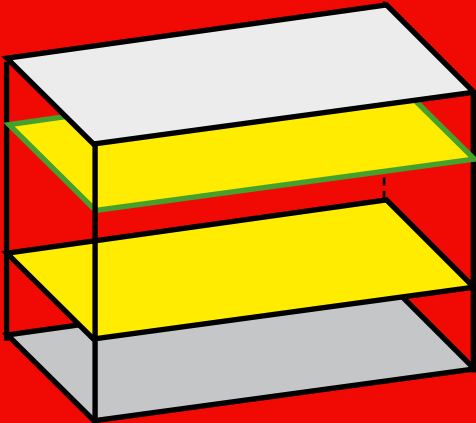


Roger Cadiergues

Les calculs d'éclairage



L12. SOMMAIRE

1. Les calculs d'installation *p. 3*

- 1.01. Les projets d'éclairage
- 1.02. Le choix du type d'éclairage
- 1.03. Le choix des lampes et luminaires
- 1.04. Les méthodes de dimensionnement
- 1.05. Le dimensionnement proposé
- 1.06. Le découpage géométrique du local
- 1.07. Les éclairagements recommandés

1.08. Les utilances

1.09. Caractéristiques des lampes et luminaires

2. Les calculs de consommation *p. 9*

- 2.01. Les trois cadres d'évaluation
- 2.02. Les durées d'éclairage
- 2.03. Levers et couchers du soleil

Livraison 12 . 26 mars 2009
(prochaine livraison le 2 avril 2009)

LA COLLECTION DevCad

Livrets des précédentes livraisons :

- L00 : AuxiDev** (8 janvier 2009)
- L01 : Le développement durable** (8 janvier 2009)
- L02 : Le cadre DevCad** (15 janvier 2009)
- L03 : Les plans énergétiques** (22 janvier 2009)
- L04 : L'insertion du solaire** (29 janvier 2009)
- L05 : La biomasse énergie** (5 février 2009)
- L06 : Les productions électriques** (12 février 2009)
- L07 : La conception du neuf** (19 février 2009)
- L08 : L'amélioration de l'existant** (26 février 2009)
- L09 : Les analyses écoénergétiques** (5 mars 2009)
- L10 : L'éclairage** (12 mars 2009)
- L11 : Les sources de lumière** (19 mars 2009)

Livrets prévus dans les prochaines livraisons :

- A2 : Améliorer l'éclairage** (2 avril 2009)
- A3 : Améliorer la ventilation** (9 avril 2009)



**L'ACCES AUX MODULES AuxiDev, ET LEUR UTILISATION SONT GRATUITS,
MAIS N'OUBLIEZ PAS, AUPARAVANT, DE VOUS INSCRIRE**

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective», et d'autre part que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration «toute reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite».

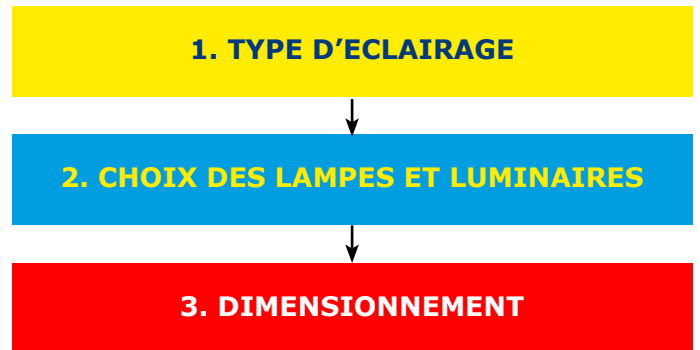
Texte établi par Roger Cadiergues (© février 2009)

1. LES CALCULS D'INSTALLATION

1.01. Les projets d'éclairage

Un projet complet d'éclairage comporte normalement les trois phases suivantes :

1. le choix du **type d'éclairage** (voir § 1.02 : rappel de notions déjà examinées au livret L10) ;
2. le choix des **lampes** et des **luminaires** (voir livret L11 : **Les sources de lumière**), ce qui implique en particulier le choix de la **couleur** (voir § 1.03),
3. le dimensionnement de l'installation (calcul du nombre de lampes et luminaires permettant d'atteindre l'**éclairement** (voir § 1.04).



