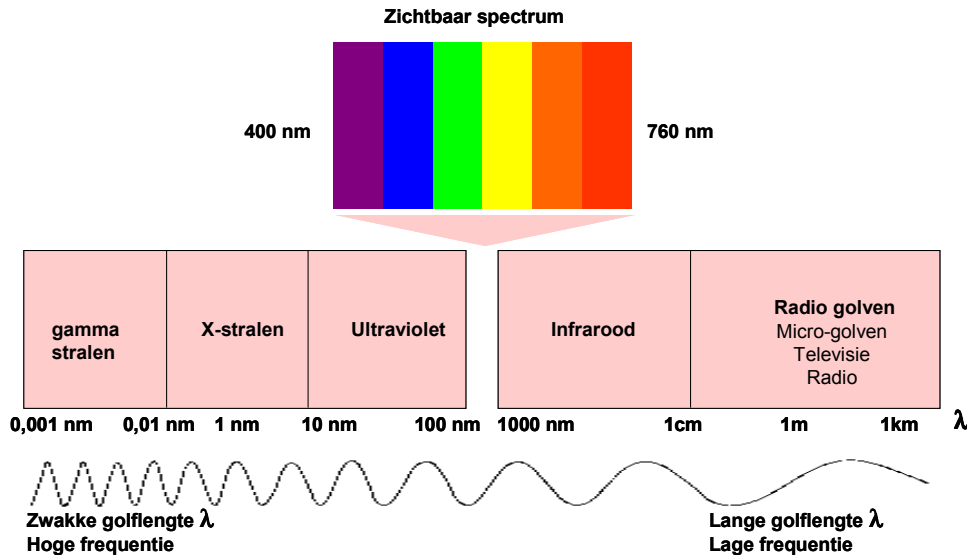
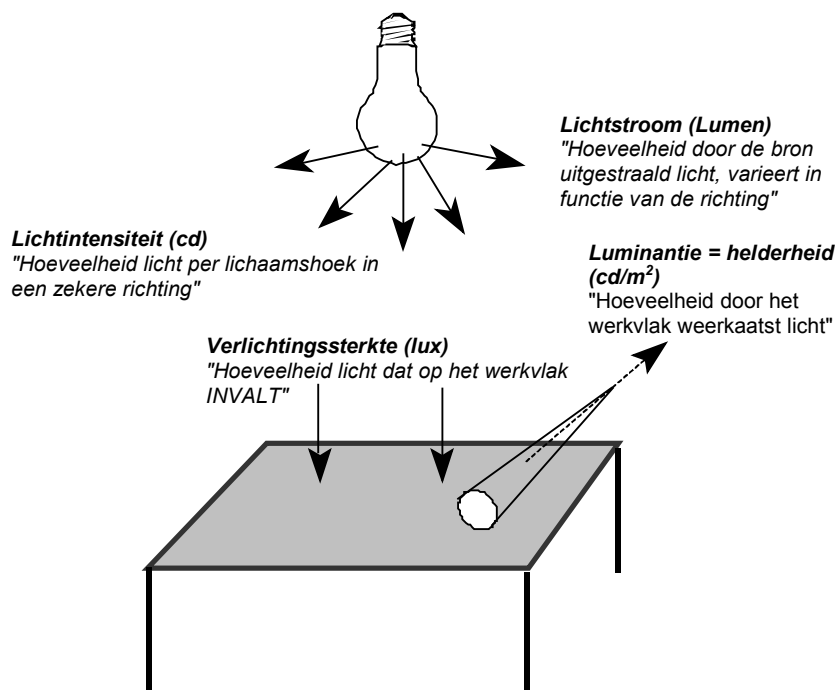


Fiche 8 (Analyse): Eenheden

- **Zichtbaar licht** is een elektromagnetische straling met een golflengte begrepen tussen 400 en 760 nanometer, tussen **ultraviolet** (< 400 nm) en **infrarood** (> 760 nm) in licht omvat alle kleuren van de regenboog i.f.v. uiteenlopende golflengten.



- Een lamp:
 - zendt een bepaalde lichtstroom uit, uitgedrukt in lumen
 - verspreidt licht in verschillende richtingen, uitgedrukt in candela.



