LES **FONDAMENTAUX** de POCHE

L'éclairage LED

EURO POLE

SOLUTIONS LUMINEUSES

POURQUOI DES **FONDAMENTAUX** de POCHE ?

Pour apporter les notions élémentaires en éclairage LED à l'ensemble des collaborateurs sur cette technologie qui implique de s'adapter à :

• **de nouveaux produits :** du fait de sa composante électronique, la LED fait intervenir des critères de choix qui dépassent les traditionnels indicateurs de puissance et de tension.
Les technologies utilisées : le flux lumineux, la température de couleurs, l'éclairement, sont autant de critères à prendre en compte pour proposer une solution et conseiller notre clientèle.

• **de nouveaux usages :** autant la technologie LED offre de nouveaux champs d'inspiration, d'applications et de confort lumineux, autant il convient d'adopter de nouveaux réflexes au moment du choix du produit, de son installation et de sa maintenance.

• **une règlementation de plus en plus rigoureuse :** pour faire face à une technologie en perpétuel renouvellement, la législation redéfinit de façon rigoureuse et stricte les exigences normatives relatives à l'éclairage LED.

C'est pourquoi, nous espérons que ce guide contribuera à vous aider à assurer le meilleur niveau de réponse à nos clients.

SOMMAIRE

1 **p. 4-5** qu'est ce qu'une LED ?

2 **p. 6** flux lumineux - intensité lumineuse

3 **p. 7** éclairement - luminance

4 **p. 8** binning des LED

5 **p. 9** température de couleurs

6 **p. 10** ellipses de MacAdam

7 **p. 11** indice de rendu des couleurs - IRC

8 **p. 12** durée de vie

9 **p. 13** efficacité lumineuse

10 **p. 14** indice de résistance aux chocs

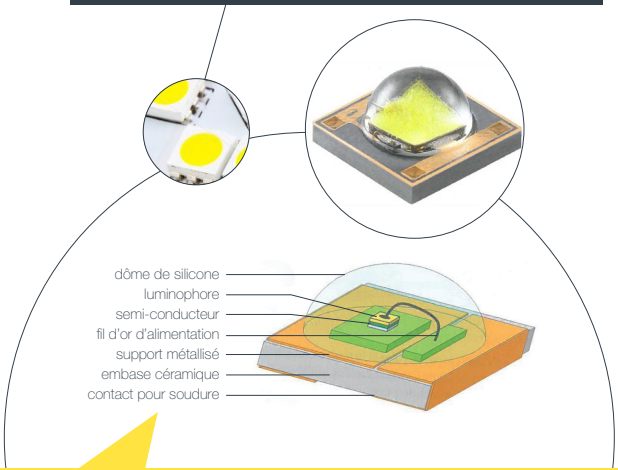
11 **p. 15** indice de protection

12 **p. 16-17** sécurité photobiologique

13 **p. 18** LED normes de sécurité et de performances

LED = Light Emitting Diode

“ Une LED est une diode électro-luminescente, c’est-à-dire un semi-conducteur qui émet de la lumière lors du passage d’un courant électrique. ”



1. qu’est-ce qu’une LED ?

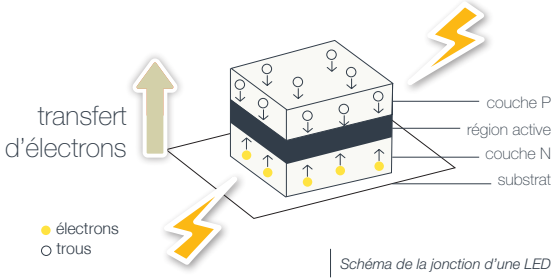
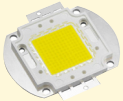


Schéma de la jonction d’une LED

Les différents types de LED les plus couramment utilisées :

La LED SMD (Surface Mounting Device)

Cette LED est totalement différente dans la forme, c’est une LED plus petite et très plate, elle est soudée en surface à des circuits électroniques.
La LED SMD dégage très peu de chaleur.
Ex. : les bandeaux LED

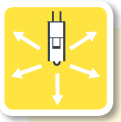


La LED HIGH-POWER

Les LED HIGH-POWER possèdent un rendement encore plus élevé mais l’angle d’éclairage est plus restreint.

