

Roger Cadiergues

MémoCad nD44.a

LES INSTALLATIONS D'ÉCLAIRAGE

SOMMAIRE

- nD44.1.** Les projets d'éclairage
- nD44.2.** Le choix des lampes et des luminaires
- nD44.3.** Les méthodes de dimensionnement
- nD44.4.** Les éclairagements recommandés
- nD44.5.** Rendements et facteurs de dépréciation
- nD44.6.** Les utilances
- nD44.7.** Les calculs de consommation



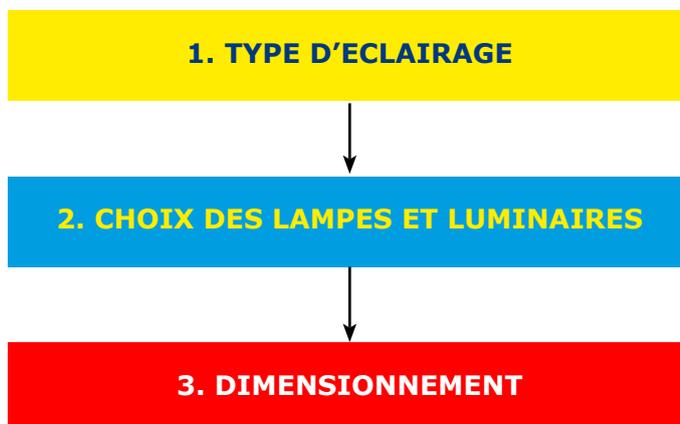
La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part que les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective», et d'autre part que les analyses et courtes citations dans un but d'exemple 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».

nD44.1. LES PROJETS D'ÉCLAIRAGE

L'ORGANISATION DES PROJETS

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

1. le choix du **type d'éclairage** (voir § nD44.1) ;
2. le choix des **lampes** et des **luminaires** (voir livret mD02 : **Les sources de lumière**), ce qui implique en particulier le choix de la **couleur** (voir § nD44.2),
3. le dimensionnement de l'installation (calcul du nombre de lampes et luminaires permettant d'atteindre l'**éclairage** désiré (voir § nD44.3).



LE CHOIX DU TYPE D'ÉCLAIRAGE

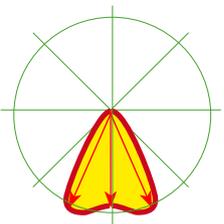
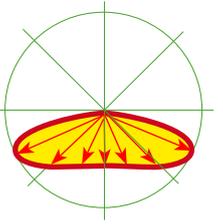
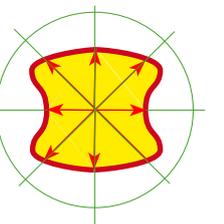
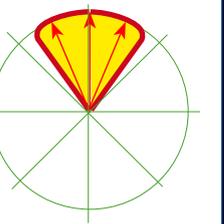
Le choix du luminaire se fait en fonction du type d'éclairage choisi a priori, ce type définissant la répartition du flux lumineux dans l'espace, aspect déjà évoqué au livret mD02 : **Les sources de lumière**. Le classement adopté s'appuie sur les trois répartitions suivantes de base :

- . «(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 R12), qui fixe les **quatre classes fondamentales** utilisées pour les projets :

- . **direct intensif** et **direct extensif** pour les flux lumineux dirigés *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 :				

nD44.2. LE CHOIX DES LAMPES ET LUMINAIRES

LA MÉTHODE PROPOSÉE

Une fois le type choisi (fiche précédente) :

1. vous choisissez d'abord les critères de **couleur** et d'**éclairage** selon le type de local (table **A**),
2. vous choisissez ensuite le type de lampe matière de **couleur** (table **B**),
3. vous dimensionnez ensuite l'installation selon les procédures indiquées par la fiche **nD44.3**.

A RECOMMANDATIONS de l'Association Française de l'Éclairage [A.F.E.], et de PROMOTELEC				
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

B DONNEES TYPES SUR LES SOURCES

type de source	puissance [W]	efficacité [lm/W]	T. de couleur [K]	IRC	durée de vie [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

nD44.3. LES MÉTHODES DE DIMENSIONNEMENT

LES PRINCIPES

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.

LES NORMES DE RÉFÉRENCE

Aujourd'hui il existe deux normes de dimensionnement des installations d'éclairage :

- . la **norme NF S 40-001** qui 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**, qui simplifie un peu l'application de la norme précédente, mais reste utilisée dans les mêmes conditions que la précédente.

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 plus rapide, que nous allons maintenant présenter.

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 :

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

Nous utiliserons, en fait (en vue d'en faciliter l'emploi par regroupement des caractéristiques des lampes et luminaires,) la formule dérivées suivante :

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

formule où :

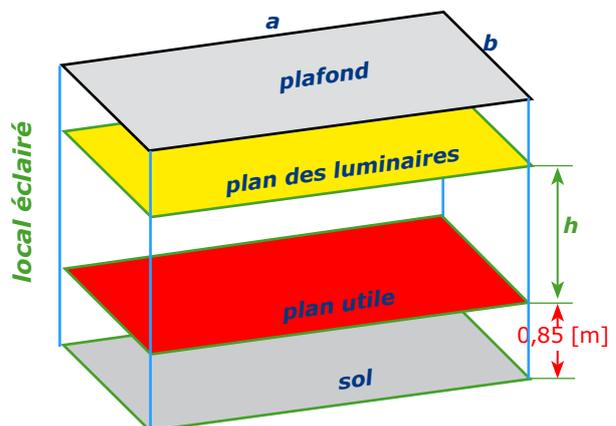
- . Φ [lm] : est le **flux lumineux à fournir**,
- . A [m²] : est la **surface du plan utile** (voir plus loin),
- . E [lx] : est l'**éclairage prévu** pour le local (voir la fiche précédente),
- . U : est l'**utilance**, caractéristique du local et du système d'éclairage définie plus loin,
- . δ : est le **facteur de dépréciation** des lampes et luminaires (voir plus loin),
- . η : est le **rendement** des luminaires (voir plus loin).