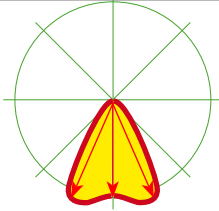
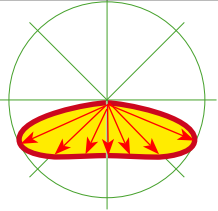
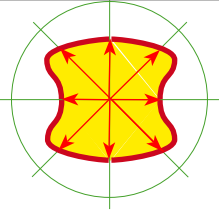
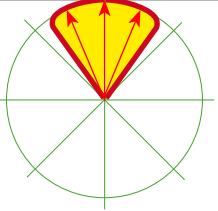
1.02. Le choix du type d'éclairage

Le choix du luminaire se fait en fonction du type d'éclairage choisi a priori, ce type définissant la répartition du flux lumineux dans l'espace, aspect déjà évoqué au livret L11 : **Les sources de lumière** (§ 2.01). Le classement adopté s'appuie sur les trois répartitions suivantes de base :

- . «(très) intensive» lorsque le flux lumineux est dirigé vers un point précis de l'espace,
- . «semi-intensive» lorsque la situation est intermédiaire,
- . «extensive» lorsque le flux lumineux est diffusé dans un large faisceau.

En pratique la majorité des constructeurs utilisent le *tableau ci-dessous* (pratiquement reproduit du livret L11), qui fixe les **quatre classes fondamentales** utilisées pour les projets :

- . **direct intensif** pour le flux lumineux intensif dirigé *vers le bas*,
- . **direct extensif** pour le flux lumineux extensif dirigé *vers le bas*,
- . **semi-direct** lorsque le flux lumineux est dirigé en partie *vers le bas* et en partie *vers le haut*,
- . **indirect** lorsque le flux lumineux est uniquement dirigé *vers le haut*.

CLASSEMENT SYNTHÉTIQUE DES LUMINAIRES				
LUMINAIRE :	DIRECT INTENSIF	DIRECT EXTENSIF	SEMI-DIRECT	INDIRECT
RÉPARTITION D'INTENSITÉ :				
CLASSES PHOTOMÉTRIQUES	A à E	F à J	Superposition de : . appareils directs de classe A à J + appareils indirects	T

1.03. Le choix des lampes et luminaires

Une fois le type d'éclairage choisi (voir paragraphe précédent) il faut sélectionner les sources et luminaires adéquats. Pour ce faire le projeteur dispose d'une assez grande liberté mais il peut lui être imposé de respecter des consignes de couleur, à respecter selon la méthode suivante.

LA MÉTHODE PROPOSÉE

Dans le cadre de la méthode que nous proposons :

1. vous choisissez d'abord les critères de **couleur** et d'**éclairage** à respecter selon le type de local éclairé (table **A** ci-dessous),
2. vous choisissez ensuite le type de lampe assurant les consignes précédentes en matière de **couleur** (voir table **B** de la page 5, suivante),
3. vous dimensionnez ensuite l'installation selon les procédures indiquées au paragraphe suivant (§ **1.04**).

A RECOMMANDATIONS TYPES (Association Française de l'Eclairage [A.F.E.], et PROMOTELEC pour l'essentiel)

