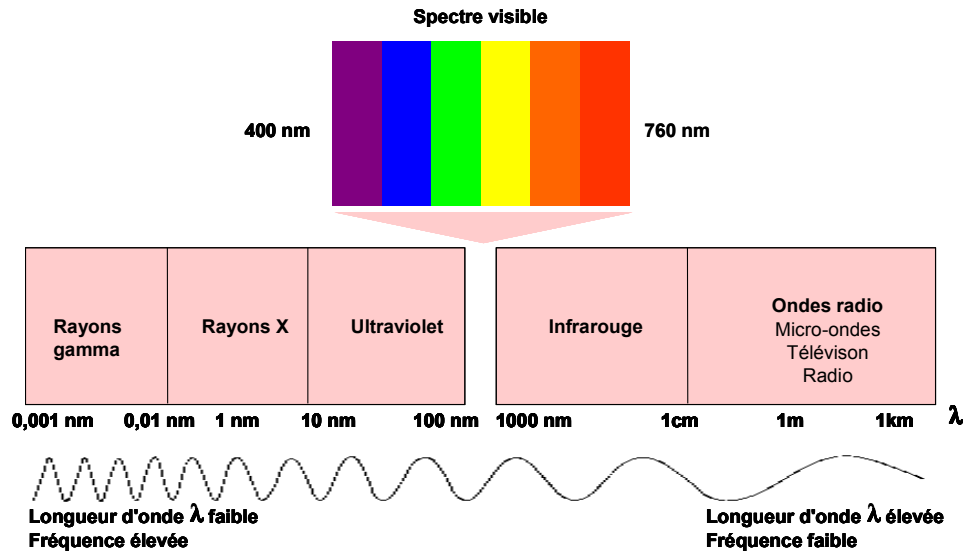
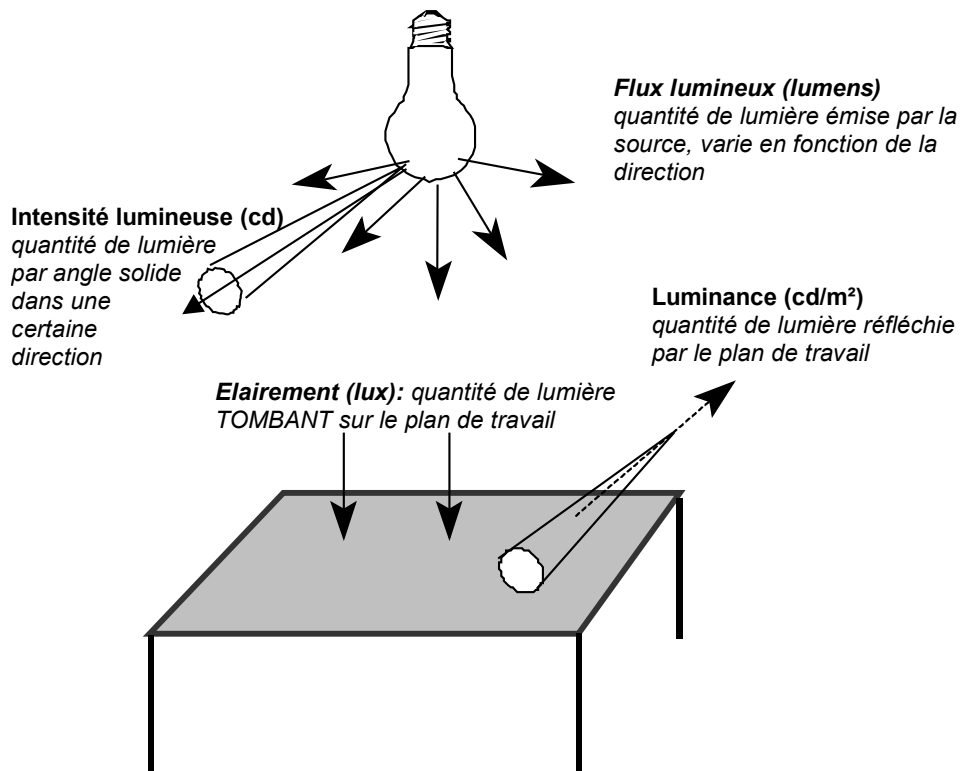


Fiche 8 (Analyse): Unités

- Le **rayonnement lumineux visible** est un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde compris entre 400 et 760 nanomètres, entre l'**ultraviolet** (<400 nm) et l'**Infrarouge** (> 760 nm) et qui comprend tout l'arc-en-ciel en fonction de la longueur d'onde.

