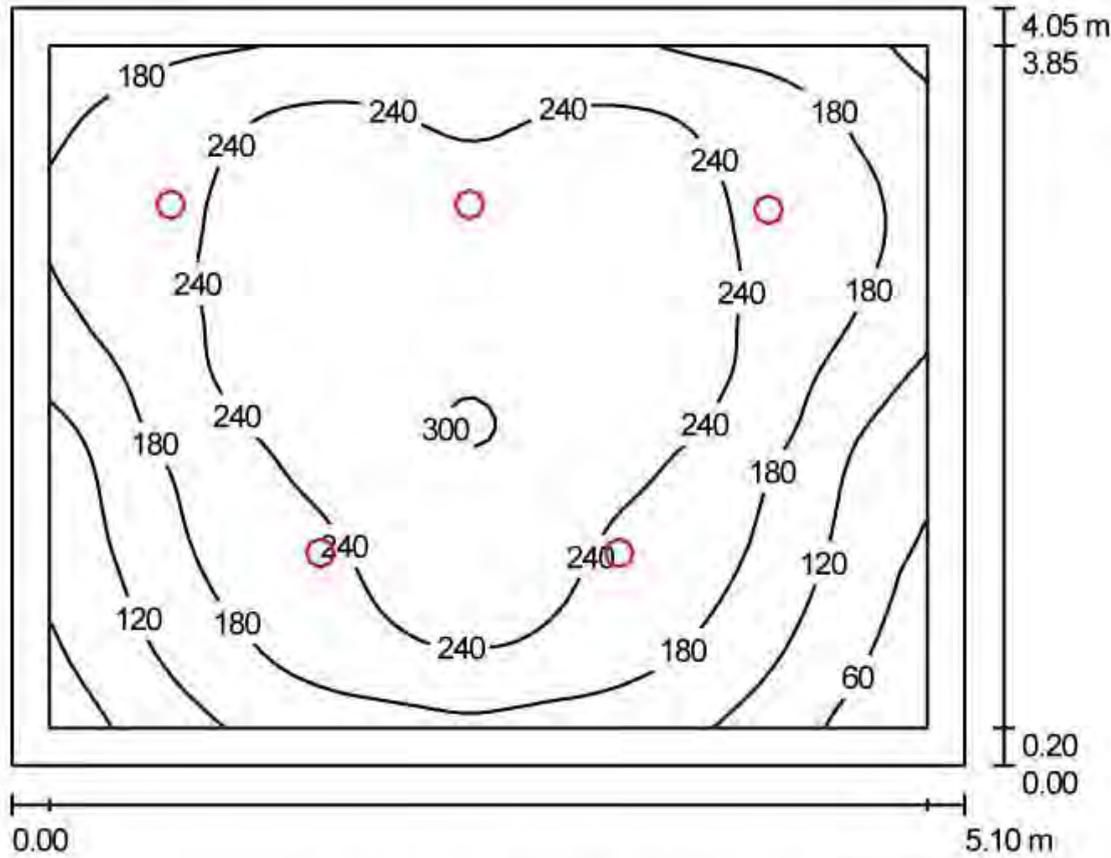
Emission de lumière 1:



Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	18.6	19.4	18.9	19.6	19.8	18.6	19.4	18.9	19.6	19.8
	3H	18.5	19.2	18.8	19.4	19.6	18.5	19.2	18.8	19.4	19.6
	4H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6
	6H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5
	8H	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5	18.3	18.9	18.6	19.2	19.5
4H	12H	18.2	18.8	18.6	19.1	19.4	18.2	18.8	18.6	19.1	19.4
	2H	18.4	19.1	18.7	19.3	19.6	18.4	19.1	18.7	19.3	19.6
	3H	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4
	4H	18.2	18.7	18.6	19.0	19.3	18.2	18.7	18.6	19.0	19.3
	6H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3
8H	12H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2
	4H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2
	6H	18.0	18.3	18.4	18.7	19.1	18.0	18.3	18.4	18.7	19.1
	8H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1
	12H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1
12H	4H	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2	18.0	18.4	18.5	18.8	19.2
	6H	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1	18.0	18.2	18.4	18.6	19.1
	8H	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1	17.9	18.1	18.4	18.6	19.1
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	-3.2 / -9.3					+3.2 / -9.3					
S = 1.5H	+5.8 / -16.5					+5.8 / -16.5					
S = 2.0H	+7.8 / -17.5					+7.8 / -17.5					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	-0.4					-0.4					
Indice d'éblouissement en fonction du 1100lm Flux lumineux total											

Bureau 2P Lux space 18W / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.700 m, Hauteur de montage: 2.788 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:53

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	210	33	303	0.158
Sol	20	168	46	268	0.273
Plafond	70	26	17	32	0.631
Murs (4)	50	49	17	120	/

Plan utile:

Hauteur: 0.800 m
 Trame: 64 x 64 Points
 Zone périphérique: 0.200 m

Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.199, Plafond / plan utile: 0.125.

Liste de luminaires

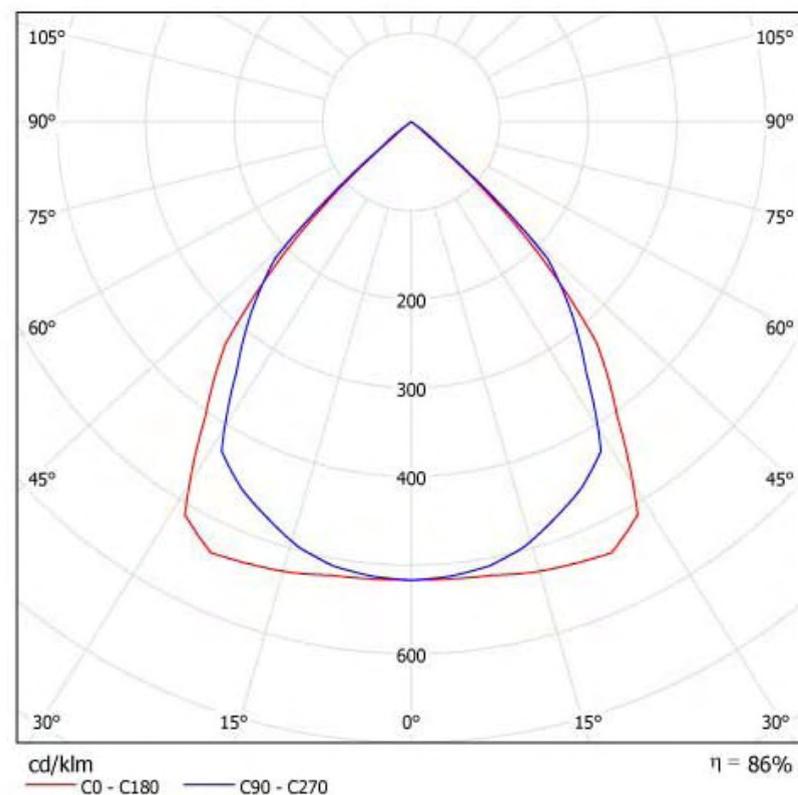
N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [lm]	P [W]
1	5	Philips LuxSpace BBS481 1xDLED-MINI/3000 (1.000)	1100	18.4
Total:			5500	92.0

Puissance installée spécifique: $4.45 \text{ W/m}^2 = 2.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 20.65 m^2)

Philips SmartForm TBS460 1xTL5-28W/840 HF C8-C / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:

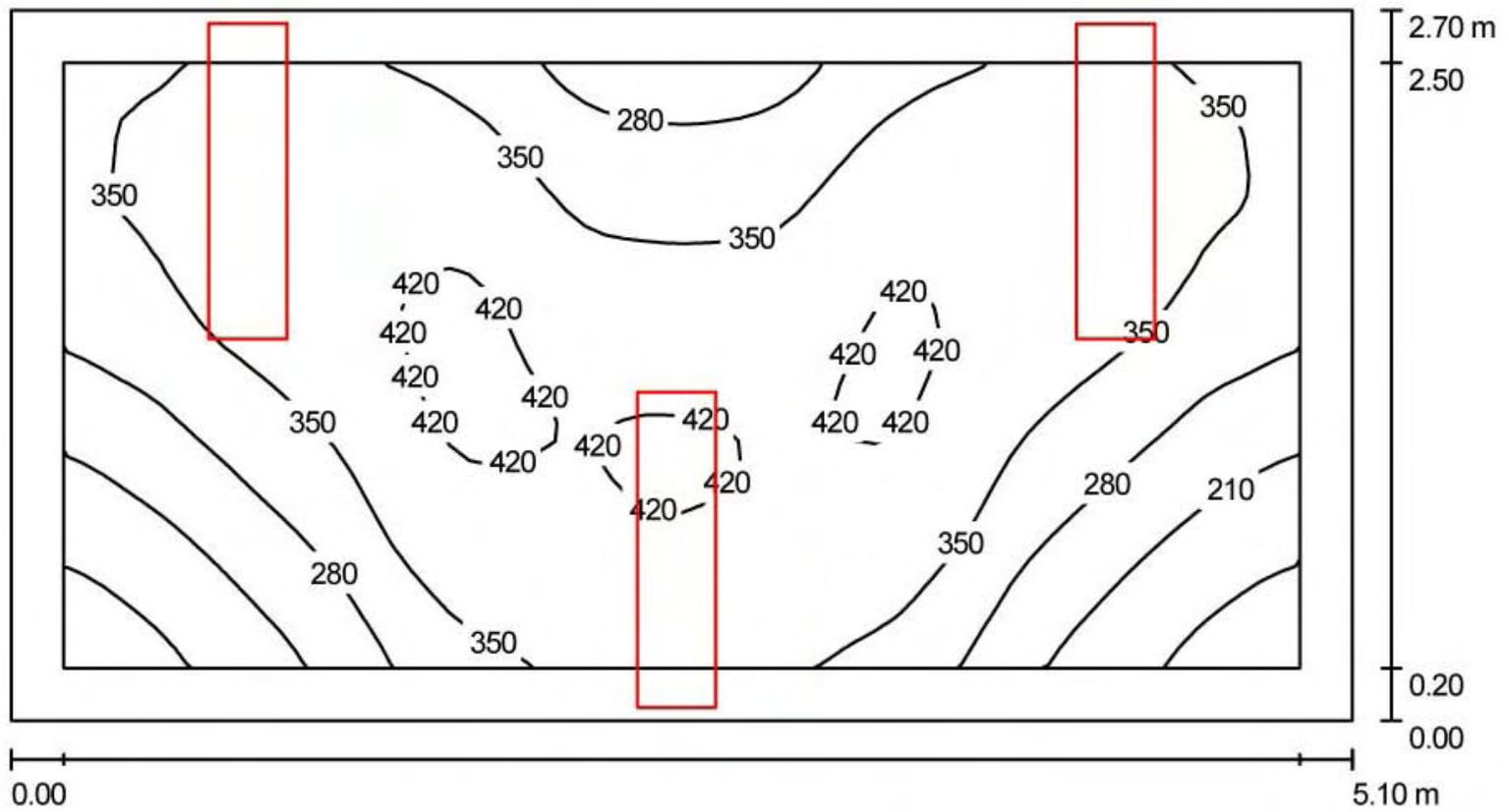


Classification des luminaires par UTE: 0.86B
 CIE Flux Code: 81 100 100 100 86

Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	17.3	18.2	17.6	18.4	18.6	17.3	18.1	17.5	18.3	18.6
	3H	17.2	18.0	17.5	18.2	18.4	17.1	17.9	17.4	18.1	18.4
	4H	17.1	17.8	17.4	18.1	18.4	17.1	17.8	17.4	18.0	18.3
	6H	17.1	17.7	17.4	18.0	18.3	17.0	17.7	17.3	17.9	18.2
	8H	17.0	17.6	17.4	17.9	18.2	17.0	17.6	17.3	17.9	18.2
4H	12H	17.0	17.6	17.3	17.9	18.2	16.9	17.5	17.3	17.8	18.1
	2H	17.2	17.9	17.5	18.1	18.4	17.1	17.8	17.4	18.1	18.3
	3H	17.0	17.6	17.4	17.9	18.2	16.9	17.5	17.3	17.8	18.2
	4H	16.9	17.4	17.3	17.8	18.1	16.9	17.4	17.3	17.7	18.1
	6H	16.9	17.3	17.3	17.7	18.0	16.8	17.2	17.2	17.6	18.0
8H	8H	16.8	17.2	17.2	17.6	18.0	16.8	17.2	17.2	17.5	17.9
	12H	16.8	17.1	17.2	17.5	18.0	16.7	17.1	17.2	17.5	17.9
	4H	16.8	17.2	17.2	17.6	18.0	16.8	17.2	17.2	17.5	17.9
	6H	16.7	17.0	17.2	17.5	17.9	16.7	17.0	17.1	17.4	17.9
	8H	16.7	17.0	17.2	17.4	17.9	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8
12H	12H	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8	16.6	16.8	17.1	17.3	17.8
	4H	16.8	17.1	17.2	17.5	18.0	16.7	17.1	17.2	17.5	17.9
	6H	16.7	17.0	17.2	17.4	17.9	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8
8H	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8	16.6	16.8	17.1	17.3	17.8	
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+2.4 / -19.8					+2.8 / -15.4					
S = 1.5H	+4.3 / -30.1					+4.2 / -30.4					
S = 2.0H	+6.3 / -32.1					+6.2 / -32.3					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	-1.8					-1.9					
Indice d'éblouissement en fonction du 2600lm Flux lumineux total											

Bureau 1P TBS460 1x28W / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.700 m, Hauteur de montage: 2.745 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:37

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	341	97	433	0.285
Sol	20	264	131	340	0.498
Plafond	70	56	35	106	0.622
Murs (4)	50	120	37	1079	/

Plan utile:

Hauteur: 0.800 m
Trame: 64 x 32 Points
Zone périphérique: 0.200 m

Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.354, Plafond / plan utile: 0.165.

Liste de luminaires

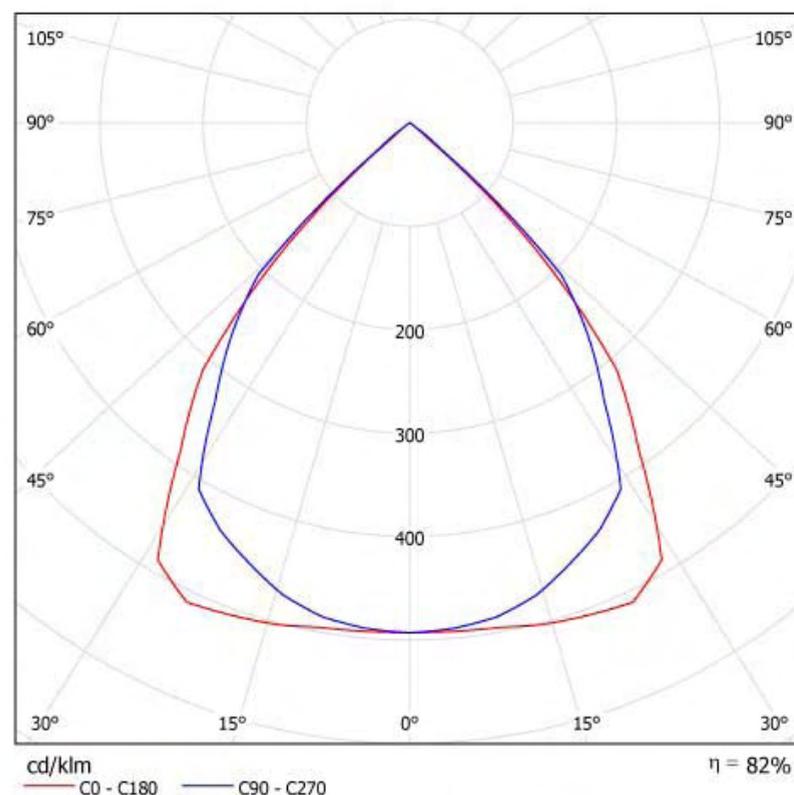
N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [lm]	P [W]
1	3	Philips SmartForm TBS460 1xTL5-28W/840 HF C8-C (1.000)	2600	32.0
Total:			7800	96.0

Puissance installée spécifique: $6.97 \text{ W/m}^2 = 2.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 13.77 m^2)