locaux		couleur		éclairage
secteur	activité type	IRC	Tc [K]	moyen [lx]
Enseignement	<i>salle de classe</i>	85	3 000 - 4 000	500
	<i>tableau</i>	85	3 000 - 4 000	600
	<i>couture</i>	85	3 000 - 4 000	625
	<i>dessin d'art</i>	90	3 000 - 4 000	625
	<i>dessin industriel</i>	85	3 000 - 4 000	950
Bureaux	<i>bureau classique</i>	85	4 000	500
	<i>bureau paysager</i>	85	4 000	750
	<i>dessin technique</i>	90	4 000 - 5 000	950
	<i>salle de conférence</i>	80	3 000 - 4 000	300
	<i>informatique</i>	85	4 000	20 - 500
Magasins (vente)	<i>alimentation</i>	80 - 90	3 000 - 4 000	500
	<i>épicerie fine</i>	80 - 90	3 000 - 4 000	300 - 500
	<i>boulangerie</i>	80 - 90	2 700 - 3 000	300
	<i>boucherie, charcuterie</i>	90 - 100	4 000 - 6 500	500 - 800
	<i>textile, maroquinerie</i>	90 - 100	5 000 - 6 500	500 - 800
	<i>horlogerie, bijouterie</i>	90 - 100	4 000 - 5 000	500 - 800
	<i>fleuriste</i>	90 - 100	4 000 - 5 000	500
	<i>coiffeur, salon de beauté</i>	90 - 100	4 000 - 5 000	500 - 750
Hotellerie	<i>hall de réception</i>	80	3 000	300
	<i>comptoir</i>	80	3 000	500
	<i>salle à manger</i>	85 - 90	3 000	300
	<i>cuisine</i>	85 - 90	4 000	500
	<i>chambres et annexes</i>	85	3 000	300
	<i>cafétéria, salons</i>	85	3 000	200 - 300
Santé	<i>circulation</i>	80	3 000	150
	<i>salle de soins</i>	85	4 000	300
	<i>laboratoire</i>	90	5 000	500
	<i>chambre de malade</i>	85	3 000 - 4 000	50 - 300
	<i>services médicaux</i>	90	4 000	300 - 750
	<i>salle d'opération</i>	95	5 000 - 6 500	1 500
	<i>champ opératoire</i>	> 95	<i>spécifique</i>	2 000 et plus
	<i>salle de repos</i>	90	4 000	1 000

B DONNEES TYPES SUR LES SOURCES

<i>type de source</i>	<i>puissance</i> [W]	<i>efficacité</i> [lm/W]	<i>T. de couleur</i> [K]	<i>IRC</i>	<i>durée de vie</i> [h]
INCANDESCENCE					
standard	15 - 1000	8 - 18	2600 - 2900	100	1000
halogène basse tension	50 - 2000	8 - 18	3000	100	2000
halogène très basse tension	15 - 100	8 - 18	3000	100	2000 - 4000
FLUORESCENCE					
tubes fluorescents	18/36/58	8 - 18	2700 - 6500	66-98	8000 - 12000
fluocompactes de substitution	5-23	8 - 18	2700 - 3000	85	8000
fluocompactes d'intégration	5-55	8 - 18	2700 - 4000	85	8000 - 12000
À DÉCHARGE					
aux halogénures métalliques	20 - 2000	15 - 1000	3000 - 6000	65-85	6000 - 8000
à vapeur de sodium haute pression	35 - 1000	15 - 1000	2000 - 2500	80	8000 - 24000

1.04. Les méthodes de dimensionnement

Le calcul de base des installations d'éclairage (le dimensionnement proprement dit) est essentiel. Ce calcul fait appel à des méthodes plus ou moins complexes, qui ont un peu évolué au cours du temps. Aujourd'hui il existe deux normes de dimensionnement des installations d'éclairage (voir table page suivante). De nombreuses tables figurent dans ces normes mais nous ne les reproduisons pas ici telles qu'elles : nous adopterons une démarche compatible, mais plus simple et un peu plus rapide.

LES NORMES DE DIMENSIONNEMENT (éclairage)

- . La **norme NF S 40-001** peut être considérée comme la référence, servant essentiellement aux fabricants et distributeurs de luminaires pour établir les tables de calcul de leurs appareils.
- . La **norme NF C 71-121** simplifie un peu l'application de la norme précédente, mais reste utilisée dans les mêmes conditions.

1.05. Le dimensionnement proposé

Ce paragraphe regroupe la formule et la définition des paramètres à utiliser pour le dimensionnement.

LA FORMULE DE BASE

La procédure ici choisie repose sur l'adoption d'une même formule de base, laquelle fournit, pour un local

donné, le flux lumineux Φ [lm] total de l'ensemble des lampes à installer dans le local :

$$\Phi = (E A \delta) / (\eta U)$$

formule que nous écrirons un peu différemment (cadre ci-dessous) en vue d'en faciliter l'emploi par regroupement des caractéristiques des lampes et luminaires.

