

**CONCEVOIR ET
RENOVER
UN BÂTIMENT
TERTIAIRE**

LES CAHIERS DES CHARGES *Energie*⁺

Pour le bureau d'études

**CAHIER DES CHARGES
ÉNERGÉTIQUE
INSTALLATION D'ECLAIRAGE**

Version juin 2004

>> Toute l'information sur l'énergie en Wallonie sur
<http://energie.wallonie.be>
(publications, outils techniques, séminaires, aides financières, ...)



RÉGION WALLONNE

**Pour tout renseignement, contactez le
Facilitateur Tertiaire désigné par la Région wallonne**
ICEDD
Institut de Conseil et d'Études de Développement Durable
Boulevard Frère Orban, 4 – 5000 Namur
Gauthier Keutgen
Tél : 081/25 04 80 – fax : 081/25 04 90
Courriel : gauthier.keutgen@icedd.be

**RÉINVENTONS
L'ÉNERGIE**

Avertissement

Mode d'utilisation de ce document

La Région wallonne a souhaité fournir aux Maîtres d'Ouvrage, aux bureaux d'études et aux architectes une série d'outils sous la forme de check-lists et de cahiers des charges de référence pour la conception « énergétique » d'un nouveau bâtiment ou sa rénovation :

- **les check-lists doivent servir à clarifier les demandes de performance énergétique** entre un Maître d'Ouvrage et ses opérateurs,
- **les cahiers des charges précisent les critères techniques** à mettre en œuvre pour atteindre ces performances.

Chaque Maître d'Ouvrage reste libre de décider, avec les conseils du bureau d'études et/ou de l'installateur, d'intégrer ou non les recommandations les plus intéressantes et les plus adaptées dans son projet.

Ces recommandations ne sont pas exhaustives et ne dispensent pas d'appliquer les normes et prescriptions réglementaires en vigueur.

Dans un but de promotion des économies d'énergie, des copies d'extraits ou de l'intégralité de ce texte sont souhaitées. Aucune activité commerciale relative à l'utilisation des informations qu'ils contiennent n'est cependant autorisée.

Il appartient à chaque utilisateur de ce document de faire preuve de vigilance et de capacité d'adaptation lorsqu'il sera appelé à rédiger les clauses définitives qui le liera avec son opérateur. En aucun cas, la Région wallonne ou le concepteur du présent n'assumeront une quelconque responsabilité quant à une utilisation erronée ou inappropriée des clauses reprises dans le présent document. La vérification finale reste du ressort de l'utilisateur.

Initiative

Ministère de la Région Wallonne
DGTRE
Direction Générale des Technologies,
de la Recherche et de l'Energie.

Avenue Prince de Liège, 7
5100 Jambes

Réalisation

Architecture et Climat – UCL
Place du Levant, 1
1348 Louvain La Neuve

Contact

Tel : 010/47.21.42
Fax : 010/47.21.50
Courriel : climat@arch.ucl.ac.be
Site Internet : www-climat.arch.ucl.ac.be

LES CAHIERS DES CHARGES *Energie*⁺

La collection actuelle des documents de référence pour concevoir et rénover un bâtiment du secteur tertiaire est composée de :

► Synthèse didactique

- Conception énergétique d'un bâtiment tertiaire

► Pour le Maître d'Ouvrage

Check-lists énergétiques : - de la programmation à la mise en service -

- Installation de chauffage
- Installation d'eau chaude sanitaire
- Installation d'éclairage
- Installation de ventilation hygiénique
- Installation de climatisation
- Installation d'un grand système de production d'eau chaude solaire
- Installation de cogénération (étude de pré-faisabilité)

► Pour les Bureaux d'Etudes et les Installateurs

Cahiers des charges énergétiques :

- Installation de chauffage
- Installation d'eau chaude sanitaire
- Installation d'éclairage**
- Installation de climatisation (chauffage, refroidissement, ventilation)
- Installation d'un grand système de production d'eau chaude solaire (*en préparation*)

Ces documents sont téléchargeables sur le Site Portail de l'Energie de la Région wallonne – <http://energie.wallonie.be>)

Investir dans l'énergie aujourd'hui ?

1. Avoir un bâtiment efficace d'un point de vue énergétique, c'est s'engager dans **une démarche citoyenne** pour le respect de l'environnement et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le "surcoût" éventuel pour un bâtiment plus efficace est généralement faible par rapport aux coûts de construction ou de rénovation d'un bâtiment.
2. La conception d'un bâtiment et de ses installations influence **le coût d'exploitation** pendant toute la durée de vie du bâtiment et des installations, soit 20, 30 ou 40 ans.
3. La tendance structurelle du **coût de l'énergie** sur 20 ou 30 ans **est à la hausse !** Dans le présent document, la rentabilité a été calculée pour un coût du combustible de 0,3 €/litre fuel ou 0,3 €/m³ gaz naturel, et pour un coût du kWh électrique de 0,11 € en Heures Pleines, 0,065 € en Heures Creuses et 0,087 € en fonctionnement continu. Le lecteur pourra apprécier, en cas de hausse du prix des énergies, l'intérêt croissant des recommandations.
4. Sous l'impulsion de l'Union Européenne, tous les bâtiments seront soumis dans moins de 10 ans à **des contraintes réglementaires de performances énergétiques**. C'est au moment de la construction ou de la rénovation d'un bâtiment qu'il est le plus facile et le moins coûteux d'améliorer son efficacité énergétique.