La LED COB (Chips On Board)

La LED COB est un assemblage de plusieurs chips lumineux (type LED SMD) disposés côte à côte pour former une grosse LED.
Ex. : les projecteurs POWER



Flux lumineux
= quantité totale de lumière émise
= en lumens

Puissance totale, mais on ne sait pas dans quelle direction.

La bonne mesure pour caractériser un produit d'éclairage général.

C'est la puissance lumineuse émise par une lampe, exprimée en lumens (lm) dans toutes les directions.

Intensité lumineuse
= quantité de lumière dans une direction données
= en candela

Permet de caractériser la "forme" du faisceau lumineux.
L'intensité dans l'axe (candela) = l'éclairement dans l'axe à 1 m (lux).

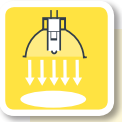
C'est la quantité de flux lumineux émise dans une direction particulière, exprimée en candelas (cd).

Elle permet de caractériser les luminaires en indiquant sur un graphe leur intensité lumineuse dans les différentes directions (pour une source lumineuse de 1 000 lm).

Bien dissocier le flux de restitution composants LED et le flux restitué du luminaire.

EUROPOLE communique en flux restitué du luminaire.

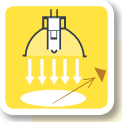
2. flux lumineux - intensité lumineuse



Éclairement
= quantité de flux lumineux sur une surface
= en lux

C'est la rencontre du cône lumineux et d'une surface.
C'est la quantité de flux lumineux éclairant une surface, exprimée en lumen par m² ou lux.

La grandeur la plus représentative de la qualité de l'éclairage est la luminance.



Luminance
= l'intensité de la source rapportée à la surface apparente.

Utile pour savoir si une source est éblouissante ou pas.

C'est la "brillance" d'une surface éclairée ou d'une source lumineuse perçue par l'œil humain, exprimée en candelas par m² (cd/m²).

Elle décrit l'effet de la lumière sur l'œil.

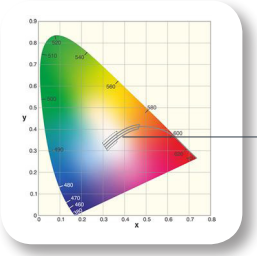
La grandeur la plus représentative de la qualité de l'éclairage est la luminance. C'est en effet la lumière réfléchie que perçoit l'œil humain. Cependant, celle-ci étant difficilement mesurable, ce sera l'éclairement représentant la lumière incidente qui sera considéré dans la pratique.

3. éclairement - luminance

Lors de la conception d'une lampe et d'un luminaire LED, les différentes unités LED sont prises parmi un lot.
Les unités LED d'un même lot peuvent avoir des caractéristiques différentes en termes d'intensité et de couleur, c'est pourquoi les constructeurs ont mis au point le "binning".

Le binning est caractérisé par le tri en fonction de critères spécifiques :

- tri selon la couleur
- tri selon le flux lumineux
- tri selon la tension directe



courbe du corps noir

Diagramme colorimétrique CIE 1931

Pour un "bin" de couleur déterminée, une qualité de lumière constante est garantie.

4. binning des LED

Température de couleur - Kelvin K

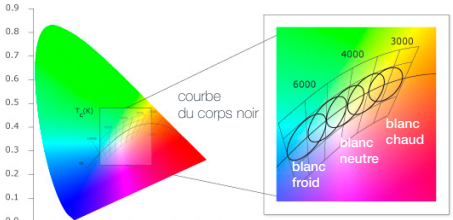
La température de couleur caractérise la couleur des sources de lumière "blanche". Elle est exprimée en degré Kelvin.