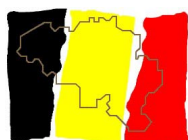


- Une **lampe**:
 - émet un certain flux lumineux (lumens)
 - répartit dans différentes directions (candelas).



Fiches d'aide, Analyse

- La quantité de lumière
 - tombant sur une surface = **Eclairement** (lux)
 - réfléchi par cette surface = **Luminance** (cd/m²).
- La luminance d'une surface peut être estimée par $L = \frac{E r}{3.14}$
- où E est l'éclairement en lux
r est le coefficient de réflexion de la surface
ex.: E = 400 lux, mur de r = 0.7 → L = 89 cd/m²
- Le **contraste** entre 2 surfaces s'exprime simplement par le rapport des luminances des 2 surfaces. L₁ et L₂ (avec L₁ la luminance la plus élevée)
 - si L₁ / L₂ = < 3 la situation est idéale
 - < 10 la situation est acceptable
 - > 10 la situation est à améliorer
 - La **température de couleur** indique la qualité chromatique de l'éclairage: c'est la température à laquelle le corps noir en tungstène émettrait une lumière avec le même contenu spectral que la lumière considérée.
 - 2700 K : la lumière blanche est dite très chaude car elle contient beaucoup de rouge
 - 3000 K : lumière blanche, dite chaude (rougeâtre)
 - 4000 K : lumière blanche, dite fraîche (blanche)
 - >5000 K : lumière blanche, proche de la lumière de jour, dite froide (bleuâtre)
 - L'indice de **rendu des couleurs** (de 0 à 100) exprime la façon dont la lumière envisagée rend les couleurs par rapport à la lumière du jour
 - Ra = 91-100 excellent
 - Ra = 81-90 bon
 - Ra = 51-80 moyen
 - Ra = < 51 médiocre



Fiche 9 (Analyse): Eclairéments souhaitables



- Valeurs d'éclairément minimal recommandées par le R.G.P.T. (en lux)

Degré de perception nécessaire	Niveau minimal d'éclairément (lux)	Exemples de travaux correspondants
Perception générale	2	Gares de triage
	10	Chantiers de triage, cours et passages extérieurs
	20	Sites extérieurs de postes de transformation électrique, quais de chargement
	50	Sites intérieurs: couloirs, escaliers, lieux de passages, chambres froides
Perception légère des détails	100	Travaux grossiers et intermittents à l'établi ou à la machine; inspection et comptage de pièces en stock; montage de grosses machines
Perception modérée des détails	200	Assemblage mécanique et vérification de pièces moyennes
Perception assez poussée des détails	300	Travaux de bureau de toute nature
Perception poussée des détails	500	Travaux de dessin; montage et vérification de petites pièces
Perception très poussée des détails	700	Montage et vérification de pièces de précision; fabrication d'outils et de matrices; lecture d'instruments de mesures
Perception extrêmement poussée des détails	1000	Horlogerie; imprimerie

En pratique, la plage d'éclairément idéale s'étend de 1 à 2 fois l'éclairément minimal.

- Eclairéments en fonction du contraste et de la taille du détail caractéristique de la tâche (en lux).

Grandeur du détail	Contraste élevé	Contraste moyen	Contraste faible
gros	50	150	500
moyen	100	300	1000
assez fin	200	700	2000
fin	500	1500	5000
très fin	1000	3000	10000

Fiches d'aide, Analyse

- Table de la norme NBN L.13.006
 En pratique: valeur minimale d'éclairage 2/3 de la valeur recommandée
 valeur maximale d'éclairage 4/3 de la valeur recommandée

Type de local, de tâche ou d'activité	Valeur recommandée en lux
Peinture: selon précision	300-1000
Imprimerie:	
salle des machines	500
finitions, retouches et gravures	1000
reproduction et impression en couleur	1500
Menuiserie	
travaux à l'établi	300
travaux du bois	500
Contrôle-laboratoires	
salle de contrôle	500
inspections	750
comparaisons des couleurs	1500
Usines	
unités de production fonctionnant sans aucune intervention manuelle	100
postes de travail occupés en permanence	300
plate-forme de contrôle, inspection	500
Espaces découverts	
éclairage au sol	15
passages, accès, quais et entreposages	30
gros œuvre sur un chantier	75
Locaux intérieurs en général	
couloirs, escaliers, toilettes, vestiaires	150
réfectoires, archives	200
infirmeries	500
Ateliers en général	
entrepôts	150
bureaux, salles de réunion, bibliothèques	500
tables à dessin	1000
Surfaces commerciales	500