Objectif du document

Ce document a pour objectif de fournir aux Bureaux d'Etudes et aux Installateurs une synthèse des critères de performance énergétique à appliquer lors de la conception et de la réalisation d'une installation de chauffage d'un bâtiment tertiaire.

Chaque concepteur décidera, en accord avec le Maître de l'Ouvrage, d'intégrer ou non ces recommandations lors de la réalisation du projet de construction ou de rénovation, ou de l'écriture du cahier spécial des charges.

Il est complété par une check-list énergétique simplifiée à destination du Maître d'Ouvrage.

Deux niveaux de prescriptions

Pour faire face aux changements climatiques, toutes les mesures énergétiques sont les bienvenues et devraient être intégrées dans un projet de construction. Mais dans le but de définir des priorités parmi ces prescriptions, le document comprend deux types de clauses :

- "EXIGÉ"** ■ **Des exigences** auxquelles doit répondre toute installation d'éclairage pour garantir une performance énergétique minimale.

Le concepteur et le Maître de l'Ouvrage veilleront à ce que ces mesures très efficaces ne soient pas supprimées pour alléger le budget d'investissement.

Le surcoût éventuel est généralement remboursé en un temps inférieur à 5 ans par les économies générées durant l'exploitation.

- "CONSEILLÉ"** ■ **Des recommandations** qui visent l'efficacité énergétique maximale et donc l'impact environnemental minimal, au-delà du strictement "rentable".

Le bureau d'études ou l'installateur devront évaluer, dans la situation particulière du projet, les contraintes et l'intérêt énergétique de ces recommandations, afin d'aider le Maître d'Ouvrage à prendre sa décision.

Des commentaires en caractères italiques accompagnent et/ou justifient ces prescriptions.

TABLE DES MATIERES

1.	DIMENSIONNEMENT	7
2.	SYSTEME	10
3.	EQUIPEMENTS	11
3.1.	Lampes	11
3.2.	Luminaires	12
3.3.	Auxiliaires	13
3.4.	Commande et gestion	14
3.4.1.	Règles générales	14
3.4.2.	Cas particuliers des locaux scolaires	16
3.4.3.	Cas particuliers des salles de sport	16
3.4.4.	Environnement extérieur	17

Remarque valable pour l'ensemble des articles :

Le concepteur ou l'installateur est invité à formuler toute variante innovante permettant d'atteindre au minimum la performance énergétique proposée dans le présent Cahier des Charges.

1. DIMENSIONNEMENT

1.1. **EXIGÉ** : L'installation d'éclairage sera dimensionnée suivant une méthode par points. Le maillage choisi correspondra aux exigences suivantes :

- pour les zones de moins de 10 m², le point d'origine de la grille des points d'éclairage est le point situé dans le coin inférieur gauche de la zone. Le pas de la grille est de 30 cm x 30 cm, les points calculés correspondant aux croisements des lignes de la grille ;
- pour les zones de surface supérieure, les points de mesures seront pris conformément aux prescriptions de la norme NBN L 14-002 – Addendum 1 en vue d'obtenir une précision de 5%. La surface doit donc être divisée en carrés ayant approximativement 1 m de côté et l'éclairage mesuré au centre de chaque carré à la hauteur du plan utile. Les carrés seront dessinés de telle façon que les centres ne se rapprochent pas de moins de 1 m des parois ;
- l'éclairage moyen correspond à la moyenne arithmétique simple de l'éclairage obtenu en chaque point de calcul.

1.2. **EXIGÉ** : Les hypothèses de dimensionnement, telles que :

- nombre et emplacement des points de calcul,
- zone de calcul (position dans l'espace, y compris la hauteur du plan de travail),
- niveau d'éclairage moyen et uniformité souhaitée,
- facteur de maintenance des luminaires,
- facteur de réflexion des parois,

seront clairement fixées par l'Auteur de Projet et approuvées par le Maître d'Ouvrage. Lorsque le dimensionnement d'un même projet est réalisé par différents fabricants, ces données seront communes à tous les calculs.

Cette étape est l'étape préalable indispensable au travail de conception. On ne peut la négliger sous peine ne pouvoir comparer les différentes solutions proposées.