Philips SmartForm TBS411 1xTL5-21W/840 HF C8-C / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:

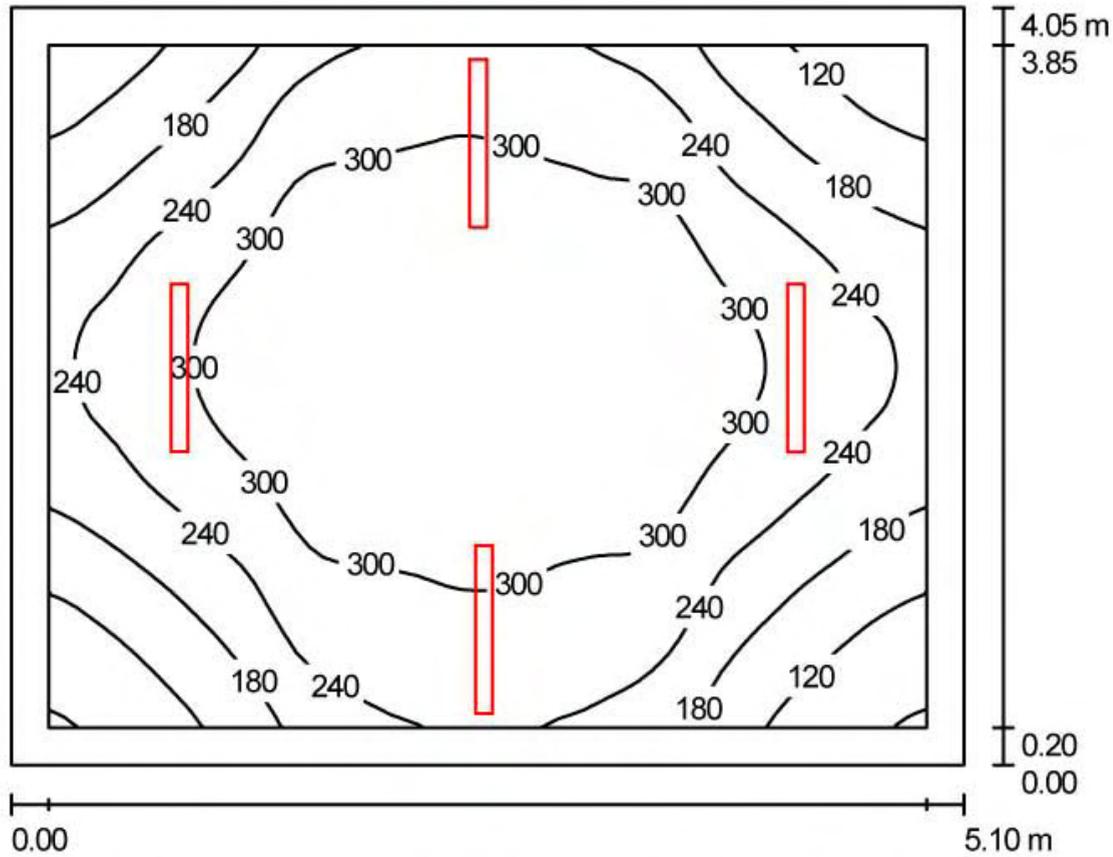


Classification des luminaires par UTE: 0.82B
CIE Flux Code: 81 100 100 100 82

Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Murs		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Sol		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Taille pièce X Y		Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes				
2H	2H	17.1	18.0	17.4	18.2	18.4	17.1	17.9	17.3	18.1	18.3
	3H	17.0	17.7	17.3	18.0	18.2	16.9	17.7	17.2	17.9	18.2
	4H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.1	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1
	6H	16.8	17.5	17.2	17.8	18.1	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
	8H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.4	17.1	17.7	18.0
4H	12H	16.8	17.3	17.1	17.7	18.0	16.7	17.3	17.1	17.6	17.9
	2H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.2	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1
	3H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.3	17.1	17.6	17.9
	4H	16.7	17.2	17.1	17.6	17.9	16.7	17.2	17.0	17.5	17.8
	6H	16.6	17.1	17.0	17.4	17.8	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8
8H	8H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7
	12H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.7
	4H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7
	6H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.6
	8H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6
12H	12H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5
	4H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.7
	6H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6
8H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5	
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H		+2.4 / -19.8					+2.8 / -15.4				
S = 1.5H		+4.3 / -30.1					+4.2 / -30.4				
S = 2.0H		+6.3 / -32.1					+6.2 / -32.3				
Tableau standard		BK00					BK00				
Nombre à ajouter pour la correction		-2.2					-2.3				
Indice d'éblouissement en fonction du 1900lm Flux lumineux total											

Bureau 2P TBS411 1x21W / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.700 m, Hauteur de montage: 2.780 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:53

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	251	56	351	0.222
Sol	20	203	86	298	0.426
Plafond	70	36	22	45	0.619
Murs (4)	50	69	23	252	/

Plan utile:

Hauteur: 0.800 m
 Trame: 64 x 64 Points
 Zone périphérique: 0.200 m

Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.253, Plafond / plan utile: 0.142.

Liste de luminaires

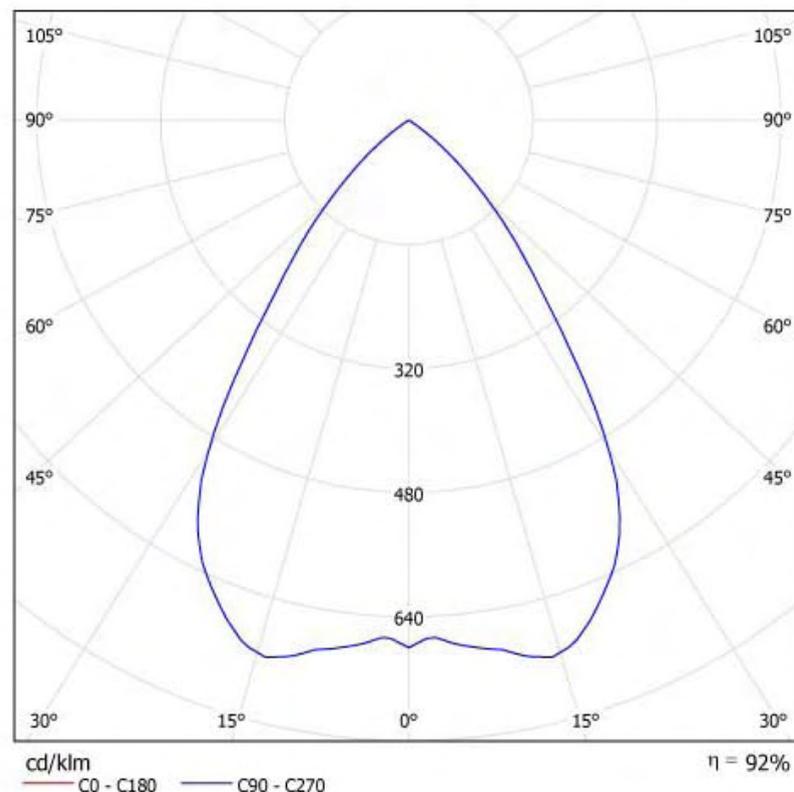
N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [lm]	P [W]
1	4	Philips SmartForm TBS411 1xTL5-21W/840 HF C8-C (1.000)	1900	24.0
Total:			7600	96.0

Puissance installée spécifique: $4.65 \text{ W/m}^2 = 1.85 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 20.65 m^2)

PHILIPS LuxSpace Compact UGR19 / Fiche technique luminaire

Les illustrations des différents luminaires se trouvent dans notre catalogue.