Hulpfiches, Analyse

- De hoeveelheid licht
 - die op een oppervlak valt = **Verlichtingssterkte** (uitgedrukt in lux)
 - teruggekaatst door dat oppervlak = **Luminantie** (uitgedrukt in cd/m²)

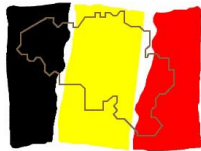
De luminantie van een oppervlak kan geschat worden door $L = \frac{E r}{3.14}$

waar E de verlichting in lux

r de weerkaatsingscoëfficiënt van het oppervlak

vb.: E = 400 lux, muur van r = 0.7 → L = 89 cd/m²

- Het **contrast** tussen 2 oppervlakken wordt uitgedrukt door de verhouding van de luminanties van de 2 oppervlakken L₁ en L₂ (met L₁, als hoogste luminantie)
wanneer L₁ / L₂ < 3 is de situatie ideaal
< 10 is de situatie aanvaardbaar
> 10 moet de situatie verbeterd worden
- De **kleurentemperatuur** duidt de chromatische kwaliteit van de verlichting aan : het is de temperatuur aan dewelke een zwart lichaam gemaakt uit wolframdraad licht voortbrengt met dezelfde spectrale inhoud dan de overwogen verlichting.
 - 2700 K : wit licht, zeer warm (rood)
 - 3000 K : wit licht, warm (roodachtig)
 - 4000 K : wit licht, koel (wit)
 - > 5000 K : wit licht, benadert het daglicht, zogenaamd koud (blauwachtig)
- De **kleurweergave** (van 0 tot 100) geeft aan in welke mate een lichtbron de kleuren even natuurgetrouw als het daglicht weergeeft
 - Ra = 91 - 100 zeer goed
 - Ra = 81 - 90 goed
 - Ra = 51 - 80 matig
 - Ra = < 51 slecht



Fiche 9 (Analyse): Gewenste verlichtingssterkte



- Door het A.R.A.B. aanbevolen minimum verlichtingssterkten (in lux).

Aard van het werk (nauwkeurigheid)	Minimum verlichtingssterkte (lux)	Voorbeeld van hiermee overeenstemmende werkzaamheden
Algemene waarneming	2	Rangeerstations
	10	Rangeerplaatsen, binnenplaatsen en buiten gelegen doorgangen
	20	Buiten gebouwen gelegen : stations voor transformatie van elektrische stroom, laad- en losplaatsen
	50	In gebouwen gelegen : gangen, trappen, doorgangen, koelkamers
Geringe waarneming van de details	100	Ruw en onderbroken of niet permanent werk aan werkbank of machine; inspectie en tellen van stukken in stock; ruwe assemblage
Matige waarneming van de details	200	Mechanische assemblage en nazicht van middelgrote onderdelen
Tamelijk scherpe waarneming van de details	300	Kantoorwerk van allerlei aard
Scherpe waarneming van de details	500	Tekenwerk; assemblage en nazicht van kleine onderdelen
Zeer scherpe waarneming van de details	700	Assemblage en nazicht van precisiestukken; fabricage van werktuigen en matrijzen; aflezen van meetinstrumenten
Uiterst nauwkeurige waarneming van de details	1000	Uurwerkinstrumenten, drukkerijen

In de praktijk situeert de **ideale** verlichtingssterkte zich tussen **1 tot 2** maal de minimumverlichting.

- Verlichting in functie van het contrast en van de nood aan detaillistische waarneming kenmerkend voor het werk (in lux).

Grootte van het detail	Groot contrast	Gemiddeld contrast	Zwak contrast
grof	50	150	500
gemiddeld	100	300	1000
tamelijk fijn	200	700	2000
fijn	500	1500	5000
zeer fijn	1000	3000	10000

Hulpfiches, Analyse

- Tabel van de norm NBN L.13.006
 In de praktijk: minimum verlichtingssterkte 2/3 van de aanbevolen waarde
 maximum verlichtingssterkte 4/3 van de aanbevolen waarde

Type lokaal, taak of activiteit	Aanbevolen waarde in lux
Schilderen: naargelang precisie	300-1000
Drukkerij:	
machinekamer	500
afwerking, correcties en gravure	1000
reproductie en drukken in kleur	1500
Schrijnwerkerij	
werken aan werkbank	300
houtbewerking	500
Controle-laboratoria	
controlezaal	500
inspecties	750
vergelijking van kleuren	1500
Fabrieken	
productie-eenheden die zonder enige manuele interventie werken	100
permanent bezette werkposten	300
controletaken, inspectie	500
Open ruimten	
verlichting aan de grond	15
doorgangen, toegangen, kaden en opslagplaatsen	30
ruwbouw op een werf	75
Binnenruimten in het algemeen	
gangen, trappen, toiletten, kleedkamers	150
refters, archieven	200
infirmeries	500
Werkplaatsen in het algemeen	
loodsen	150
kantoren, vergaderzalen, bibliotheken	500
tekentafels	1000
Handelsruimten	500

Fiche 10 (Analyse): Algemene aanbevelingen

1. Aanbevolen **minimumverlichting verzekeren** (Fiche 9)

- Natuurlijke verlichting:
 - de vensters nemen best 20 tot 30% van de totale oppervlakte van de muren in beslag
 - op elke plaats in het lokaal, dient de verhouding tussen de natuurlijke verlichtingssterkte binnen door natuurlijk licht en de verlichtingssterkte buiten (natuurlijk daglicht) groter te zijn dan 5%.
voorbeeld: 5000 lux buiten geeft 250 lux binnen.