Fiche 10 (Analyse): Recommandations générales

1. Assurez les éclairagements minimaux recommandés

(Fiche 9)

- Éclairage naturel:
 - les fenêtres devraient occuper 20 à 30% de la surface des murs
 - le rapport entre l'éclairage à l'extérieur et l'éclairage naturel en tout point à l'intérieur du local (donc sans éclairage artificielle, facteur de lumière du jour) devrait être supérieur à 5%. exemple: 5000 lux à l'extérieur doit donner au minimum 250 lux en tout point à l'intérieur.



2. La zone visuelle autour de l'opérateur peut être divisé en 3 sous zones

- **la tâche** et le plan de travail que regarde le sujet : le papier, l'écran ...
- **la zone autour** de la tâche : ce qui est vu latéralement par le sujet quand il regarde sa tâche : le mur en face, les alentours...
- **la périphérie**, l'environnement général : ce qu'il peut voir s'il redresse le regard ou tourne la tête

Entre deux quelconque de ces 3 zones, le rapport de luminance ne devrait pas être supérieur à 3.

- un contraste plus élevé augmente la concentration et les performances à court terme mais augmente aussi l'inconfort et la fatigue à moyen terme
- un contraste plus faible diminue concentration et performance mais aussi inconfort et fatigue
- dans la mesure du possible, il est préférable de placer les surfaces, objets ... clairs au centre.

En pratique :

- Pour une personne écrivant ou lisant un texte sur un papier blanc, de luminance L
 - ✧ la luminance des alentours immédiats ne devrait pas être inférieure à $L / 3$
 - ✧ la luminance de la périphérie ne devrait pas être inférieure à $L / 9$ ou, comme souvent cité, à $L / 10$.
 - ✧ les luminances sont alors au maximum dans des rapports 10 : 3 : 1
- Pour une personne travaillant sur un matériau noir de luminance faible L
 - ✧ la luminance des alentours ne devrait pas être supérieure à $3 L$ (ou inférieure à $L / 3$)
 - ✧ la luminance de la périphérie ne devrait pas être supérieure à $10 L$ (ou inférieure à $L / 10$).
 - ✧ dans ce cas, les luminances sont alors au maximum dans des rapports 1 : 3 : 10 (ou 10 : 3 : 1)
 - ✧ dans ce dernier cas la situation la plus fréquente est 1 : 3 : 1 la luminance de la périphérie étant du même ordre que celle de la tâche.

Fiches d'aide, Analyse

3. Evitez la vision directe des sources lumineuses

(Fiche 7)



4. Evitez les reflets source d'éblouissements indirects: utilisation de surfaces et peintures mates

(Fiche 7)



5. Favorisez une clarté adéquate du lieu de travail: choisir des couleurs douces et claires.

- Facteurs de réflexion idéaux des différentes surfaces
 - plafond: 80 – 90%
 - parois: 50 – 75%
 - mobilier: 25 – 45%
 - sol: 20 – 25%
- Choisissez les couleurs en tenant compte des **effets psychologiques**

	Distance	Température	Humeur
Bleu	+	-	-
Orange	--	++	+
Brun	--	0	+

6. Assurez une bonne qualité de rendu des couleurs en choisissant bien les lampes.

- magasins, bureaux,...: > à 80
- bâtiments industriels: 60 à 80
- industrie lourde: 40 à 60
- éclairage extérieur: peut être < à 40

7. Créez une ambiance de travail agréable

- assortiment de lumières et de couleurs
- compromis entre éclairage naturel et artificiel (voir ci-dessus)
- comparaison par rapport au spectre solaire
 - ✧ chantier: lampe au sodium monochromatique
 - ✧ résidence: 3300°K
 - ✧ industrie: 5300°K
 - ✧ étalage (comparaison des couleurs): > 5300°K