LE PLAN UTILE ET LE PLAN DES LUMINAIRES

En général l'objectif est d'obtenir - selon le type d'activité visuelle pratiquée dans le local - un **éclairage** de ce qu'on appelle le **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, les **différents «plans»** intervenant dans le calcul étant présentés au schéma ci-contre.

C'est ainsi, par exemple qu'on peut définir le **«plan des luminaires»**, situé à la hauteur h au-dessus du plan utile, tout ces plans permettant de définir le paramètre essentiel intervenant dans les calculs : l'**indice du local**.



L'INDICE DU LOCAL

Grâce aux conventions précédentes il est possible de définir l'**indice de local K** qui vaut :

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

a et b étant les côtés définis par le schéma ci-dessus, et h la distance entre plan des luminaires et plan utile.

nD44.4. LES ÉCLAIREMENTS RECOMMANDÉS

Il s'agit, normalement, de l'éclairage moyen du plan de travail

Circulations . couloirs . escaliers Habitat . en général . cuisine . chambre (éclairage localisé) . salle de bains Hôtels : voir A (mD10.2) Bureaux : voir A (mD10.2)	<i>E</i> [lx] 100 150 300 300 200 300	Enseignement : voir A (mD10.2) Magasins : voir A (mD10.2) Salles de spectacle . salles de cinéma . amphithéâtres . salles des fêtes . foyers Entreposages . stockages (entrepôts compris)	<i>E</i> [lx] 50 100 300 150 150
Bâtiments agricoles . étable : couloir d'alimentation . poulailler . étable : salle de traite . préparation des aliments du bétail Industries alimentaires . confiserie : préparation . brassage, laiterie . confiserie : conditionnement . conserverie Industrie du tabac . Industries du bois . scieries . travail à l'établi . travail aux machines, finitions . contrôle final Industries céramiques . fours . moulage, presses . vernissage, décoration Industries chimiques . circulation . broyeurs, malaxeurs . calendrage, injection, contrôles, labos . comparaison de couleurs	<i>E</i> [lx] 30 50 150 150 150 300 300 500 500 500 150 300 500 750 150 300 500 500 200 300 500 1000	Industrie du verre . chaufferie, composition . soufflage, moulage . décoration, gravure Fonderies . nettoyage, modelage grossier . sablerie . modelage fin, fabrication des noyaux Mécanique générale . établi, machine-outil, soudure . travail de pièces moyenne . travail de petites pièces . travail très délicat / très petites pièces Industries du cuir et des vêtements . vernissage (cuir) . couture, piqure, contrôle . comparaison de couleurs (cuir) Industrie textile . cardage, étirage, bobinage . filage, tissage gros ou clair . tissage fin ou foncé . comparaison de couleurs Industrie du livre . typographie, informatique, reliure . pupitre de composition classique . lithographie	<i>E</i> [lx] 150 300 500 200 300 500 300 500 750 1500 500 1000 1000 300 500 750 1000 500 750 1000

nD44.5. RENDEMENTS ET FACTEURS DE DEPRECIATION

Le dimensionnement exige : δ le facteur de dépréciation de l'ensemble source + luminaire, et η le rendement du luminaire. Normalement ces valeurs sont indiquées par les fournisseurs, mais vous pouvez également, au moins en avant-projet, utiliser les valeurs suivantes.

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 ($\delta = 1,32$) : $\delta/\eta = 1,45$

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 ($\delta = 1,20$) : $\delta/\eta = 3,40$

nD44.6. LES UTILANCES

LES UTILANCES (U)							
	Indice	$\rho_p = 0,7$			$\rho_p = 0,5$		
	K	$\rho_m = 0,5$	$\rho_m = 0,3$	$\rho_m = 0,1$	$\rho_m = 0,5$	$\rho_m = 0,3$	$\rho_m = 0,1$
ECLAIRAGE DIRECT réflecteur alu ballon fluorescent	0,6	U = 0,49	U = 0,42	U = 0,39	U = 0,46	U = 0,42	U = 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-INDI- RECT 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

nD44.7. LES CALCULS DE CONSOMMATION

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 **apports** liées à l'éclairage (en période chaude) à faire intervenir dans les prévisions de consommation des installations de climatisation ou de conditionnement d'air.

Dans les trois cas la consommation est obtenue en multipliant la *puissance installée* en éclairage par la **durée de fonctionnement de l'éclairage**, qui est généralement le paramètre le plus délicat à fixer.

LA MÉTHODE DE CALCUL CONSEILLÉE

Dans tous les cas nous conseillons d'opérer **mois par mois**. 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 plus incertains. 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), et la *longitude* (forfaitisée également).

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

Pour vous aider la table ci-dessous vous permet de fixer l'heure (d'hiver) du **lever** et du **coucher** du soleil. 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) **en heures légales d'hiver** (et fraction décimale).

LEVERS ET COUCHERS DU SOLEIL (mois par mois)												
Zone	jan.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	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