1.3. **CONSEILLÉ** : L'installation d'éclairage sera dimensionnée au moyen du logiciel DIALUX. Dans ce cas, moyennant accord du Maître d'Ouvrage, le système de maillage par défaut dudit logiciel pourra être utilisé.

1.4. **EXIGÉ** : Une note de calcul reprenant les résultats obtenus et les hypothèses de calcul (y compris le flux) sera remise à l'Auteur de Projet et au Maître d'Ouvrage.

1.5. **EXIGÉ** : l'installation d'éclairage sera dimensionnée sur base :

- de l'éclairage minimal du plan de travail imposé par le RGPT,
- du niveau d'éclairage moyen à maintenir et de l'uniformité d'éclairage minimale sur la zone de travail (y compris sur les tableaux verticaux des salles de cours) et dans les zones environnantes immédiates définis dans la norme NBN EN 12464-1,
- de la norme NBN EN 12193, pour l'éclairage des installations sportives.

1.6. **EXIGÉ : règle générale** : dans les locaux de travail, quel que soit le système d'éclairage (y compris lorsque la zone de travail est clairement définie et que l'éclairage de la tâche est assuré par un éclairage localisé), l'uniformité d'éclairage (éclairage minimal / éclairage moyen) calculée à hauteur de plan de travail, sur l'ensemble de la surface du local de laquelle on soustrait une bande de 50 cm le long des murs sans porte et une bande de 70 cm le long des murs avec porte, ne pourra descendre en dessous de 0,5.

- 1.7. **EXIGÉ** : Le rendement des luminaires pris en considération dans le dimensionnement sera mesuré conformément aux normes CIE 121 et EN 13032 et attesté par un certificat de mesure réalisé par un laboratoire spécialisé dans la mesure photométrique des luminaires. Le cas échéant, l'Auteur de Projet ou le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de faire contrôler les résultats de ces mesures auprès d'un laboratoire disposant d'une accréditation EN/ISO 17025. Les modalités de financement de cette mesure seront définies dans le cahier spécial des charges.
- 1.8. **CONSEILLÉ** : Sur demande, le fabricant de luminaires doit pouvoir fournir les matrices photométriques des luminaires proposés dans un format défini par le Maître d'Ouvrage.
- 1.9. **CONSEILLÉ** : Lorsque les conditions thermiques dans lesquels les luminaires devront fonctionner diffèrent fortement des conditions de test imposées par les normes, il est recommandé d'ajuster le flux lumineux des lampes fluorescentes considéré lors du dimensionnement pour tenir compte de la variation de celui-ci en fonction de la température.

Sous peine, une fois le projet réalisé, de ne pas obtenir l'éclairage souhaité. L'évolution du flux lumineux des lampes en fonction de la température peut être obtenu auprès des fabricants de lampes.

- 1.10. **EXIGÉ** : Lors du dimensionnement, le choix de la puissance totale des lampes à installer dans un local ne pourra pas conduire à un niveau d'éclairage moyen calculé supérieur de 20% ou inférieur au niveau d'éclairage moyen à maintenir défini au point 1.5.

Cette clause impose de choisir une combinaison nombre de luminaires, puissance des lampes qui permette de se rapprocher le plus possible des exigences d'éclairage, sans surdimensionnement excessif (donc surconsommation) ni sous-éclairage.

- 1.11. **EXIGÉ** : La zone de travail, c'est-à-dire la partie du lieu de travail dans laquelle la tâche visuelle est exécutée doit être définie par le Maître d'Ouvrage, le plus précisément possible. Si celle-ci ne peut être réellement connue, il faudra circonscrire au maximum la zone où la tâche peut être effectuée.

Exemples :

- dans des bureaux où l'on ne connaît pas l'emplacement des postes de travail, la zone de travail sera définie comme étant la surface du local de laquelle on soustrait une bande de 50 cm le long des murs sans porte et une bande de 70 cm le long des murs avec porte, à 85 cm du sol.
- dans des classes, on considérera la surface totale de la classe dont on enlèvera une bande de 50 cm dans le fond de la classe et de 100 cm le long des parois occupées par des armoires, à 85 cm du sol. Le tableau fera l'objet d'un calcul d'éclairage vertical spécifique. Dès lors, pour dimensionner l'éclairage général, on enlèvera une bande de 100 cm le long de la paroi sur lequel le tableau est placé.
- pour les surfaces verticales (p.e. les tableaux), la zone de travail correspond à l'entièreté de la surface, sans zone périphérique. Dans ce cas, il n'est pas tenu compte des prescriptions de la NBN EN 12464-1 relatives à la zone environnante.
- dans les espaces de circulation, la zone de référence sera égale à la surface du local, à 10 cm du sol.

Dans ces 4 cas, l'uniformité d'éclairage (éclairage minimal / éclairage moyen) sur l'ensemble de la zone sera conforme aux exigences de la norme NBN EN 12464-1 concernant la zone de travail. Elle ne sera donc pas inférieure à 0,7.