FORMULE DE DIMENSIONNEMENT

$$\Phi = (E A / U) \cdot (\delta / \eta)$$

- . Φ [lm] : **flux lumineux à fournir**,
- . A [m²] : **surface du plan utile** (§ 1.06),
- . E [lx] : **éclairage prévu** pour le local (§ 1.07),
- . U : **utilance**, caractéristique du local et du système d'éclairage (§ 1.08),
- . δ = **facteur de dépréciation** des lampes et luminaires,
- . η = **rendement** des luminaires (voir § 1.09).

1.06. Le découpage géométrique du local

LE PLAN UTILE

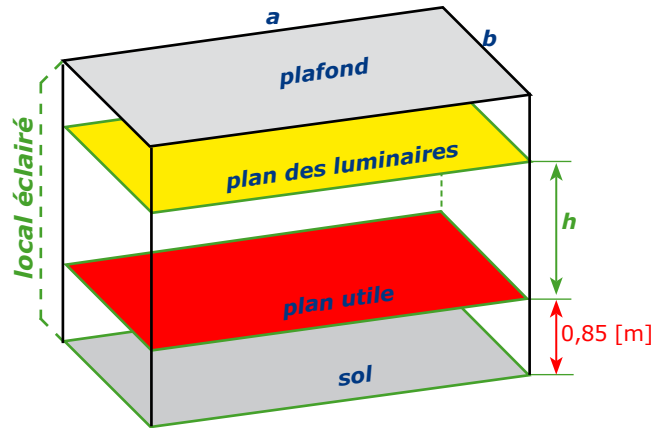
En général l'objectif est d'obtenir - selon le type d'activité visuelle pratiquée dans le local - un **éclairage** du «**plan utile**». Sauf cas très particulier, par exemple celui des tableaux dans les écoles, le **plan utile** est, par convention, le plan horizontal fictif situé à 0,85 [m] au-dessus du sol réel (voir schéma ci-contre).

LE PLAN DES LUMINAIRES ET L'INDICE DE LOCAL

Les luminaires sont situés dans un plan horizontal, dit «**plan des luminaires**», situé à la hauteur h au-dessus du plan utile. A partir de cette grandeur il est possible de définir la caractéristique dimensionnelle du local : l'**indice** (de ce local), noté ici K , qui vaut :

$$K = a \cdot b / h (a + b)$$

a et b étant les côtés définis par le schéma ci-contre.



1.07. Les éclairagements recommandés

Il s'agit, normalement, de l'éclairage moyen du plan de travail, dont les valeurs doivent être les suivantes.

Circulations	E [lx]
. couloirs	100
. escaliers	150
Habitat	
. en général	300
. cuisine	300
. chambre (éclairage localisé)	200
. salle de bains	300
Hôtels : voir A (§ 1.03)	
Bureaux : voir A (§ 1.03)	

Enseignement : voir A (§ 1.03)	E [lx]
Magasins : voir A (§ 1.03)	
Salles de spectacle	50
. salles de cinéma	100
. amphithéâtres	300
. salles des fêtes	150
. foyers	
Entrepôts	
. stockages (entrepôts compris)	150

Bâtiments agricoles	E [lx]
. étable : couloir d'alimentation	30
. poulailler	50
. étable : salle de traite	150
. préparation des aliments du bétail	150
Industries alimentaires	
. confiserie : préparation	150
. brassage, laiterie	300
. confiserie : conditionnement	500
. conserverie	500
Industrie du tabac	
.	500
Industries du bois	
. scieries	150
. travail à l'établi	300
. travail aux machines, finitions	500
. contrôle final	750
Industries céramiques	
. fours	150
. moulage, presses	300
. vernissage, décoration	500
Industries chimiques	
. circulation	200
. broyeurs, malaxeurs	300
. calendrage, injection, contrôles, labos	500
. comparaison de couleurs	1000