- Soleil à l'horizon 2000 K
- Lampe à incandescence 2400 à 2700 K
- Lampe fluorescente blanc chaud 2700 à 3000 K
- Lampes iodures métalliques 3000 à 4200 K
- Lampe halogène 3000 à 3200 K
- Lampe fluorescente blanc naturel 3900 à 4200 K
- Soleil au zénith 5800 K
- Lampe fluorescente lumière du jour 5400 à 6100 K
- Lumière naturelle normée 5000 K (D50) ou 6500 K (D65)

Température de couleur LED

La plage de température varie entre 2 000 K et 10 000 K.
Les températures de couleur utilisées dans nos métiers sont :

2 800 / 3 000 K	=	blanc chaud (warm white)
4 000 K	=	blanc naturel (natural white)
6 000 / 6 500 K	=	blanc froid (cool white)



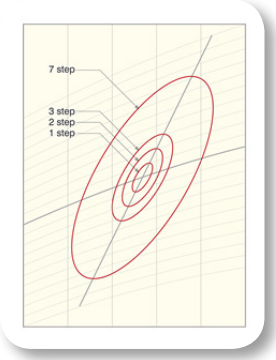
Emplacement des différentes zones de blancs

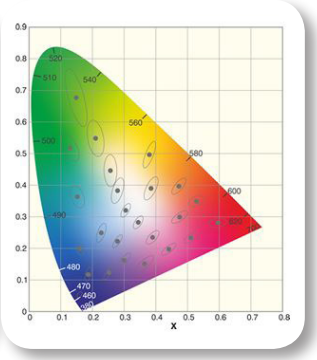
EUROPOLE ne se soustrait pas aux meilleures exigences du marché et assure des tolérances de ± 150 K.

5. température de couleurs

Pour y arriver, les fabricants se servent des ellipses de MacAdam représentant un contour à l'intérieur duquel la variation des couleurs devient plus ou moins perceptible par l'œil.

Pour information, au-delà de 3 ellipses de MacAdam, l'oeil perçoit la différence de couleur.





Ellipses de MacAdam : l'échelle des ellipses de MacAdam est définie par une succession de SDCM (standard deviation of color matching) ou les dispersions de couleurs :
· À l'intérieur de l'ellipse 1 SDCM ("step"), ne sont pas visibles.
· Entre les ellipses 2 et 4 SDCM sont légèrement visibles.
· Au-delà de l'ellipse, 5 SDCM sont franchement visibles.

6. ellipses de MacAdam

Indice de Rendu des Couleurs = IRC

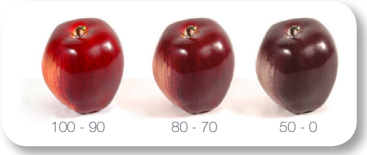
Cet indice compris entre 0 et 100 définit l'aptitude d'une source lumineuse à restituer les différentes couleurs des objets qu'elle éclaire, par rapport à une source de référence. La lumière solaire a un IRC de 100.

Dans les magasins, les locaux scolaires ou les bureaux, l'IRC devrait toujours être supérieur à 80.

IRC compris entre 0 et 50	=	très mauvais	
IRC compris entre 50 et 70	=	mauvais	
IRC compris entre 70 et 80	=	correct	*EUROPOLE*
IRC compris entre 80 et 90	=	bon	*EUROPOLE*
IRC compris entre 90 et 95*	=	très bon	

** L'indice 100 n'est pas atteignable à ce jour sur la technologie LED.*

Exemple



	Incandescent	Halogène	Fluocompacte	Tube fluorescent	Sodium haute pression	Iodure métallique	LED blanches
Indice de rendu des couleurs IRC	100	100	85	85	45	85	65 à 90

7. indice de rendu des couleurs - IRC

Durée de vie des différents types de sources*

	Incandescent	Halogène	Fluocom-pacte	Tube fluorescent	Sodium haute pression / iodure métallique	LED
Durée de vie utile (heures)	1 000	1 500 à 4 000	8 000	8 000 à 40 000	8 000 à 16 000	30 000 à 100 000

***Durée maximale obtenue en laboratoire, dans des conditions optimales de fonctionnement.**

Durée de vie de la LED La durée de fonctionnement d'une LED correspond à la période durant laquelle le flux lumineux défini initialement, est supérieur ou égal à 70 % sur la moitié des produits fabriqués (L70B50).