Emission de lumière 1:



Classification des luminaires par UTE: 0.92A
CIE Flux Code: 88 100 100 100 92

Emission de lumière 1:

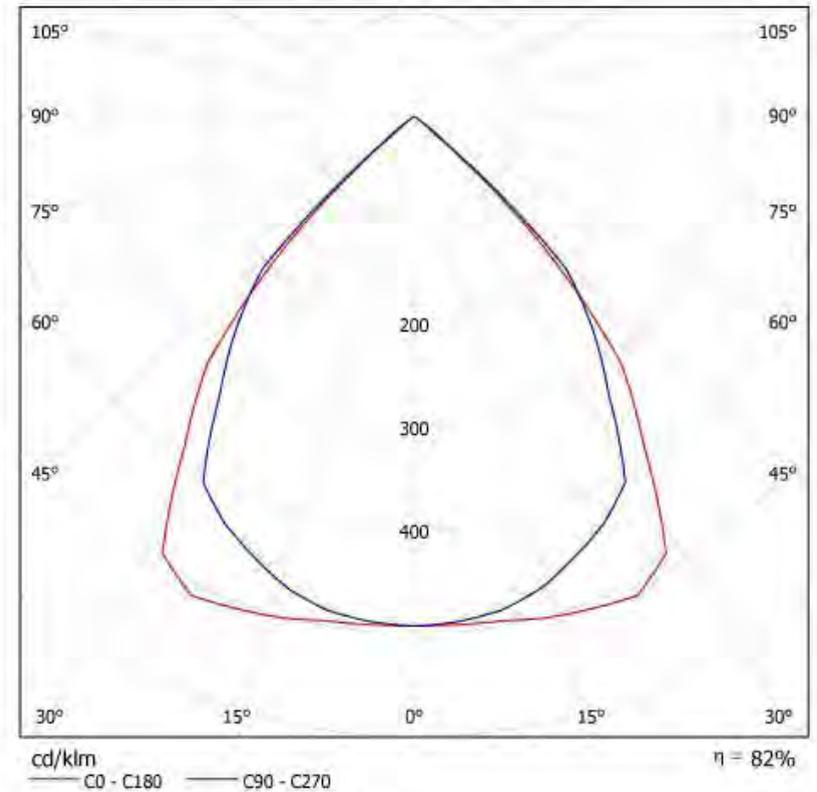
Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	18.1	18.9	18.3	19.1	19.3	18.1	18.9	18.3	19.1	19.3
	3H	18.0	18.6	18.2	18.9	19.1	18.0	18.6	18.2	18.9	19.1
	4H	17.9	18.5	18.2	18.8	19.0	17.9	18.5	18.2	18.8	19.0
	6H	17.8	18.4	18.1	18.7	19.0	17.8	18.4	18.1	18.7	19.0
	8H	17.8	18.3	18.1	18.6	18.9	17.8	18.3	18.1	18.6	18.9
4H	12H	17.7	18.3	18.1	18.6	18.9	17.7	18.3	18.1	18.6	18.9
	2H	17.9	18.5	18.2	18.8	19.1	17.9	18.5	18.2	18.8	19.1
	3H	17.8	18.3	18.1	18.6	18.9	17.8	18.3	18.1	18.6	18.9
	4H	17.7	18.1	18.1	18.5	18.8	17.7	18.1	18.1	18.5	18.8
	6H	17.6	18.0	18.0	18.4	18.7	17.6	18.0	18.0	18.4	18.7
8H	8H	17.6	17.9	18.0	18.3	18.7	17.6	17.9	18.0	18.3	18.7
	12H	17.5	17.8	18.0	18.2	18.7	17.5	17.8	18.0	18.2	18.7
	4H	17.6	17.9	18.0	18.3	18.7	17.6	17.9	18.0	18.3	18.7
	6H	17.5	17.8	17.9	18.2	18.6	17.5	17.8	17.9	18.2	18.6
	8H	17.4	17.7	17.9	18.1	18.6	17.4	17.7	17.9	18.1	18.6
12H	12H	17.4	17.6	17.9	18.0	18.5	17.4	17.6	17.9	18.0	18.5
	4H	17.5	17.8	18.0	18.2	18.7	17.5	17.8	18.0	18.2	18.7
	6H	17.4	17.7	17.9	18.1	18.6	17.4	17.7	17.9	18.1	18.6
	8H	17.4	17.6	17.9	18.0	18.5	17.4	17.6	17.9	18.0	18.5
	8H	17.4	17.6	17.9	18.0	18.5	17.4	17.6	17.9	18.0	18.5
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+3.2 / -9.9					+3.2 / -9.9					
S = 1.5H	+5.8 / -18.6					+5.8 / -18.6					
S = 2.0H	+7.8 / -20.7					+7.8 / -20.7					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	-0.9					-0.9					
Indice d'éblouissement en fonction du 2000lm Flux lumineux total											

Philips SmartForm TBS411 1xTL5-21W/840 HF C8-C / Fiche technique luminaire



Classification des luminaires par UTE: 0.82B
CIE Flux Code: 81 100 100 100 82

Emission de lumière 1:



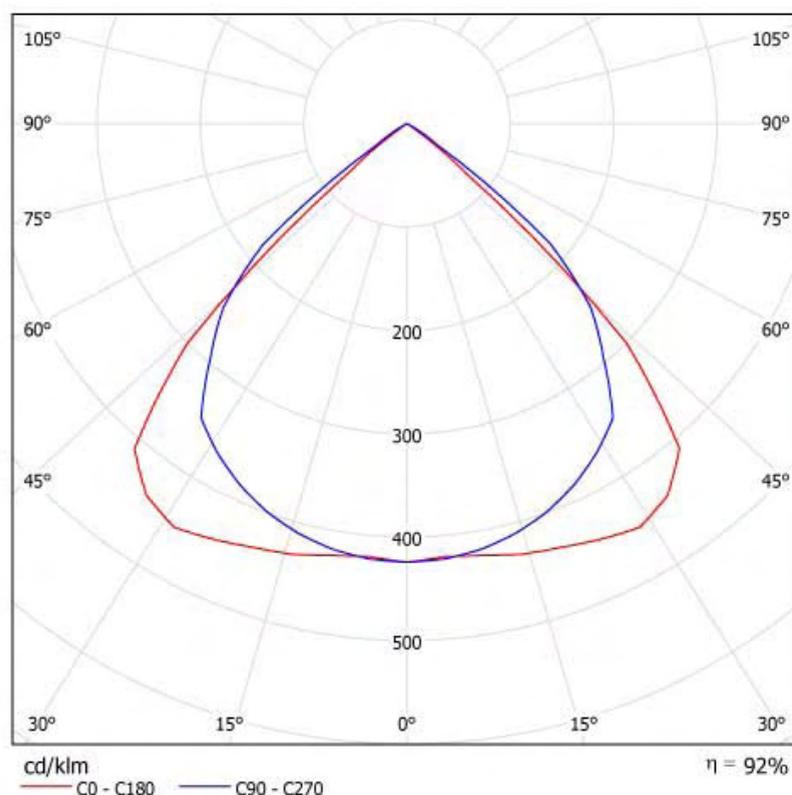
Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce X Y		Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes				
2H	2H	17.1	18.0	17.4	18.2	18.4	17.1	17.9	17.3	18.1	18.3
	3H	17.0	17.7	17.3	18.0	18.2	16.9	17.7	17.2	17.9	18.2
	4H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.1	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1
	6H	16.8	17.5	17.2	17.8	18.1	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
	8H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.4	17.1	17.7	18.0
4H	12H	16.8	17.3	17.1	17.7	18.0	16.7	17.3	17.1	17.6	17.9
	2H	16.9	17.6	17.2	17.9	18.2	16.9	17.6	17.2	17.8	18.1
	3H	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0	16.7	17.3	17.1	17.6	17.9
	4H	16.7	17.2	17.1	17.6	17.9	16.7	17.2	17.0	17.5	17.8
	6H	16.6	17.1	17.0	17.4	17.8	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8
8H	8H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7
	12H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.7
	4H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.5	16.9	17.0	17.3	17.7
	6H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.6
	8H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6
12H	12H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5
	4H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	16.9	17.2	17.7
	6H	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6	16.4	16.7	16.9	17.1	17.6
8H	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6	16.4	16.6	16.8	17.1	17.5	
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+2.4 / -19.8					+2.8 / -15.4					
S = 1.5H	+4.3 / -30.1					+4.2 / -30.4					
S = 2.0H	+6.3 / -32.1					+6.2 / -32.3					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	-2.2					-2.3					
Indice d'éblouissement en fonction du 1900lm Flux lumineux total											

Philips SmartForm TBS460 1xTL5-28W/840 HF C8-VH / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:



Classification des luminaires par UTE: 0.92B
CIE Flux Code: 73 100 100 100 91

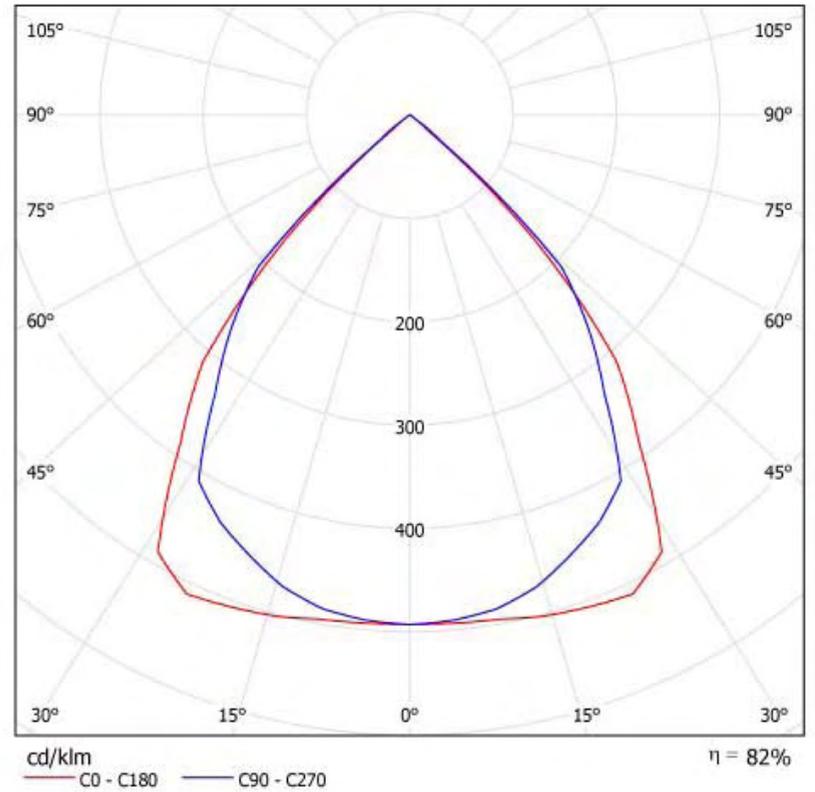
Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	19.0	19.9	19.3	20.2	20.4	19.3	20.3	19.6	20.5	20.7
	3H	18.9	19.7	19.2	19.9	20.2	19.2	20.0	19.5	20.3	20.5
	4H	18.8	19.6	19.1	19.8	20.1	19.1	19.9	19.4	20.2	20.4
	6H	18.7	19.4	19.0	19.7	20.0	19.1	19.8	19.4	20.1	20.4
	8H	18.7	19.4	19.0	19.7	20.0	19.0	19.7	19.4	20.0	20.3
	12H	18.6	19.3	19.0	19.6	19.9	19.0	19.6	19.3	19.9	20.3
4H	2H	18.8	19.6	19.2	19.9	20.2	19.2	19.9	19.5	20.2	20.5
	3H	18.7	19.4	19.1	19.7	20.0	19.0	19.7	19.4	20.0	20.3
	4H	18.6	19.2	19.0	19.5	19.9	18.9	19.5	19.3	19.8	20.2
	6H	18.6	19.0	19.0	19.4	19.8	18.9	19.3	19.3	19.7	20.1
	8H	18.5	19.0	18.9	19.3	19.7	18.8	19.3	19.3	19.7	20.1
	12H	18.5	18.9	18.9	19.3	19.7	18.8	19.2	19.2	19.6	20.0
8H	4H	18.5	19.0	18.9	19.3	19.7	18.8	19.3	19.3	19.7	20.1
	6H	18.4	18.8	18.9	19.2	19.7	18.7	19.1	19.2	19.5	20.0
	8H	18.4	18.7	18.9	19.1	19.6	18.7	19.0	19.2	19.5	19.9
	12H	18.3	18.6	18.8	19.1	19.6	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9
12H	4H	18.5	18.9	18.9	19.3	19.7	18.8	19.2	19.2	19.6	20.0
	6H	18.4	18.7	18.9	19.1	19.6	18.7	19.0	19.2	19.5	19.9
	8H	18.3	18.6	18.8	19.1	19.6	18.6	18.9	19.1	19.4	19.9
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+2.8 / -16.1					+2.4 / -6.0					
S = 1.5H	+4.4 / -28.1					+3.4 / -19.2					
S = 2.0H	+6.4 / -32.4					+5.4 / -32.0					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	0.1					0.4					
Indice d'éblouissement en fonction du 2600lm Flux lumineux total											

Philips SmartForm TBS411 1xTL5-28W/840 HF C8-C / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:



Classification des luminaires par UTE: 0.82B
 CIE Flux Code: 81 100 100 100 82

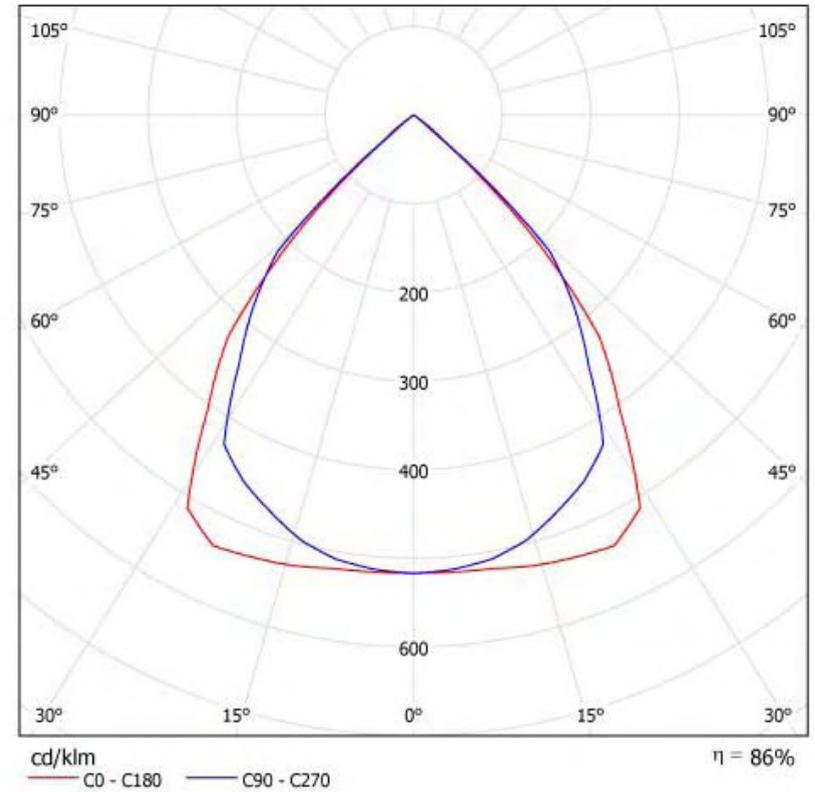
Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	17.2	18.0	17.4	18.2	18.4	17.1	18.0	17.4	18.2	18.4
	3H	17.0	17.8	17.3	18.0	18.3	17.0	17.7	17.3	18.0	18.2
	4H	17.0	17.7	17.3	17.9	18.2	16.9	17.6	17.2	17.9	18.1
	6H	16.9	17.5	17.2	17.8	18.1	16.8	17.5	17.2	17.8	18.1
	8H	16.8	17.5	17.2	17.8	18.1	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
4H	12H	16.8	17.4	17.2	17.7	18.0	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
	2H	17.0	17.7	17.3	18.0	18.2	16.9	17.6	17.2	17.9	18.2
	3H	16.8	17.4	17.2	17.7	18.1	16.8	17.4	17.1	17.7	18.0
	4H	16.8	17.3	17.1	17.6	18.0	16.7	17.2	17.1	17.6	17.9
	6H	16.7	17.1	17.1	17.5	17.9	16.6	17.1	17.0	17.4	17.8
8H	8H	16.7	17.0	17.1	17.4	17.8	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8
	12H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7
	4H	16.7	17.0	17.1	17.4	17.8	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8
	6H	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7
	8H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6
12H	12H	16.5	16.7	17.0	17.2	17.7	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6
	4H	16.6	17.0	17.0	17.4	17.8	16.6	16.9	17.0	17.3	17.7
	6H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	16.5	16.7	16.9	17.2	17.6
	8H	16.5	16.7	17.0	17.2	17.7	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6
	8H	16.5	16.7	17.0	17.2	17.7	16.4	16.6	16.9	17.1	17.6
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+2.4 / -19.8					+2.8 / -15.4					
S = 1.5H	+4.3 / -30.1					+4.2 / -30.4					
S = 2.0H	+6.3 / -32.1					+6.2 / -32.3					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	-2.2					-2.2					
Indice d'éblouissement en fonction du 2600lm Flux lumineux total											