Les zones de référence à considérer pour les terrains de sport seront celles reprises dans la norme NBN EN 12193.

1.12. EXIGÉ : Pour les ambiances courantes rencontrées dans les bâtiments tertiaires, le facteur de maintenance utilisé pour dimensionner l'installation sera de 0,8 pour les installations équipées de ballasts électromagnétiques et de 0,9 pour les installations équipées de ballasts électroniques.

1.13. EXIGÉ : Les caractéristiques des parois du local choisies pour définir les coefficients de réflexion nécessaires au dimensionnement de l'installation seront les plus proches possibles des caractéristiques du local réel (tenant compte du mobilier). Si ces dernières ne sont pas connues, les coefficients de réflexion utilisés seront les suivants :

Parois	Coefficient de réflexion
Plafond	0,7
Murs	0,5
Sol	0,3

1.14. EXIGÉ : la puissance électrique définie par calcul pour l'ensemble des luminaires installés dans un local (y compris les luminaires décentralisés) sera la plus faible possible tout en respectant les critères de confort définis. Elle ne pourra pas dépasser :

- 2,5 W/m²/100 lux pour des locaux de bureau et des salles de cours (conseillé : 2 W/m²/100 lux),
- 3 W/m²/100 lux pour des salles de sport et des grands halls,
- 3,5 W/m²/100 lux pour un couloir.

La puissance électrique intégrera la puissance électrique des auxiliaires (intégration automatique dans le cas de l'utilisation du logiciel DIALUX).

Lorsque le calcul de dimensionnement est effectué en ne tenant compte que de la puissance électrique des lampes et non de la puissance système (lampes + auxiliaires), la puissance des auxiliaires sera prise égale à :

- pour les lampes à décharge avec ballasts électromagnétiques : 20% de la puissance des lampes,
- pour les lampes à décharge avec ballasts électroniques : 0% de la puissance des lampes,
- pour les lampes fluorescentes avec ballasts électroniques, suivant la classification définie par le CELMA (dans son guide pour l'application de la directive européenne 2000/55/CE).

A titre d'exemple, voici les valeurs à considérer pour les tubes fluorescent, en fonction de la classe énergétique EEI du ballast choisi :

Puissance des lampes	Pourcentage de perte du ballast (en % de la puissance de la lampe)	
	Classe énergétique EEI des ballasts électroniques suivant CELMA	
	A3 et A1	A2
Tubes T5		
14 W	29 %	21 %
24 W	17 %	8 %
28 W	21 %	14 %
35 W	20 %	11 %
39 W	18 %	10 %
49 W	18 %	12 %
54 W	17 %	11 %
80 W	15 %	10 %
Tubes T8		
15 W	20 %	7 %
18 W	17 %	6 %
36 W	6 %	0 %
58 W	2 %	-5 %

La surface prise en compte pour le calcul est la surface totale du local éclairé.

2. SYSTEME

- 2.1. **CONSEILLÉ** : Dans les locaux de bureau, il est conseillé d'assurer le niveau d'éclairage au moyen de luminaires dédiés aux zones de travail combiné à un éclairage général de plus faible puissance. Les luminaires localisés devront alors être équipés de lampes fluorescentes ou fluocompactes. Un niveau d'éclairage tel que défini dans la norme NBN EN 12464-1 et repris dans le tableau suivant doit cependant être assuré dans une zone de 50 cm autour de la zone de travail (zone appelée « zone environnante immédiate ») :

Eclairage moyen de la zone de travail (lx)	Eclairage moyen de la zone environnante immédiate (lx)
> 750	500
500	300
300	200

L'exigence d'uniformité sur l'ensemble du local de la clause 1.6. reste d'application.

L'efficacité énergétique de l'installation et le confort des occupants ne seront assurés que si l'ensemble de l'installation est conçu dès le départ. Ce type de projet est à déconseiller dans un bâtiment de promotion dans lequel l'éclairage individuel doit être installé par le locataire.

- 2.2. **EXIGÉ** : Dans les locaux où l'éclairage indirect n'est pas indispensable pour des raisons de protection contre l'éblouissement, le flux hémisphérique supérieur des luminaires proposés ne pourra pas dépasser 50 % du flux total.
- 2.3. **CONSEILLÉ** : dans les salles de cours, le tableau disposera d'un éclairage spécifique. Ces luminaires disposeront d'une commande propre placée à proximité du tableau.

Il est difficile d'atteindre un éclairage vertical suffisant sur les tableaux sans un éclairage spécifique.

3. EQUIPEMENTS

3.1. Lampes

- 3.1.1. **EXIGÉ** : Pour assurer l'éclairage fonctionnel, les lampes dites « à usage domestique » (c'est-à-dire, les lampes à incandescence, les lampes fluocompactes à ballast intégré ou séparé et les tubes fluorescents émettant moins de 6500 lm) disposeront d'un label « Energie A » défini par la directive 98/11/CE.