Industrie du verre	E [lx]
. chaufferie, composition	150
. soufflage, moulage	300
. décoration, gravure	500
Fonderies	
. nettoyage, modelage grossier	200
. sablerie	300
. modelage fin, fabrication des noyaux	500
Mécanique générale	
. établi, machine-outil, soudure	300
. travail de pièces moyenne	500
. travail de petites pièces	750
. travail très délicat / très petites pièces	1500
Industries du cuir et des vêtements	
. vernissage (cuir)	500
. couture, piqure, contrôle	1000
. comparaison de couleurs (cuir)	1000
Industrie textile	
. cardage, étirage, bobinage	300
. filage, tissage gros ou clair	500
. tissage fin ou foncé	750
. comparaison de couleurs	1000
Industrie du livre	
. typographie, informatique, reliure	500
. pupitre de composition classique	750
. lithographie	1000

1.08. Les utilances

	Indice	$\rho_p = 0,7$			$\rho_p = 0,5$		
	<i>K</i>	$\rho_m = 0,5$	$\rho_m = 0,3$	$\rho_m = 0,1$	$\rho_m = 0,5$	$\rho_m = 0,3$	$\rho_m = 0,1$
ECLAIRAGE DIRECT réflecteur alu ballon fluorescent	0,6	<i>U</i> = 0,49	<i>U</i> = 0,42	<i>U</i> = 0,39	<i>U</i> = 0,46	<i>U</i> = 0,42	<i>U</i> = 0,39
	0,8	0,58	0,51	0,48	0,54	0,51	0,48
	1,0	0,64	0,56	0,53	0,59	0,55	0,53
	1,5	0,73	0,64	0,61	0,65	0,63	0,61
	2,0	0,78	0,68	0,66	0,69	0,67	0,65
	2,5	0,81	0,71	0,69	0,72	0,70	0,69
	3,0	0,84	0,73	0,72	0,73	0,72	0,71
	5,0	0,88	0,76	0,76	0,76	0,75	0,74
ECLAIRAGE DIRECT réflecteur laqué tubes fluorescents	0,6	0,31	0,24	0,20	0,28	0,23	0,20
	0,8	0,39	0,31	0,28	0,36	0,31	0,27
	1,0	0,45	0,37	0,33	0,41	0,36	0,33
	1,5	0,56	0,46	0,43	0,50	0,45	0,42
	2,0	0,62	0,52	0,49	0,55	0,51	0,48
	2,5	0,67	0,56	0,53	0,58	0,55	0,53
	3,0	0,70	0,59	0,56	0,61	0,58	0,56
	5,0	0,76	0,65	0,63	0,65	0,64	0,62
ECLAIRAGE DIRECT luminaire encastré tubes fluorescents	0,6	0,32	0,27	0,25	0,30	0,27	0,25
	0,8	0,38	0,32	0,30	0,35	0,32	0,30
	1,0	0,42	0,36	0,34	0,38	0,36	0,33
	1,5	0,48	0,42	0,40	0,44	0,41	0,39
	2,0	0,52	0,45	0,43	0,46	0,44	0,43
	2,5	0,55	0,47	0,46	0,48	0,46	0,45
	3,0	0,57	0,49	0,47	0,49	0,48	0,47
	5,0	0,61	0,52	0,51	0,52	0,51	0,50
ECLAIRAGE SEMI-DIRECT plafonnier diffuseur tubes fluorescents	0,6	0,20	0,15	0,13	0,18	0,14	0,12
	0,8	0,26	0,20	0,17	0,23	0,19	0,16
	1,0	0,30	0,24	0,21	0,26	0,22	0,20
	1,5	0,37	0,31	0,27	0,32	0,28	0,26
	2,0	0,42	0,35	0,32	0,35	0,32	0,30
	2,5	0,45	0,38	0,35	0,38	0,35	0,33
	3,0	0,48	0,40	0,37	0,39	0,37	0,35
	5,0	0,53	0,44	0,43	0,42	0,41	0,40
ECLAIRAGE MIXTE diffuseur verre, base ouverte ou prismatique lampe à incandescence	0,6	0,37	0,30	0,26	0,33	0,28	0,24
	0,8	0,45	0,37	0,32	0,40	0,35	0,31
	1,0	0,52	0,42	0,38	0,45	0,40	0,36
	1,5	0,63	0,52	0,48	0,53	0,49	0,46
	2,0	0,69	0,58	0,54	0,59	0,55	0,51
	2,5	0,74	0,62	0,59	0,62	0,58	0,56
	3,0	0,77	0,65	0,62	0,64	0,61	0,58
	5,0	0,85	0,72	0,69	0,70	0,67	0,65
ECLAIRAGE DIRECT-INDIRECT luminaire suspendu deux tubes fluorescents	0,6	0,21	0,16	0,13	0,19	0,15	0,13
	0,8	0,28	0,22	0,19	0,24	0,20	0,18
	1,0	0,33	0,27	0,23	0,29	0,24	0,22
	1,5	0,42	0,35	0,31	0,35	0,32	0,29
	2,0	0,48	0,40	0,37	0,40	0,36	0,33
	2,5	0,53	0,44	0,41	0,43	0,39	0,37
	3,0	0,56	0,47	0,44	0,45	0,42	0,39
	5,0	0,63	0,53	0,51	0,49	0,47	0,45