Philips SmartForm TBS460 1xTL5-28W/840 HF C8-C / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:



Classification des luminaires par UTE: 0.86B
CIE Flux Code: 81 100 100 100 86

Emission de lumière 1:

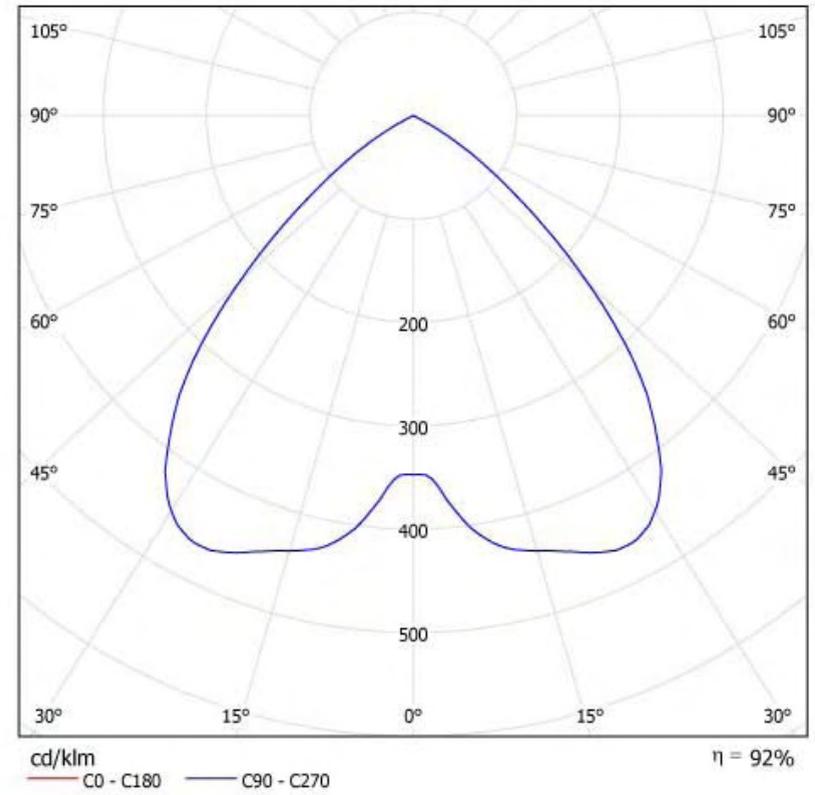
Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	17.3	18.2	17.6	18.4	18.6	17.3	18.1	17.5	18.3	18.6
	3H	17.2	18.0	17.5	18.2	18.4	17.1	17.9	17.4	18.1	18.4
	4H	17.1	17.8	17.4	18.1	18.4	17.1	17.8	17.4	18.0	18.3
	6H	17.1	17.7	17.4	18.0	18.3	17.0	17.7	17.3	17.9	18.2
	8H	17.0	17.6	17.4	17.9	18.2	17.0	17.6	17.3	17.9	18.2
	12H	17.0	17.6	17.3	17.9	18.2	16.9	17.5	17.3	17.8	18.1
4H	2H	17.2	17.9	17.5	18.1	18.4	17.1	17.8	17.4	18.1	18.3
	3H	17.0	17.6	17.4	17.9	18.2	16.9	17.5	17.3	17.8	18.2
	4H	16.9	17.4	17.3	17.8	18.1	16.9	17.4	17.3	17.7	18.1
	6H	16.9	17.3	17.3	17.7	18.0	16.8	17.2	17.2	17.6	18.0
	8H	16.8	17.2	17.2	17.6	18.0	16.8	17.2	17.2	17.5	17.9
	12H	16.8	17.1	17.2	17.5	18.0	16.7	17.1	17.2	17.5	17.9
8H	4H	16.8	17.2	17.2	17.6	18.0	16.8	17.2	17.2	17.5	17.9
	6H	16.7	17.0	17.2	17.5	17.9	16.7	17.0	17.1	17.4	17.9
	8H	16.7	17.0	17.2	17.4	17.9	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8
	12H	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8	16.6	16.8	17.1	17.3	17.8
12H	4H	16.8	17.1	17.2	17.5	18.0	16.7	17.1	17.2	17.5	17.9
	6H	16.7	17.0	17.2	17.4	17.9	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8
	8H	16.6	16.9	17.1	17.3	17.8	16.6	16.8	17.1	17.3	17.8
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H		+2.4 / -19.8					+2.8 / -15.4				
S = 1.5H		+4.3 / -30.1					+4.2 / -30.4				
S = 2.0H		+6.3 / -32.1					+6.2 / -32.3				
Tableau standard		BK00					BK00				
Nombre à ajouter pour la correction		-1.8					-1.9				
Indice d'éblouissement en fonction du 2600lm Flux lumineux total											

Philips LuxSpace BBS480 1xDLED-MINI/4000 / Fiche technique luminaire



Classification des luminaires par UTE: 0.92B
CIE Flux Code: 73 100 100 100 92

Emission de lumière 1:



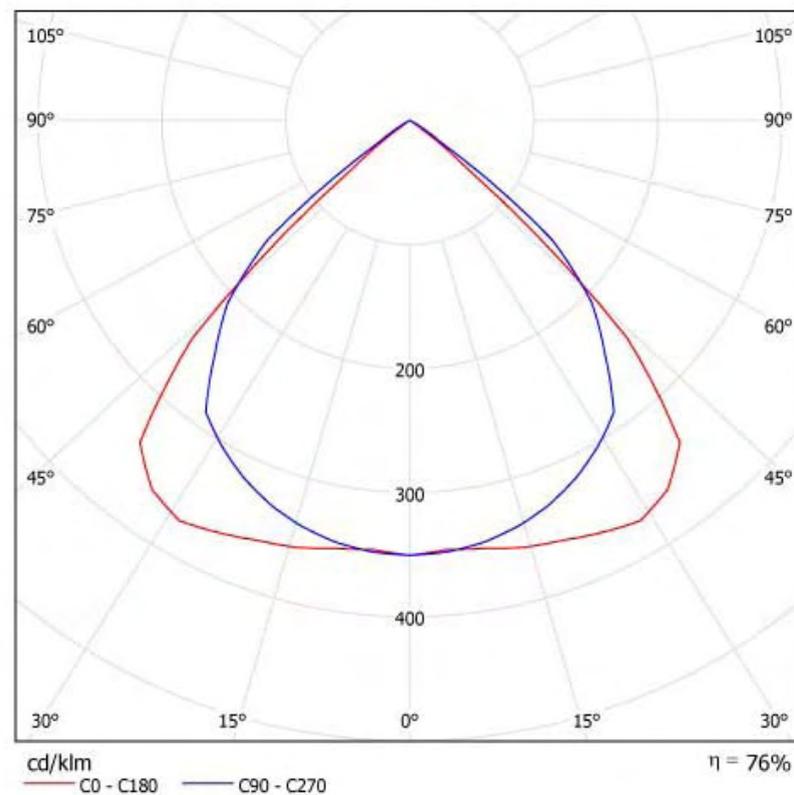
Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Taille pièce X Y		Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes				
2H	2H	22.1	23.1	22.4	23.3	23.5	22.1	23.1	22.4	23.3	23.5
	3H	22.0	22.8	22.3	23.1	23.3	22.0	22.8	22.3	23.1	23.3
	4H	21.9	22.7	22.2	23.0	23.2	21.9	22.7	22.2	23.0	23.2
	6H	21.9	22.6	22.2	22.9	23.2	21.9	22.6	22.2	22.9	23.2
	8H	21.8	22.5	22.2	22.8	23.1	21.8	22.5	22.2	22.8	23.1
4H	12H	21.8	22.4	22.1	22.7	23.1	21.8	22.4	22.1	22.7	23.1
	2H	22.0	22.8	22.3	23.1	23.3	22.0	22.8	22.3	23.1	23.3
	3H	21.9	22.5	22.2	22.8	23.2	21.9	22.5	22.2	22.8	23.2
	4H	21.8	22.4	22.2	22.7	23.1	21.8	22.4	22.2	22.7	23.1
	6H	21.7	22.2	22.1	22.6	23.0	21.7	22.2	22.1	22.6	23.0
8H	8H	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9
	12H	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9
	4H	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9	21.7	22.1	22.1	22.5	22.9
	6H	21.6	22.0	22.1	22.4	22.8	21.6	22.0	22.1	22.4	22.8
	8H	21.6	21.9	22.0	22.3	22.8	21.6	21.9	22.0	22.3	22.8
12H	12H	21.5	21.8	22.0	22.3	22.8	21.5	21.8	22.0	22.3	22.8
	4H	21.7	22.0	22.1	22.5	22.9	21.7	22.0	22.1	22.5	22.9
	6H	21.6	21.9	22.0	22.3	22.8	21.6	21.9	22.0	22.3	22.8
8H	21.5	21.8	22.0	22.3	22.8	21.5	21.8	22.0	22.3	22.8	
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+1.4 / -3.2					+1.4 / -3.2					
S = 1.5H	+3.2 / -13.2					+3.2 / -13.2					
S = 2.0H	+5.2 / -19.7					+5.2 / -19.7					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	3.3					3.3					
Indice d'éblouissement en fonction du 1230lm Flux lumineux total											