2. Het gezichtsveld rond de medewerker kan in 3 zones worden opgesplitst

- **de taak** en het werkplan waar men naar kijkt : papier, beeldscherm ...
- **de zone ronde de uit te voeren taak** : datgene wat men lateraal ziet wanneer men naar zijn taak kijkt : de muur tegenover, rondom, ...
- **de periferie**, de omgeving in het algemeen : wat men ziet wanneer men opkijkt of het hoofd draait

Tussen 2 willekeurigen van deze 3 zones, mag de verhouding van de luminantie niet hoger bedragen dan 3.

- een groter contrast bevordert de concentratie en de prestaties op korte termijn maar verhoogt eveneens het ongemak en de vermoeidheid op lange termijn
- een kleiner contrast vermindert de concentratie en de prestaties maar geeft minder aanleiding tot het dyscomfort en de oogvermoeidheid
- voor zover mogelijk is het aangewezen om de heldere oppervlakken, voorwerpen ... in het midden te plaatsen

In de praktijk :

- Voor een persoon die een tekst leest of schrijft op een wit papier, met luminantie L
 - ✦ de luminantie rondom mag niet minder bedragen dan $L / 3$
 - ✦ de luminantie van de periferie mag niet minder bedragen dan $L / 9$ of, zoals vaak vermoemd $L / 10$.
 - ✦ de luminantieverhouding bedraagt maximaal $10 : 3 : 1$
- Voor een persoon die werkt op een zwart materiaal met zwakke verlichting L
 - ✦ de luminantie rondom mag niet meer bedragen dan $3 L$ (of minder bedragen dan $L / 3$)
 - ✦ de luminantie van de periferie mag niet meer bedragen dan $10 L$ (of minder bedragen dan $L / 10$).
 - ✦ in dit geval is de luminantieverhouding maximaal $1 : 3 : 10$ (of $10 : 3 : 1$)
 - ✦ in dit laatste geval is de meest voorkomende situatie $1 : 3 : 1$ de luminantie van de periferie is van dezelfde grootte dan deze van de taak.

Hulpfiches, Analyse

3. Rechtstreekse waarneming van de lichtbronnen vermijden

(Fiche 7)



4. Weerkaatsingen (oorzaak van onrechtstreekse verblinding) vermijden: matte oppervlakken en verven gebruiken

(Fiche 7)



5. Aangepaste helderheid van de werkplaats: keuze van lichte en zachte kleuren

- Ideale weerkaatsingsfactoren van de verschillende oppervlakken
 - plafond 80 – 90 %
 - wanden 50 – 75 %
 - meubilair 25 – 45 %
 - vloer 20 – 25 %
- De kleuren kiezen rekening houdend met de **psychologische impact**

	Afstand	Temperatuur	Humeur
Blauw	+	-	-
Oranje	--	++	+
Bruin	--	0	+

6. Kwaliteit van de **kleurweergave** verzekeren : keuze van de lampen

- magazijnen, bureaus... : > 80
- industriële gebouwen : 60 à 80
- zware industrie : 40 à 60
- buitenverlichting : kan < 40

7. Een **aangename werksfeer** scheppen

- combinatie van lichten en kleuren
- compromis tussen natuurlijke en kunstmatige verlichting (zie hierboven)
- vergelijking met betrekking tot het spectrum van zonlicht
 - ✦ werf : lamp met monochromatisch natrium
 - ✦ woonplaats : 3300 K
 - ✦ industrie : 5300 K
 - ✦ uitstalraam (vergelijking van de kleuren) : > 5300 K

8. Regelmatig onderhoud voorzien

- verlichtingstoestellen reinigen
- defecte lampen systematisch vervangen

Hulpfiches, Analyse

9. De **uniformiteit van de verlichting** verzekeren in de totaliteit van het lokaal en in de werkzone

- de tussenruimte en het noodzakelijke aantal verlichtingstoestellen zijn gerelateerd aan de divergentie van de lichtkegel voortgebracht door het verlichtingstoestel (klasse BZ, zie *Fiche 13*)