1.09. Caractéristiques des lampes et luminaires

Dans la formule de base (§ 1.04) figurent :

- . δ le facteur de dépréciation de l'ensemble source-luminaire,
- . η le rendement du luminaire.

Normalement ces valeurs sont indiquées par les fournisseurs des composants, mais vous pouvez également, au moins en avant-projet, utiliser les valeurs suivantes.

LES CARACTÉRISTIQUES TYPES DES LAMPES (ordres de grandeur)

Lampes à incandescence

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,20$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 1,30$
- . au bout de 18 mois ($\delta = 1,32$) : $\delta/\eta = 1,40$

Tubes fluorescents

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 1,40$
- . au bout de 18 mois ($\delta = 1,32$) : $\delta/\eta = 1,45$

Lampes fluocompactes

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 1,40$
- . au bout de 18 mois ($\delta = 1,32$) : $\delta/\eta = 1,45$

LES CARACTÉRISTIQUES TYPES DES LUMINAIRES (ordres de grandeur)

Réflecteur laqué blanc sans grille, ou émaillé ($\eta = 0,7$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 1,65$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,20$) : $\delta/\eta = 1,70$

Réflecteur laqué blanc avec grille ($\eta = 0,55$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,25$) : $\delta/\eta = 2,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,35$) : $\delta/\eta = 2,50$

Plafonnier diffuseur ($\eta = 0,5$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,35$) : $\delta/\eta = 2,70$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,50$) : $\delta/\eta = 3,00$

Projecteur étanche ($\eta = 0,35$)

- . au bout de 6 mois ($\delta = 1,15$) : $\delta/\eta = 3,30$
- . au bout de 12 mois ($\delta = 1,20$) : $\delta/\eta = 3,40$

2. LES CALCULS DE CONSOMMATION

2.01. Les trois cadres d'évaluation

LES OBJECTIFS

Les calculs (prévisions) des consommations d'éclairage peuvent se faire dans trois cadres différents, ce chapitre se bornant à l'énumération des principes.

1. Ou bien il s'agit de prévoir la **consommation annuelle d'éclairage** [kWh/an].
2. Ou bien il s'agit de prévoir les **apports d'hiver** qui réduisent les besoins de chauffage.
3. Ou bien il s'agit de prévoir les **consommations** liées à l'éclairage (en période chaude) à faire intervenir

dans les prévisions de consommation des installations de climatisation ou de conditionnement d'air.

LA DIFFICULTÉ DE BASE

Dans les trois cas le principe de calcul est identique : la consommation en cause est obtenue en multipliant la **puissance installée** en éclairage (qui est supposée calculée) ,
 . par la **durée de fonctionnement de l'éclairage**, qui est généralement le paramètre le plus délicat à fixer.

2.02. La durée d'éclairage

LA MÉTHODE DE CALCUL CONSEILLÉE

Dans tous les cas nous conseillons d'opérer **mois par mois**, en se limitant aux mois concernés par l'évaluation en cause.