Philips SmartForm TBS460 1xTL5-28W/840 HF C8 / Fiche technique luminaire



Emission de lumière 1:

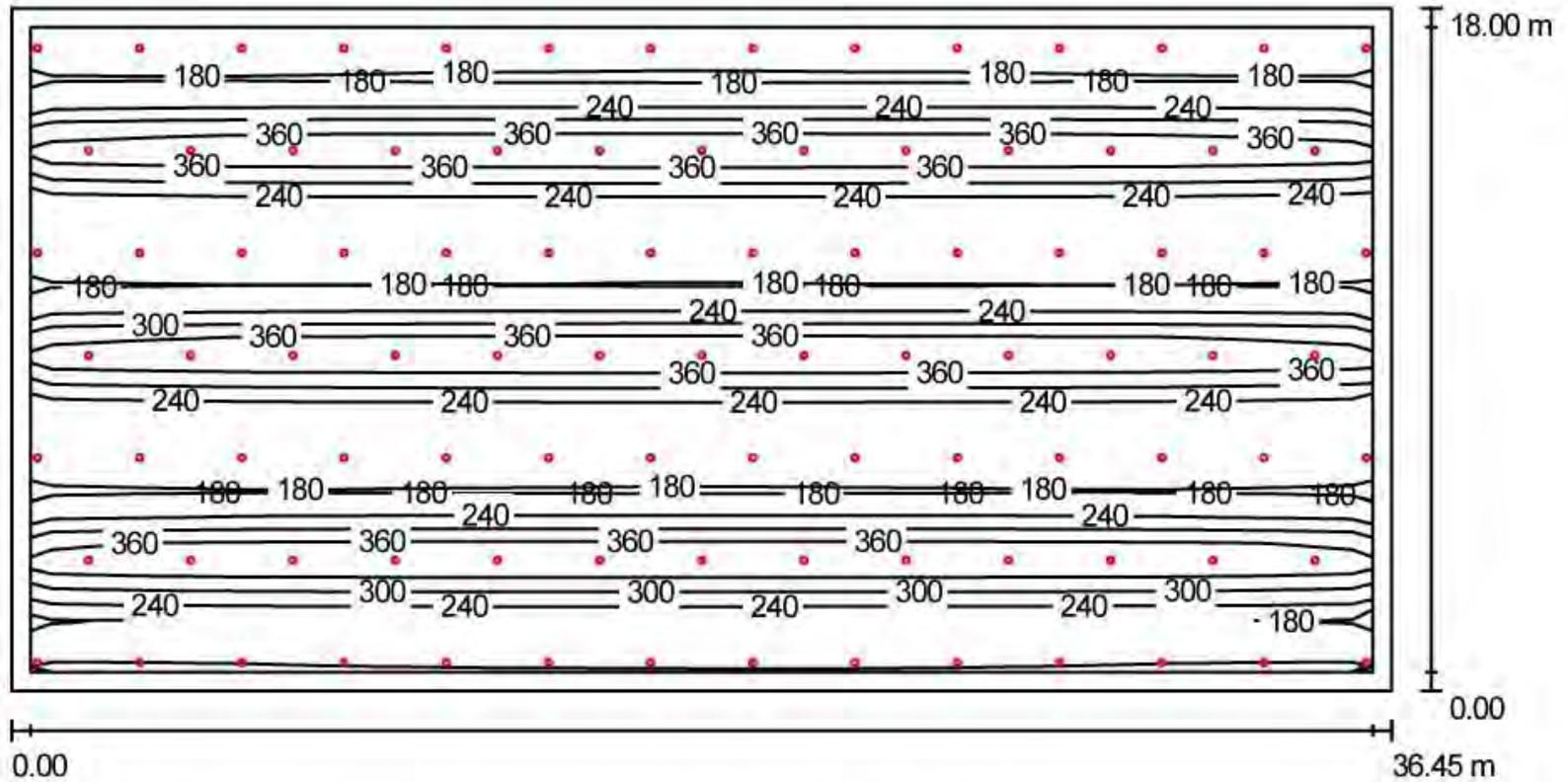


Classification des luminaires par UTE: 0.76B
CIE Flux Code: 73 100 100 100 76

Emission de lumière 1:

Evaluation éblouissement selon UGR											
ρ Plafond	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Murs	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Sol	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Taille pièce X Y	Visée perpendiculaire vers axe des lampes					Visée longitudinale vers axe des lampes					
2H	2H	18.3	19.3	18.6	19.5	19.7	18.7	19.6	18.9	19.8	20.1
	3H	18.2	19.0	18.5	19.3	19.5	18.5	19.4	18.8	19.6	19.9
	4H	18.1	18.9	18.4	19.2	19.4	18.5	19.2	18.8	19.5	19.8
	6H	18.0	18.8	18.4	19.0	19.3	18.4	19.1	18.7	19.4	19.7
	8H	18.0	18.7	18.4	19.0	19.3	18.4	19.0	18.7	19.3	19.6
4H	12H	18.0	18.6	18.3	18.9	19.2	18.3	19.0	18.7	19.3	19.6
	2H	18.2	19.0	18.5	19.2	19.5	18.5	19.3	18.8	19.5	19.8
	3H	18.0	18.7	18.4	19.0	19.3	18.3	19.0	18.7	19.3	19.6
	4H	18.0	18.5	18.4	18.9	19.2	18.3	18.8	18.7	19.2	19.5
	6H	17.9	18.4	18.3	18.7	19.1	18.2	18.7	18.6	19.1	19.4
8H	8H	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1	18.2	18.6	18.6	19.0	19.4
	12H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.0	18.1	18.5	18.6	18.9	19.3
	4H	17.9	18.3	18.3	18.7	19.1	18.2	18.6	18.6	19.0	19.4
	6H	17.8	18.1	18.2	18.5	19.0	18.1	18.4	18.5	18.9	19.3
	8H	17.7	18.0	18.2	18.5	18.9	18.0	18.3	18.5	18.8	19.3
12H	12H	17.7	17.9	18.2	18.4	18.9	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2
	4H	17.8	18.2	18.3	18.6	19.0	18.1	18.5	18.6	18.9	19.3
	6H	17.7	18.0	18.2	18.5	18.9	18.0	18.3	18.5	18.8	19.3
8H	17.7	17.9	18.2	18.4	18.9	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2	
Variation de position de l'observateur pour écartement S entre luminaires											
S = 1.0H	+2.8 / -16.1					+2.4 / -6.0					
S = 1.5H	+4.4 / -28.1					+3.4 / -19.2					
S = 2.0H	+6.4 / -32.4					+5.4 / -32.0					
Tableau standard	BK00					BK00					
Nombre à ajouter pour la correction	-1.2					-0.9					
Indice d'éblouissement en fonction du 2600lm Flux lumineux total											