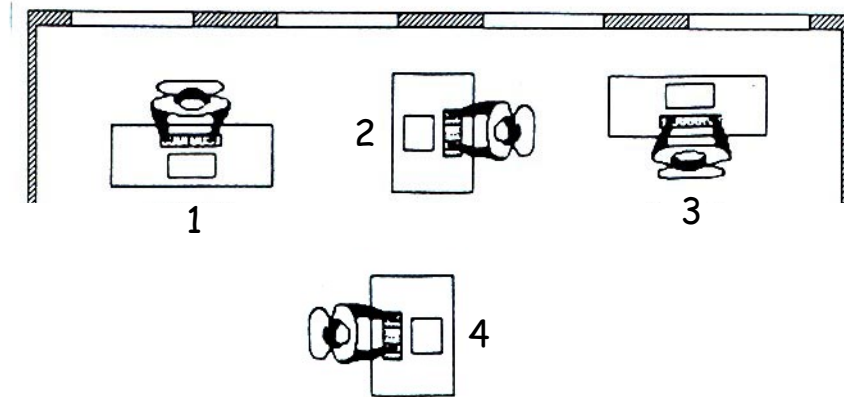


10. Een **optimale verspreiding** verzekeren door het in balans houden van rechtstreekse en onrechtstreekse verlichting

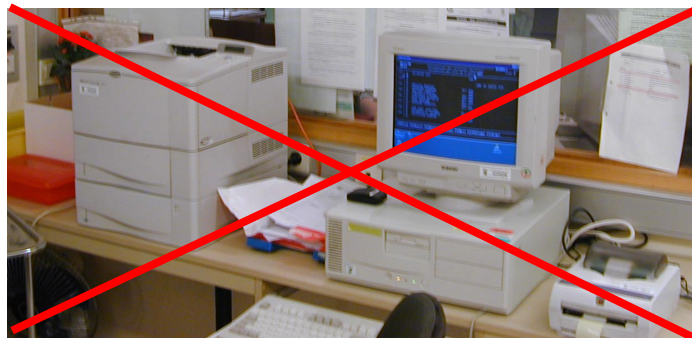
- rechtstreekse : verblinding, schaduwen, contrasten
- onrechtstreekse : geen contrast maar wel duurder
- rechtstreeks en onrechtstreeks : bevordert het dieptezicht

Fiche 11 (Analyse): Werken op computer

- Optimale inrichting van de werkpost ten opzichte van de vensters



- de schermen loodrecht op de vensters plaatsen, kijkrichting evenwijdig met venster
- opstelling van de werkpost
 - ✧ verticaal onder het verlichtingstoestel
 - ✧ tussen twee rijen verlichtingstoestellen
- zonneblinden bestaande uit verstelbare lamellen vóór de vensters zijn aangeraden



- **Verlichtingstoestellen** van klasse BZ < 3 gebruiken (weinig divergerend) (Fiche 13)
- **Aanbevolen verlichting**
 - voor het lezen van documenten : 500 lux
 - indien er geen documenten zijn : 300 lux
- **Luminanties** :
 - ideaal :
luminantie scherm = luminantie toetsenbord = luminantie onmiddellijke omgeving
 - indien niet mogelijk, op zijn minst :
luminantie scherm > 1/3 luminantie onmiddellijke omgeving
luminantie onmiddellijke omgeving > 1/3 en < 3 algemene luminantie
- **Vermijden** :
 - rode kleur als achtergrond en lettertekens
 - blauwe kleur voor de lettertekens

Fiche 12 (Analyse): Soorten lampen

- **Definities: het lichtrendement** is de verhouding tussen de lichtstroom en het verbruikte elektrische vermogen.
- **Gloeilampen : Principe** : op zeer hoge temperatuur gebrachte wolframdraad. Wanneer de temperatuur stijgt neemt het lichtrendement toe, maar daalt de levensduur.

In de praktijk :

- levensduur: 1000 uren
- lichtrendement : 10 lm/W
- kleurtemperatuur: 2600 K
- kleurweergave-index : Ra 100



Bron 3

- **Fluorescentielampen : Principe** : ionisatie van kwikdamp met emissie van UV-straling die door de interne bekleding van de buis in licht wordt omgezet. Lichtrendement en levensduur zijn hoger.

In de praktijk :

- levensduur : 10000 uren
- lichtrendement : 40 - 80 lm/W
- kleurtemperatuur : variabel : 3000 à 5000 K
- index kleurweergave : variabel : Ra = 50 - 80
- frequent aansteken beperkt de levensduur aanzienlijk

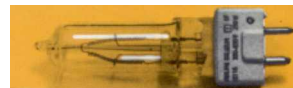


Bron 3

- **Halogeenvlampen : Principe**: regeneratie van de tungsteendraad door middel van een halogeengas. Zij hebben dus een langere levensduur en een groter lichtrendement dan gloeilampen.

In de praktijk :

- levensduur : 2000 uren
- lichtrendement : 15 - 25 lm/W
- kleurtemperatuur : 2900 K
- index kleurweergave : Ra 100
- frequent aansteken beperkt de levensduur aanzienlijk



Bron 3

- **De catalogi** raadplegen voor een optimale keuze in functie van
 - ✧ lichtrendement
 - ✧ kleurweergave
 - ✧ lichtstroom.