La durée de vie d'une LED est liée aux conditions d'utilisations.
Les principaux facteurs qui influent sur sa durée de vie sont :

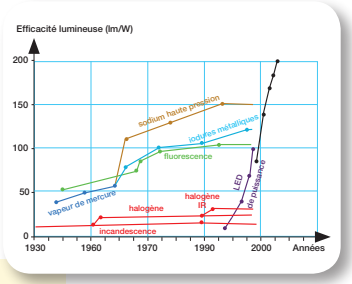
- **La température de fonctionnement :** lorsque la lumière est émise, de la chaleur est produite, ce qui a un effet sur la durée de vie et sur le flux lumineux de la LED. C'est la raison pour laquelle il est essentiel de dissiper la chaleur par la meilleure méthode d'installation possible ou en installant des dissipateurs thermiques adaptés.
- **La qualité de l'alimentation :**
LED à alimentation intégrée = 20 000 à 30 0000 heures
LED à alimentation externalisée = 30 000 à 50 0000 heures
- **La valeur du courant :** chaque LED et également chaque module de LED peuvent être utilisés sur une plage de courant spécifique. Plus le courant est faible dans cette plage, plus la quantité d'énergie dégagée est faible et plus la chaleur produite est réduite, ce qui a un effet direct sur la durée de fonctionnement.
- **L'environnement :** toutes les conditions environnementales doivent être prises en compte lors de la planification d'un système d'éclairage de LED. Les effets suivants, entre autre, ont un impact négatif sur la durée de fonctionnement :
- atmosphère corrosive (air avec une forte contenance de dioxyde de sulfure)
- climat côtier avec une contenance en sel moyenne
- piscines avec une contenance en chlore moyenne

8. durée de vie

Efficacité lumineuse

= quantité de flux lumineux produite pour 1 W = lm/W

SOURCE utilisée	Efficacité lumineuse
Incandescence	5 à 15 lm/W
Halogène	10 à 25 lm/W
Fluo compact	50 à 70 lm/W
Fluorescente T5	70 à 120 lm/W
Sodium HP et iodures métalliques	75 à 150 lm/W
LED	20 à 250 lm/W



- LED bas de gamme = 20 à 40 lm/W
- LED milieu de gamme = 40 à 70 lm/W
- **LED (marché actuel) = 70 à 100 lm/W**
- LED haut de gamme = 70 à 130 lm/W
- LED très haut de gamme = 130 à 250* lm/W

** 250 lm/W = donnée laboratoire*

Ces valeurs ne prennent pas en compte les rendements des luminaires qui peuvent varier de 40 % à 80 % en fonction des différentes pertes dans le système : thermique, optique, électrique (efficacité du driver).

EUROPOLE communique sur des valeurs réelles : Lumens restitués et Watts consommés.