Zone 18m - Solution 200 lux - LED / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.600 m, Hauteur de montage: 2.645 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:261

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$E_{\text{min}} / E_{\text{moy}}$
Plan utile	/	253	152	414	0.599
Sol	30	259	122	287	0.473
Plafond	70	73	52	79	0.716
Murs (4)	50	110	51	322	/

Plan utile:

Hauteur: 0.850 m
 Trame: 25 x 13 Points
 Zone périphérique: 0.500 m

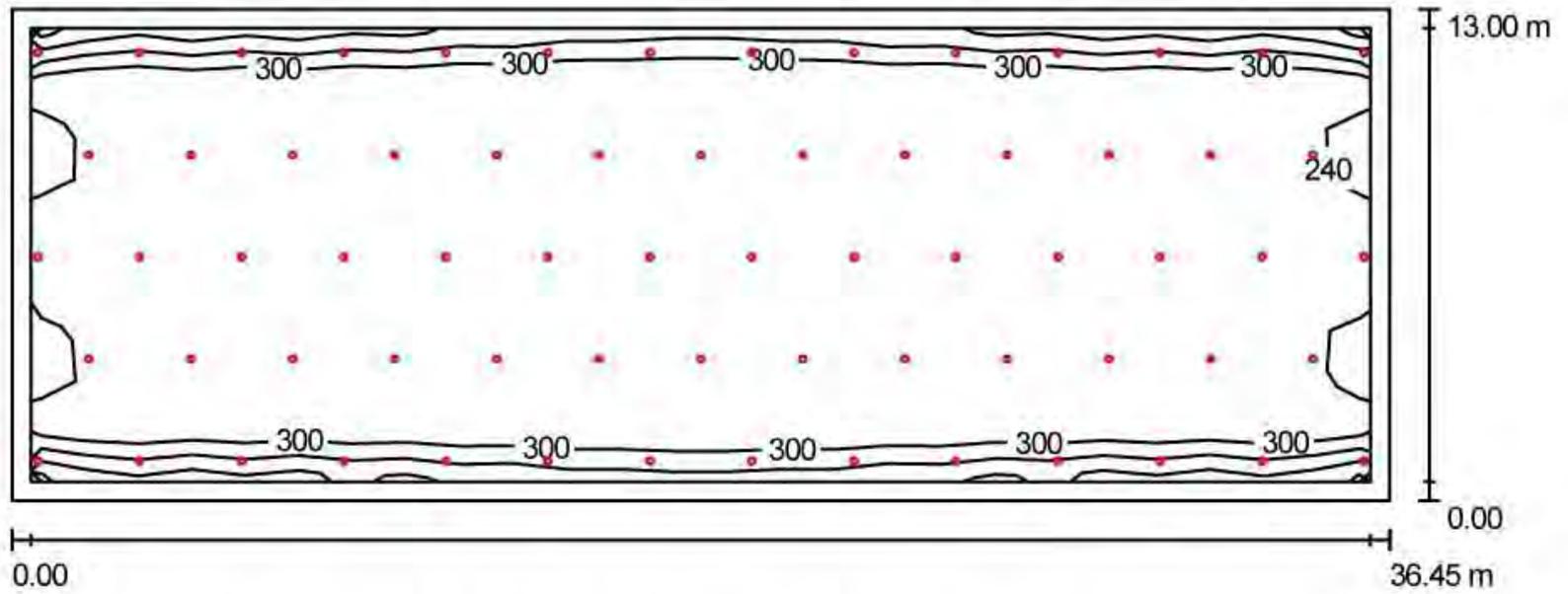
Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.387, Plafond / plan utile: 0.273.

Liste de luminaires

N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [m]	P [W]
1	95	PHILIPS LuxSpace Compact UGR19 (1.000)	2000	-1.0
Total:			190000	-95.0

Puissance installée spécifique: $-0.14 \text{ W/m}^2 = -0.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 656.10 m^2)

Zone 13m - Solution 200 lux - LED / Résumé



Hauteur de la pièce: 2.600 m, Hauteur de montage: 2.600 m, Facteur d'entretien: 0.85

Valeurs en Lux, Echelle 1:261

Surface	ρ [%]	E_{moy} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{moy}
Plan utile	/	265	150	428	0.565
Sol	30	253	118	285	0.468
Plafond	70	69	50	77	0.722
Murs (4)	50	96	50	318	/

Plan utile:

Hauteur: 0.850 m
Trame: 25 x 9 Points
Zone périphérique: 0.500 m

Rapport d'intensité d'éclairage (selon LG7): Murs / plan utile: 0.316, Plafond / plan utile: 0.259.

Liste de luminaires

N°	qté.	Désignation (Facteur de correction)	Φ [lm]	P [W]
1	68	PHILIPS LuxSpace Compact UGR19 (1.000)	2000	-1.0
Total:			136000	-68.0

Puissance installée spécifique: $-0.14 \text{ W/m}^2 = -0.05 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Surface au sol: 473.85 m^2)

Validation des solutions d'éclairage à Très haute Performance

Il importe pour le GIE d'étudier les solutions d'éclairage les plus performantes en s'assurant de qualité de confort maintenues voire renforcées.

Pour cela, le groupe éclairage s'est adressé à l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat, associé au laboratoire des Sciences de l'habitat, au CNRS, et à l'Université de Lyon, pour mener une étude d'évaluation de plusieurs scénarii d'éclairage.



Laboratoire des sciences de l'habitat

Il s'agit d'évaluer, à l'aide d'un dispositif de projection stéréoscopique de scènes lumineuses, un ensemble de propositions d'éclairage électrique d'espaces de travail sur un plateau de bureaux standard (3 types de bureaux seront pris en compte : bureau fermé 2 trames ; 3 trames ; bureau en open space).

Les scènes sont réalisées en images de synthèse calibrées et haute définition. Un panel d'observateurs de 20 à 30 personnes sera invité à juger ces scènes et à les trier selon divers critères. L'objectif est de permettre de retenir des solutions d'éclairage préférées parmi un ensemble de solutions à très basse consommation

(pages suivantes : explications des principes)

Les scénarios étudiés sont les suivants :

1 hypothèse de base : 300 Lux – Matériel Philips TBS 460

2 hypothèse alternatives : 2.1 200 Lux – Matériel Philips TBS 411

2.2 200 Lux – Matériel Philips encastré LED

Pour les hypothèses alternatives, un éclairage d'appoint à LED pour chaque bureau (Ledino) est prévu.

Les résultats de l'étude feront l'objet d'un additif lors de la mise à jour du livre blanc

Qualité perçue de l'éclairage

Exploration de solutions d'éclairage de haute qualité photométrique (IRC, éclairement, contraste), offrant des environnements lumineux intérieurs de très grande qualité, le tout, pour des consommations électriques minimales.

Recherche d'un facteur 2 en matière de design de luminaire (Luminance Based Design) pour diviser par deux la puissance installée.

Recherche d'un autre facteur 2 sur l'usage (usage maximal de la lumière naturelle, extinction des éclairages des locaux inoccupés, gestion de « veilles lumineuses / Stand-by », développement de sondes et automatismes).

Méthode:

- Ajustement mise à jour des normes et recommandations - éclairage intérieur et norme ergonomie visuelle (AFE, AFNOR)
- Exploration et pré-sélection de meilleurs scénarios d'éclairage en réalité virtuelle stéréographique. (Test Thurstone)
- Rédaction des scénarios retenus (performances électriques, photométriques et visuelles)
- Validation sur le terrain par des panels d'observateurs avec mesures des consommations électriques pour disposer d'informations robustes (Evidence Based Lighting Design)

Etudes en simulateurs d'ambiances lumineuses stéréographiques et interactives, afin de disposer de la plus grande flexibilité possible dans les aménagements, et le choix des vues.

Les images sont produites avec des outils de simulation calibrés de simulation de la lumière (Inspirer, dali, tests CIE, ...)



Image CNRS - Simulation d'éclairage



bureau 3 trames 300 lux

Image CNRS - Simulation d'éclairage



bureau 3 trames 200 lux et éclairage d'appoint LED

Image CNRS - Simulation d'éclairage



bureau 3 trames 200 lux tout LED et éclairage d'appoint LED