Lorsque la commande de l'éclairage est **automatique** (à partir d'une mesure de l'éclairage naturel) on peut plus facilement se rapprocher des valeurs probables, mais dans le cas de commande **non automatique** les résultats sont beaucoup plus incertains.

LES POINTS DE REPÈRE

Afin d'éviter des erreurs plus ou moins graves nous

conseillons de veiller à tenir compte de ce que de telles consommations ne sont valables que si le soleil est levé. Les heures de lever et de coucher du soleil sont donc importantes, ce qui - avec les heures légales - fait intervenir :

- . la **latitude** du site, que nous forfaitiserons, en France, par la zone climatique,
- . ainsi que la **longitude**, que nous forfaitiserons également par la zone climatique.

Ce qui conduit aux résultats finaux présentés au paragraphe suivant (§ 2.03), les **zones climatiques** étant définies ci-dessous.

Région	Départements	Zone
Nord	tous	A2
Picardie	tous	A2
Basse-Normandie	tous	A2
Haute-Normandie	tous	A2
Région parisienne	tous	A2
Champagne-Ardennes	tous	A1
Lorraine	tous	A1
Alsace	tous	A1
Bretagne	Finistère	B
	Côte d'Armor, Ille-et-Vilaine, Morbihan	A2
Pays de Loire	tous	A2
Centre	tous	A2
Bourgogne	tous	A1

Région	Départements	Zone
Franche-Comté	tous	A1
Poitou-Charentes	Deux-Sèvres, Vienne	A2
	Charente Mar., Charente	C2
Limousin	tous	C2
Auvergne	Allier	A1
	Puy de Dôme, Cantal, Haute Loire	C1
Rhône-Alpes	tous	C1
Aquitaine	tous	C2
Midi-Pyrénées	tous	C2
Languedoc-Roussillon	tous	C1
Provence-Côte d'Azur	tous	C1
Corse	tous	C1

2.03. Levers et couchers du soleil

Pour vous aider dans la définition des programmes d'éclairage artificiel, la table ci-dessous vous permet de fixer, par zone climatique et par mois, l'heure (d'hiver) du **lever** et du **coucher** du soleil. Il s'agit des valeurs géométriquement strictes (hauteur angulaire du soleil égale à zéro), l'éclairage naturel ne devenant généralement significatif qu'une heure environ après le lever, et une heure avant le coucher. S'il est indiqué «**8,5-17,3**» cela signifie que le lever a lieu à 8,5 [h] et le coucher à 17,3 [h], les temps étant indiqués - pour la moyenne du mois indiqué - **en heures légales d'hiver** (et fraction décimale).

LEVERS ET COUCHERS DU SOLEIL (heures d'hiver)												
zone	mois											
	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	nov.	déc.
A1	8,5- 17,3	7,7- 18,2	6,8- 18,8	5,8- 19,6	5,0- 20,2	4,8- 20,6	5,2- 20,4	5,8- 19,7	6,6- 18,7	7,2- 17,6	8,1- 16,9	8,6- 16,8
A2	8,8- 17,6	8,0- 18,5	7,1- 19,2	6,1- 19,9	5,4- 20,6	5,1- 20,9	5,5- 20,8	6,2- 20,0	7,0- 19,0	7,6- 18,0	8,4- 17,2	8,9- 17,1
B	9,0- 17,9	8,3- 18,7	7,4- 19,5	6,3- 20,2	5,6- 20,8	5,4- 21,2	5,7- 21,0	6,4- 20,2	7,2- 19,3	7,8- 18,2	8,6- 17,4	9,2- 17,3
C1	8,2- 17,4	7,5- 18,2	6,7- 18,7	5,8- 19,4	5,2- 19,9	5,0- 20,5	5,3- 20,1	5,9- 19,4	6,5- 18,6	7,0- 17,6	7,7- 17,0	8,2- 16,9
C2	8,5- 17,8	7,8- 18,5	7,0- 19,1	6,1- 19,7	5,5- 20,3	5,3- 20,8	5,6- 20,4	6,2- 19,8	6,9- 19,0	7,4- 18,0	8,1- 17,3	8,6- 17,2