Cette exigence exclut les lampes à incandescence à filament de tungstène et aux halogènes les tubes fluorescents les moins performants et un certain nombre de lampes fluocompactes (avec ou sans ballast incorporé)

- 3.1.2. **EXIGÉ** : les lampes au mercure haute pression ne peuvent être utilisées.

- 3.1.3. **CONSEILLÉ** : L'utilisation de lampes dont l'efficacité lumineuse (rapport entre la puissance de la lampe et son flux lumineux) mesurée suivant la norme NBN EN 50285 est inférieur à 85 lm/W est déconseillé.

Cette recommandation revient à conseiller l'utilisation de luminaires 2 x 36 W plutôt que des luminaires 4 x 18 W. Ces derniers fournissant 20% de lumière en moins pour la même puissance. Les tubes fluorescents de 18 W sont à la limite de l'attribution du label « Energie A ». Ce critère énergétique doit également être intégré dans le choix du faux plafond éventuel.

- 3.1.4. **CONSEILLÉ** : si certaines zones de local doivent disposer d'un éclairage décoratif ou d'accentuation ponctuel, il est recommandé d'assurer celui-ci au moyen de lampes fluocompactes (luminaires type « downlight »), de lampes aux iodures métalliques à brûleur céramique (dans le cas d'un éclairage continu).

- 3.1.5. **EXIGÉ** : l'utilisation des lampes halogènes sera limitée à l'éclairage d'accentuation (éclairage ponctuel) dans des locaux de petite taille ou à des systèmes d'éclairage dont le temps d'allumage est court et épisodique. Dans ces cas, les lampes halogènes seront à couche infrarouge réfléchissante (technologie IRC).

Exemples : détection d'intrusion et commande par détection de présence, rallumage progressif des salles de cinéma, assurer, dans l'industrie, un éclairage minimal pendant le temps de rallumage des lampes à décharge en cas d'extinction accidentelle de celles-ci, ...

On ne peut éclairer un local avec des lampes halogènes.

- 3.1.6. **EXIGÉ** : les lampes choisies respecteront les exigences des normes NBN EN 12464-1 et NBN EN 12193 (Eclairage des installations sportives) en matière d'indice de rendu des couleurs (indice Ra).

Par exemple, dans les bureaux et les locaux scolaires et les circulations attenantes, Ra sera au minimum de 80.

Cela signifie que dans les locaux de type bureaux, salles de cours, des lampes fluorescentes de type 8xx ou équivalentes sont obligatoires. Celles-ci coûtent plus cher mais outre une meilleure qualité de lumière, un meilleur maintien du flux lumineux dans le temps et durée de vie supérieure, elles possèdent un meilleur rendement, ce qui permet, dans un nouveau projet de diminuer la puissance installée. Un tube fluorescent de type 8xx fournit 15% de lumière en

plus qu'un tube fluorescent standard pour la même puissance. De plus la quantité de mercure est nettement moindre dans les lampes 8xx.

A l'inverse, pour les lampes à décharge, les lampes au sodium présentant la meilleure efficacité lumineuse sont malheureusement celles dont l'indice de rendu des couleurs est le plus faible.

Ainsi, si on favorise l'efficacité énergétique dans les grands halls, il faut éviter, sans raison spécifique, de dépasser les exigences des normes NBN EN 12464-1 et NBN EN 12193 en matière d'indice de rendu des couleurs.

3.2. Luminaires

3.2.1. EXIGÉ : Les luminaires installés présenteront un taux d'éblouissement unifié (UGR) ne dépassant pas les exigences de la norme NBN EN 12464-1, en fonction du type de local éclairé. Le fabricant fournira la valeur de l'UGR des luminaires choisis pour l'implantation considérée.

3.2.2. CONSEILLÉ : L'Auteur de Projet fournira la valeur UGR calculée pour l'ensemble des luminaires en un point représentatif de la zone de travail. Ce point correspondant à une position de travail type sera choisi en commun accord avec le Maître d'Ouvrage.

3.2.3. EXIGÉ : En présence d'équipements de visualisation, les luminaires présenteront une luminance moyenne limitée, suivant toutes les directions radiales autour des luminaires, conformément à la norme NBN EN 12464-1.

Par exemple, pour les écrans verticaux ou inclinés suivant un angle de 15°, les limites de luminance des luminaires à respecter pour des angles d'élévation de 65° et plus sont données par le tableau suivant :

Classe d'écran selon ISO 9241-7	I	II	III
Qualité d'écran	bonne	moyenne	faible
Luminance moyenne des luminaires réfléchis dans l'écran	< ou = 1000 cd/m ²		< ou = 200 cd/m ²

3.2.4. CONSEILLÉ : En cas d'utilisation prolongée des écrans de visualisation, on recommandera une luminance maximale de 200 cd/m² à partir de 60° pour les plans 0-180 et 90-270 et 200 cd/m² à partir de 65° pour les autres plans.