9. efficacité lumineuse

Le degré de protection contre les impacts mécaniques = IK

IK	degré de résistance aux chocs de l'appareil selon la norme IEC EN 50102	masse / hauteur de chute
IK 00	non protégé	
IK 01	protégé contre un choc de **0,15 Joule** d'énergie	0,150 kg = 100 mm
IK 02	protégé contre un choc de **0,2 Joule** d'énergie	0,150 kg = 133 mm
IK03	protégé contre un choc de **0,35 Joule** d'énergie	0,150 kg = 233 mm
IK 04	protégé contre un choc de **0,5 Joule** d'énergie	0,250 kg = 333 mm
IK 05	protégé contre un choc de **0,7 Joule** d'énergie	0,150 kg = 485 mm
IK 06	protégé contre un choc de **1 Joule** d'énergie	0,500 kg = 200 mm
IK 07	protégé contre un choc de **2 Joules** d'énergie	0,500 kg = 400 mm
IK 08	protégé contre un choc de **8 Joules** d'énergie	1,7 kg = 300 mm
IK 09	protégé contre un choc de **10 Joules** d'énergie	5 kg = 200 mm
IK 10	protégé contre un choc de **20 Joules** d'énergie	5 kg = 400 mm
IK 10+	protégé contre un choc de **50 Joules** d'énergie	12,5 kg = 400 mm
IK 10+	protégé contre un choc de **80 Joules** d'énergie	20 kg = 400 mm
IK 10+	protégé contre un choc de **120 Joules** d'énergie	30 kg = 400 mm
IK 10+	protégé contre un choc de **160 Joules** d'énergie	40 kg = 400 mm
IK 10+	protégé contre un choc de **200 Joules** d'énergie	50 kg = 400 mm

**NF EN 62262 avril 2004*

10. indice de résistance aux chocs

IP	6	7
Indice de Protection	Protection contre la poussière	Protection contre l'eau

IP	1er CHIFFRE (dizaine)
0	Aucune protection.
1	Protégé contre **les corps solides > à 50 mm.**
2	Protégé contre **les corps solides > à 12,5 mm.**
3	Protégé contre **les corps solides > à 2,5 mm.**
4	Protégé contre **les corps solides > à 1 mm.**
5	Protégé contre **les poussières.**
6	**Totalement protégé contre les poussières.**

L'indice de protection (IP) est un standard international de la Commission Électrotechnique Internationale relatif à l'**étanchéité**. Cet indice classe le niveau de protection qu'offre un **matériel aux intrusions de corps solides et liquides.** Plus l'indice est élevé plus l'étanchéité est importante. Lorsqu'aucun critère n'est rencontré, le chiffre peut être remplacé par la lettre X.

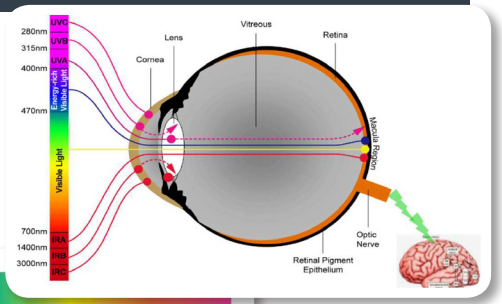
IP	2e CHIFFRE (unité)
0	Aucune protection.
1	Protégé contre les chutes verticales **de gouttes d'eau.**
2	Protégé contre **les chutes de gouttes d'eau** jusqu'à 15° de la verticale.
3	Protégé contre **l'eau en pluie** jusqu'à 60° de la verticale.
4	Protégé contre **les projections d'eau de toutes directions**.
5	Protégé contre **les jets d'eau de toutes directions à la lance** (buse de 6,3 mm, distance 2,5 m à 3 m, débit 12,5 l/min ± 5 %).
6	Protégé contre **les forts jets d'eau de toutes directions à la lance** (buse de 12,5 mm, distance 2,5 m à 3 m, débit 100 lmin ± 5 %)
7	Protégé contre **les effets de l'immersion** (moins d'1 m pendant 30 min). La pénétration d'eau en quantité nuisible ne sera pas possible lorsque l'équipement est immergé dans l'eau dans des conditions définies de pression et de temps (jusqu'à 1 m de submersion).
8	**Matériel submersible dans des conditions spécifiées (immersion prolongée,** supérieure à 1 m et pendant un temps défini). Normalement, cela signifie que l'équipement est hermétiquement fermé. Cependant, avec certains types de matériel, cela peut signifier que l'eau peut pénétrer, mais seulement à condition qu'elle ne produise pas d'effets nuisibles. Protection contre la submersion.