8. Prévoyez un entretien régulier

- nettoyage des luminaires
- remplacement systématique des lampes défectueuses

Fiches d'aide, Analyse

9. Assurez l'**uniformité de l'éclairage** dans le local général et dans la zone de travail

- l'espacement et le nombre de luminaires nécessaires sont fonction de la divergence du cône de lumière émise par le luminaire (classe BZ, voir *Fiche 13*)

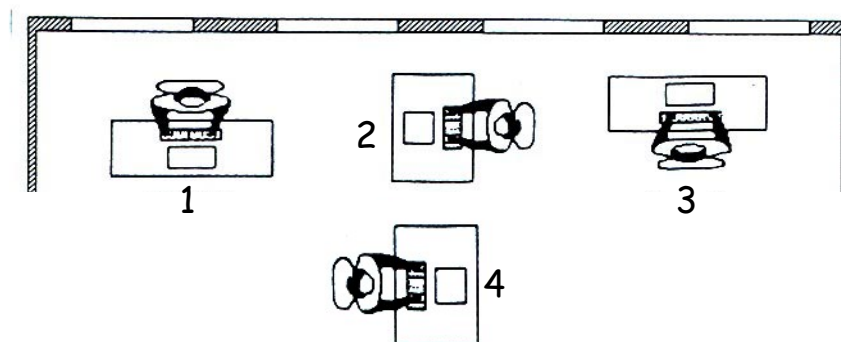


10. Assurez une **diffusion optimale** en combinant l'éclairage direct et indirect

- direct: éblouissements, ombres, contrastes
- indirect: pas de contrastes mais plus cher
- direct et indirect: augmente la vision des reliefs

Fiche 11 (Analyse): Travail sur ordinateur

- L'implantation optimale d'un poste de travail (N°4 sur le schéma ci-dessous)



- placez les écrans perpendiculairement aux fenêtres (regard parallèle aux fenêtres)
- placez le poste
 - ✧ à la verticale sous le luminaire
 - ✧ ou entre deux rangées de luminaires
- des stores à lamelles orientables devant les fenêtres sont conseillés



- Utiliser des luminaires de classe BZ < 3 (peu divergents)

(Fiche 13)

- **Eclairages conseillés:**

- si lecture de documents: 500 lux
- si pas de documents: 300 lux

- **Luminances:**

- idéalement:
luminance écran = luminance clavier = luminance environnement immédiat
- si ce n'est pas possible, respecter au moins:
luminance écran > 1/3 luminance environnement immédiat
luminance environnement immédiat > 1/3 et < 3 luminance générale

- **Eviter:**

- la couleur rouge pour le fond et les caractères
- la couleur bleue pour les caractères

Fiche 12 (Analyse): Types de lampes

- **Définitions:** L'**efficacité lumineuse** est le rapport entre le flux de lumière et la puissance électrique consommée.
- **Lampes à incandescence: Principe:** filament de tungstène, porté à très haute température. Si la température augmente, l'efficacité lumineuse augmente mais la durée de vie diminue.

En pratique:

- durée de vie: 1000 heures
- efficacité lumineuse: 10 lm/W
- température de couleur: 2600 K
- indice de rendu des couleurs: Ra 100



Source 3

- **Lampes fluorescentes: Principe:** ionisation de vapeur de mercure avec émission d'un rayonnement UV transformé en lumière par le revêtement interne du tube. L'efficacité lumineuse et la durée de vie sont plus importantes.

En pratique:

- durée de vie: 10000 heures
- efficacité lumineuse: 40 - 80 lm/W
- température de couleur: variable: 3000 à 5000 K
- indice de rendu des couleurs: variable: Ra = 50 - 80
- les allumages fréquents réduisent fortement la durée de vie



Source 3

- **Lampes halogènes: Principe:** régénération du filament de tungstène par l'intermédiaire du gaz halogène. Leur durée de vie est donc plus élevée que pour les lampes à incandescence, de même que leur efficacité lumineuse.

En pratique:

- durée de vie: 2000 heures
- efficacité lumineuse: 15 - 25 lm/W
- température de couleur: 2900 K
- indice de rendu des couleurs: Ra 100
- les allumages fréquents réduisent fortement la durée de vie



Source 3

- Consultez les **catalogues** des fabricants pour choisir les lampes optimales, en fonction de
 - ✦ leur efficacité lumineuse
 - ✦ leur rendu des couleurs
 - ✦ leur flux lumineux.