3.2.5. EXIGÉ : les luminaires posséderont un label ENEC et respecteront les exigences de la norme EN 61000 en matière de compatibilité électromagnétique. Un certificat établi par un organisme de contrôle agréé par le ministère des affaires économiques attestera que le matériel proposé respecte ces exigences.

3.2.6. CONSEILLÉ : dans les bâtiments susceptibles de connaître des réaménagements intérieurs fréquents, les appareils seront connectés au moyen de connecteurs rapides de type « Wieland » ou de type « push in ».

Directement, il ne s'agit pas ici d'une clause d'efficacité énergétique. Cependant, les facilités de connexion rendent l'installation plus flexible et une adaptation plus rapide des commandes pour l'adapter à l'occupation peut-être variable.

3.2.7. CONSEILLÉ : dans son état ouvert, la partie optique du luminaire doit rester attachée au corps du luminaire par un moyen efficace et durable mais son remplacement éventuel doit être facile. Si un lien est utilisé pour maintenir la partie optique au corps du luminaire, il ne peut constituer une gêne lors de la fermeture. La fermeture du luminaire doit être franche, en une opération.

Les équipements du luminaire seront faciles d'accès en cas de remplacement.

Les optiques en aluminium seront manipulés au moyen de gants en coton.

- 3.2.8. CONSEILLÉ :** Si les luminaires sont équipés d'une extraction d'air, elle se fera :
- au travers du luminaire pour les tubes fluorescents de 26 mm de diamètre,
 - dans les parois du luminaire pour les tubes fluorescents de 16 mm de diamètre.

Les tubes fluorescent de 26 mm (ou T8) atteignent leur meilleur rendement pour une température de fonctionnement de 25°C. Alors que cette température est de 35°C pour les tubes de 16 mm (ou T5). Il faut donc éviter de trop refroidir ces derniers.

3.3. Auxiliaires

- 3.3.1. EXIGÉ : Règle générale :** les appareils d'éclairage pour lampes fluorescentes seront équipés de ballasts électroniques tel que la puissance d'entrée des circuits ballast-lampe, mesurée suivant la norme NBN EN 50294, ne dépasse pas les valeurs suivantes :

Puissance de la lampe		Puissance maximale d'entrée des circuits ballasts-lampe
50 Hz	HF	
15 W	14 W	18 W
18 W	16 W	21 W
30 W	24 W	33 W
36 W	32 W	38 W
38 W	32 W	40 W
58 W	50 W	59 W
70 W	60 W	72 W

Lorsqu'un ballast est conçu pour une lampe dont la puissance s'intercale entre 2 valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus, la puissance maximale d'entrée des circuits ballast-lampe est calculée par interpolation linéaire entre les 2 valeurs de puissance maximale d'entrée pour les 2 puissances de lampe les plus proches dans le tableau.

Un ballast ne peut ainsi être d'une catégorie énergétique (EEI Energy Efficiency Index) inférieure à la catégorie A3 telle que définie par le CELMA (Fédération des Associations Nationales de Fabricants de Luminaires et de Composants Electrotechniques pour Luminaires de l'Union Européenne).

Dérogation à la règle générale : Les luminaires hermétiques comprenant 2 lampes de 58 W pourront être équipés d'un ballast électromagnétique à faibles pertes de classe EEI B1. Il en va de même pour tout luminaire destiné à fonctionner moins de 1000 h/an.

Le sigle EEI est généralement repérable sur le ballast. La classe B1 correspond aux ballasts électromagnétiques faibles pertes les plus performants.

- 3.3.2. EXIGÉ :** Pour les lampes à décharge autres que les lampes fluorescentes, les luminaires seront équipés de ballasts électroniques si ceux-ci existent pour la puissance de lampe choisie.

- 3.3.3. EXIGÉ :** Les ballasts électroniques pour lampes fluorescentes fonctionneront à une fréquence de 30 kHz, seront à préchauffage des cathodes (« warm start ») et auront une durée de vie minimale de 50 000 heures.

Le préchauffage des cathodes permet de limiter la diminution de durée de vie des lampes fluorescentes lorsque le nombre d'allumages augmente.

- 3.3.4. EXIGÉ :** Le facteur de puissance d'un circuit éclairage sera au minimum de :
- 0,95, en présence de ballasts électroniques,
 - 0,9, en présence de ballasts électromagnétiques.