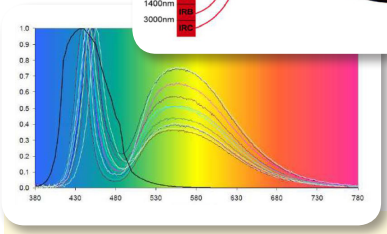
Par exemple, la notation IP 67 d'un produit signifie que le produit est totalement étanche à la poussière et protégé contre les effets de l'immersion moins d'1 mètre pendant 30 min.

Exemple d'environnement :
IP 20 : espaces intérieurs sec :
pièces à vivre, circulations, restaurants, commerces.
IP 44 : éclairage salle de bain, douche volume 2.
IP 65 : éclairage façades, appliques murales, encastrés de sol, locaux intérieurs humides, douche, volume 1 (TBT < 12 V)
IP 67 : extérieurs encastrés de sol, abords de bassins et piscines.
IP 68 : produits immergés, éclairage de bassins, fontaines.

11. indice de protection

Problématique : les rayonnements optiques peuvent avoir des effets biologiques dangereux sur la peau et sur l'œil.





Densité spectrale de flux normalisée pour LED blanc froid. La courbe noire représente la fonction B(λ). Source : CSTB

Cas particulier des LED blanches : elles présentent un pic de bleu dans la zone de toxicité maximale pour l'homme. Cela concerne principalement les blancs froids d'une température de 5200° K et plus, de surcroît sur de la LED High Power (LED de puissance).

Règlementation et normes

Directive 2006/25/EC : nécessité pour les fabricants d'appareils d'éclairage de communiquer le groupe de risque.

Norme EN 60471 et IEC TR 62778 : guide pour l'évaluation de la sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes. 4 groupes de risques de 0 à 3 couvrant l'ensemble du spectre UV, visible, IR.

Norme EN 60598-1 ed.8 : les luminaires avec LED ou module LED intégrés doivent être évalués conformément à la IEC TR 62778 pour l'évaluation du risque lié à la lumière bleue.

Définition de la classification du niveau de risques définis par la norme NF EN 62471

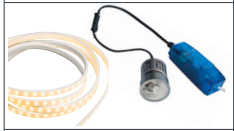
Le groupe de risque 0 = exempt de risque = le produit ne présente aucun risque photo biologique.

Le groupe de risque 1 = risque faible = le produit ne présente pas de risque lié aux limites d'exposition en condition d'utilisation normale.

Le groupe de risque 2 = risque modéré = le produit ne présente pas de risque lié à la réponse d'aversion pour les sources à lumière très brillante ou en raison de l'inconfort thermique.

Le groupe de risque 3 = risque élevé = le produit peut présenter un risque même pour une exposition momentanée ou courte.

12. sécurité photobiologique

		Sécurité	Mesures de performances
	source LED	• IEC 62560 • alimentation intégrée > 50 V	• IEC 62612 • alimentation intégrée > 50 V
	**module LED**	• IEC 62031	• IEC 62717
	appareillage	• IEC 61347-1 • IEC 61347-2-13	• IEC 62384
	luminaire	• IEC 60598-1&2	• IEC 62722-2-1

IEC = International Electrotechnical Commission

13. LED normes de sécurité et de performances

Remerciements : avec la participation du laboratoire PISÉO.

Sources :

· *Laurent MASSOL, "Les LED pour l'éclairage" DUNOD, Paris, 2012*

· *www.energieplus-lesite.be*

· *Formation sur règlementation et normes sur la sécurité et l'éco conception des systèmes d'éclairage LED, 2014, PISÉO, GIL.*

· *Point (EATON), Congrès National de Radioprotection, 12 Juin 2013, Bordeaux-Lac, C. Martinsons (CSTB)*