3.4. Commande et gestion

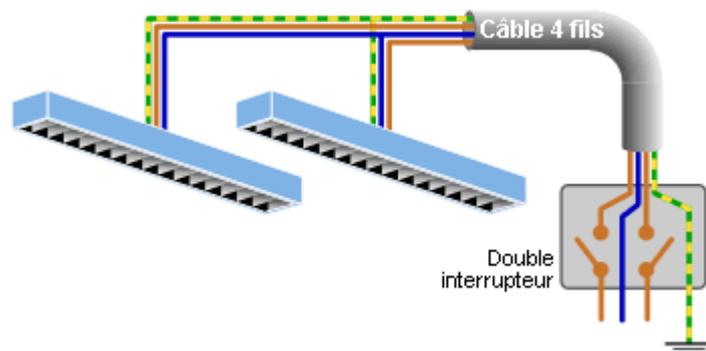
3.4.1. Règles générales

3.4.1.1. CONSEILLÉ : Le concepteur étudiera l'intérêt économique de surdimensionner la section des câbles d'alimentation électrique en vue de réduire les pertes de distribution par effet Joule. Le cas échéant, les bornes de raccordement du luminaire devront alors permettre le raccordement de câbles de section de 2,5 mm².

3.4.1.2. CONSEILLÉ : Le réseau électrique du bâtiment doit être conçu dès le départ pour permettre une gestion efficace des installations telle que décrite dans les clauses ci-après.

Exemples :

- *La gestion manuelle de l'éclairage en fonction de l'éclairage naturel n'est faisable que s'il est possible d'éteindre séparément les rangées de luminaires en fonction de leur éloignement des fenêtres. On peut aussi, par exemple, raccorder un luminaire sur trois dans les couloirs pour assurer un éclairage de veille ou d'entretien. Ou encore répartir les commandes au sein d'un plateau paysager.*
- *On peut réaliser des circuits d'alimentation séparés avec un minimum de câblage peut se faire en utilisant des câbles à 4 fils (3 phases et 1 terre) plutôt que des câbles à 3 fils. Cela permet de réaliser 2 circuits avec un même câble et un surcoût modéré.*



- *On peut également doubler le câblage de puissance par un bus de communication permettant une gestion souple et flexible de chaque composant de l'installation.*

3.4.1.3. EXIGÉ : Chaque local disposera au minimum d'une commande d'allumage et d'extinction propre.

3.4.1.4. CONSEILLÉ : Dans chaque local, la rangée de luminaires la plus proche des fenêtres doit pouvoir être commandée séparément des autres luminaires. Cette recommandation s'applique également aux locaux équipés de 2 luminaires situés à des distances différentes des fenêtres.

Cette clause est considérée comme satisfaite lorsque les luminaires sont gérés automatiquement en fonction de l'éclairage naturel. Dans ce cas l'adjonction de commandes manuelles supplémentaires n'est pas nécessaire.

Si la commande des luminaires se fait par interrupteurs ou boutons-poussoirs, l'équipement commandant les luminaires proches des fenêtres disposera d'un signe distinctif clair (par exemple, une couleur différente).

Le surcoût lié à l'installation d'un double allumage est rentabilisé en moins de 5 ans si celui-ci permet de diminuer le temps de fonctionnement des luminaires proches des fenêtres d'environ 200 h/an.

3.4.1.5. CONSEILLÉ : Chaque zone d'activité doit posséder sa commande d'éclairage propre. Dans les locaux d'activité unique mais de grande superficie, la commande de l'éclairage sera découpée en différentes zones pour permettre un allumage différencié en fonction des besoins.

3.4.1.6. CONSEILLÉ : Dans les locaux demandant des niveaux d'éclairage différents en fonction de l'activité et de la période de la journée (par exemple pour le travail courant, le gardiennage ou l'entretien), la commande de l'éclairage sera répartie de manière à adapter le nombre de lampes en fonctionnement.

La commande de ce type d'installation sera de préférence centralisée. Le mode d'utilisation de la commande apparaîtra clairement à l'utilisateur ou sera automatisé.

Par exemple : un nombre de luminaires différents dans les couloirs en journée, pour l'entretien en soirée ou la garde de nuit. Dans les salles de sport, en fonction du niveau de compétition.

3.4.1.7. CONSEILLÉ : Un système de gestion centralisée permettra une coupure automatique de l'installation en fonction d'une programmation horaire avec possibilités de dérogation locale et retour au mode automatique après une certaine période.

Il est exclu de couper l'installation sans possibilité de relance, pour des questions de sécurité.

3.4.1.8. EXIGÉ : Dans les lieux privés (en opposition aux lieux publics ou de passage), la commande des luminaires sera accessible aux occupants. Dans les lieux publics ou de passage, la commande manuelle ne sera accessible qu'au gestionnaire.

Ces exigences ne s'appliquent pas lorsque l'allumage et l'extinction des luminaires sont commandés par détection de présence.

3.4.1.9. CONSEILLÉ : Dans les locaux de type public ou de passage, à occupation variable et non programmable, il est recommandé de commander l'extinction des luminaires au moyen d'une détection de présence, de préférence à double technologie de détection. En fonction du type d'occupants, cette recommandation peut s'étendre aux locaux de travail, voire aux postes de travail, dans le cas d'un éclairage dédié à chacun de ceux-ci.

Si nécessaire la détection de présence sera associée à une sonde crépusculaire.

Cette clause ne s'applique pas aux luminaires équipés de lampes à décharge.

Par exemple : dans un bureau équipé de 6 lampes de 36 W, un détecteur de présence sera rentabilisé en 5 ans (en tenant compte de la suppression d'un interrupteur manuel) s'il permet de gagner 5 .. 6 h d'éclairage journalier. Ce qui équivaut à dire qu'une telle rentabilité est atteinte si un détecteur de présence permet d'économiser 1,3 kWh par jour (par exemple, cela équivaut à l'extinction automatique de 216 W pendant 6h).

3.4.1.10. CONSEILLÉ : Si de grands espaces de travail sont découpés en zones dont l'éclairage est commandé par détection de présence (a fortiori quand chaque luminaire est équipé d'un détecteur de présence), l'action de celui-ci sur les lampes sera modulante de manière à éviter de brusques et fréquentes modifications de luminance dans le champ de vision des

occupants. Dans un local de travail individuel, le détecteur de présence peut agir en tout ou rien sur le luminaire.

- 3.4.1.11. EXIGÉ :** Lorsqu'une installation est commandée par détection de présence, celui-ci agira en final sur l'alimentation de puissance du ballast.

Cette exigence n'est pas d'application si une coupure centralisée de l'installation est gérée par horloge.

- 3.4.1.12. CONSEILLÉ :** Dans les locaux profitant d'éclairage naturel, le flux lumineux des luminaires les plus proches des fenêtres sera régulé en fonction de l'apport en éclairage naturel. Il est également recommandé de gérer les luminaires de la rangée contiguë de manière à ne pas créer de « discontinuité » d'éclairage sur la surface du local.

De plus, une détection de présence ou une programmation horaire commandera la mise hors tension des luminaires en période d'inoccupation des locaux. Une alternative à la détection de présence ou à la programmation horaire peut être la présence d'une lampe témoin permettant de repérer la mise sous tension des luminaires.

Dans une situation standard (local à la vue dégagée, pourcentage d'ouverture dans la façade de 40 .. 60%), on peut tabler sur une économie d'énergie de 30 .. 50% pour la rangée de luminaires proche des fenêtres et 15 .. 30% pour la rangée contiguë.

La rentabilité du système de gestion dépendra fortement du tarif électrique appliqué au bâtiment :

- *lorsque le prix du kWh payé est supérieur à 0,12 €/kWh (tarif Basse Tension ou prix plafond en tarif Haute Tension), le temps de retour du système de gestion (surcoût des ballasts électroniques dimmables et des cellules photoélectriques) sera remboursé en moins de 5 ans. Une telle gestion s'impose donc.*
- *lorsque le tarif appliqué comporte une composante relative à la puissance (pointe ¼ horaire en tarif Haute Tension), l'économie d'énergie ne permettra pas de diminuer la pointe ¼ horaire facturée (il est plus que probable que l'éclairage sera allumé à pleine puissance, au moins 15 minutes par mois au moment de la pointe du bâtiment). Dans ce cas, le prix du kWh économisé sera de l'ordre de 0,06 €/kWh. Le temps de retour du système de gestion excèdera alors souvent les 5 ans. Tout dépendra de la taille des vitrages, de leur transmission lumineuse, de leur orientation, ...*

La combinaison avec un système coupant l'alimentation électrique des luminaires en cas d'inoccupation est nécessaire pour éviter le rallumage automatique à la nuit tombée.

3.4.2. Cas particuliers des locaux scolaires

- 3.4.2.1. EXIGÉ :** Dans les salles de cours, les luminaires éclairant le tableau disposeront d'une commande propre.

3.4.3. Cas particuliers des salles de sport

- 3.4.3.1. EXIGÉ :** Dans les salles de sport, l'éclairage des terrains adjacents doit pouvoir être commandé séparément.

- 3.4.3.2. CONSEILLÉ :** Dans les salles de sport, le système de commande devra permettre d'atteindre plusieurs niveaux d'éclairage en fonction des différents niveaux de jeux pratiqués.

3.4.3.3. CONSEILLÉ : Dans les salles de sport, il est recommandé de prévoir un système permettant de garantir la coupure de l'éclairage en dehors de l'occupation.

Par exemple, rapatriement des commandes vers un tableau centralisé avec lampes témoins, allumage par bouton poussoir et extinction par détection de présence, minuterie, jetons, horloge,

3.4.4. Environnement extérieur

3.4.4.1. EXIGÉ : La commande de l'ensemble des luminaires extérieurs au bâtiment se fera au moyen d'interrupteurs munis de témoins de visualisation. Elle sera en outre asservie à une cellule crépusculaire avec possibilité de limitation par horloge.

3.4.4.2. CONSEILLÉ : La couleur des parois du local et de son mobilier doit être claire.