DEPUIS 1989

EUROPOLE

SOLUTIONS LUMINEUSES

UNE ÉQUIPE PAR RÉGION POUR VOUS RÉPONDRE

SERVICE CLIENTS

OUEST - IDF
+33 (0)4 72 49 83 30
serviceclients-ouest-idf@seet.fr

EST
+33 (0)4 72 49 83 31
serviceclients-est@seet.fr

SUD
+33 (0)4 72 49 83 32
serviceclients-sud@seet.fr

EXPORT
+33 (0)4 72 49 83 33
export@seet.fr

BUREAU D'ÉTUDES

OUEST - IDF
+33 (0)4 72 49 20 10
be-ouest-idf@seet.fr

EST
+33 (0)4 72 49 20 11
be-est@seet.fr

SUD
+33 (0)4 72 49 20 12
be-sud@seet.fr

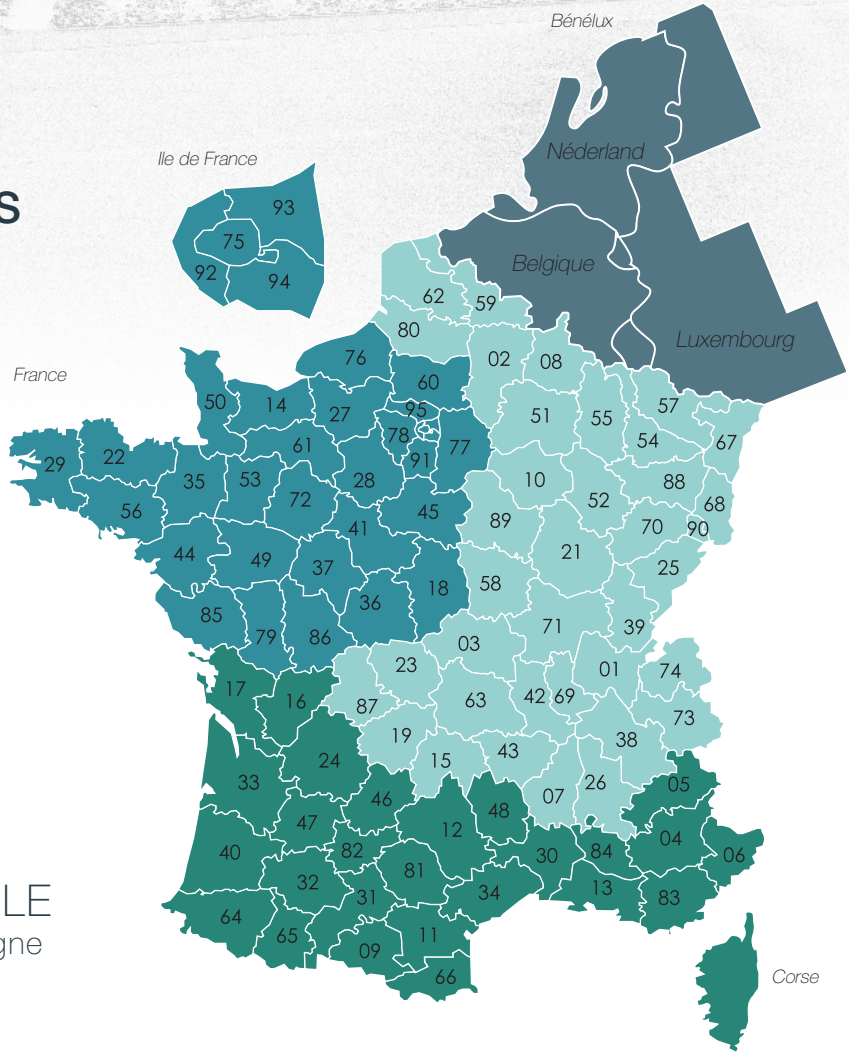
EXPORT
+33 (0)4 72 49 20 10
be-export@seet.fr

fax : +33 (0)4 72 24 73 42

HORAIRES

du lundi au jeudi
de 8 h 30 à 12 h 00
de 14 h 00 à 17 h 30

le vendredi
Fermeture à 17 h 00



SAS-SEET EUROPOLE

19, avenue ZAC de Chassagne
69360 TERNAY
www.europole.net

Document non contractuel - 02/2018 - crédit photos : Patrick Leclerc - FOTOLIA - EUROPOLE