



ROBERT GARNIER

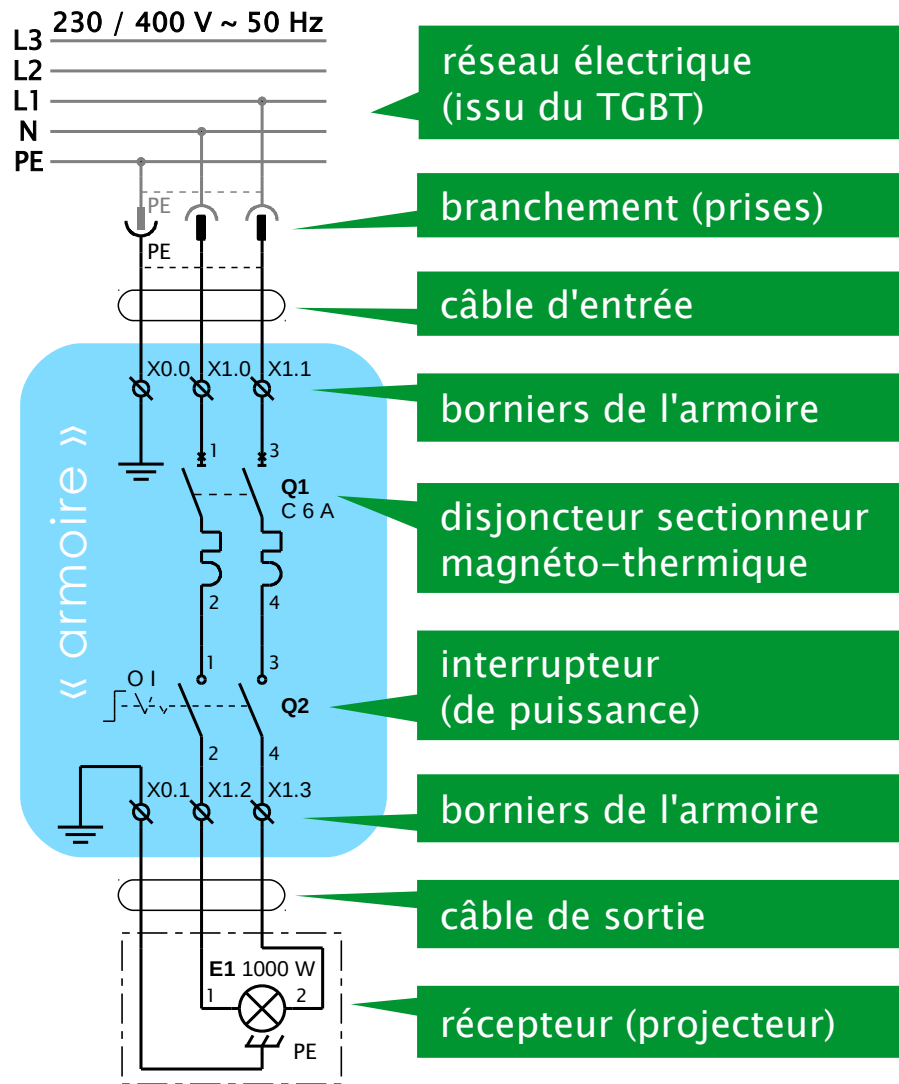
— La Ferté-Bernard —

GRAIN 17

Le schéma électrique

I – Schématisation des circuits électriques industriels

1. Exemple : système d'alimentation d'un projecteur (1^e variante)



❖ Circuit industriel de puissance

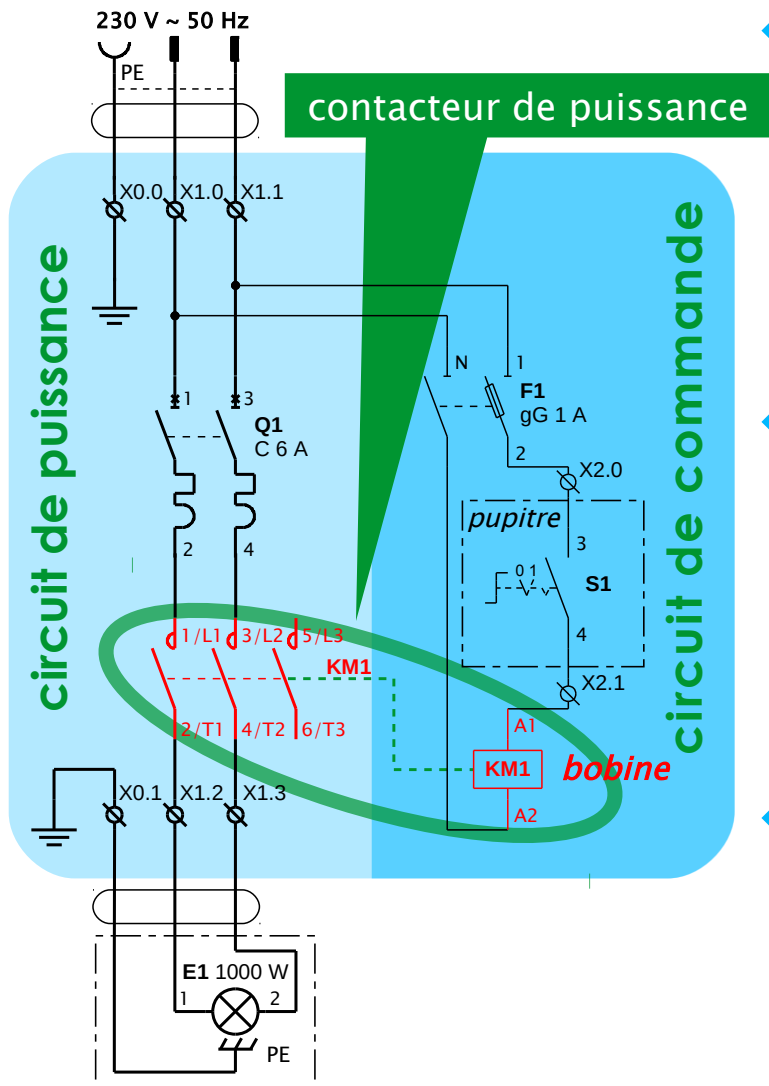
- **alimentation externe**
branchement normalisé au réseau
(classe I ⇒ **conducteur PE**)
- **borniers** pour les entrées/sorties
- appareils de **protection** indispensables
(dimensionnés pour les récepteurs)

❖ Contexte d'utilisation du schéma

- élément du **dossier électrique**
 - élaboré par le concepteur
 - utilisé par le fabricant, les utilisateurs, les réparateurs...
- **normalisation** (symboles, repérage)
nécessaire pour la compréhension

I – Schématisation des circuits électriques industriels

2. Exemple : système d'alimentation d'un projecteur (2^e variante)



- ❖ Appareil maître : **contacteur de puissance**
« interrupteur » de puissance à commande électrique
 - fermeture des **contacts de puissance** (1-2, 3-4, 5-6) par électroaimant si **bobine** (A1-A2) sous tension
 - appareil monostable : **ressort de rappel** au repos
- ❖ Principe de la commande séparée
 - **circuit de puissance** : récepteurs connectés via les **contacts de puissance** des contacteurs
 - **circuit de commande** : **bobines** des contacteurs alimentés via les appareils d'interface (boutons)
- ❖ Intérêt de la commande séparée
 - complexité de fonctionnement possible
 - **sécurité** d'utilisation : circuit de commande en TBTS via un transformateur de sécurité

I – Schématisation des circuits électriques industriels

3. Principes de la schématisation développée (1/4)

« circuit » électrique = réseau d'appareils reliés par des conducteurs

↪ **schéma**

↪ **symboles**

↪ **traits**

A) Normalisation ► CEI : Commission Électrotechnique Internationale

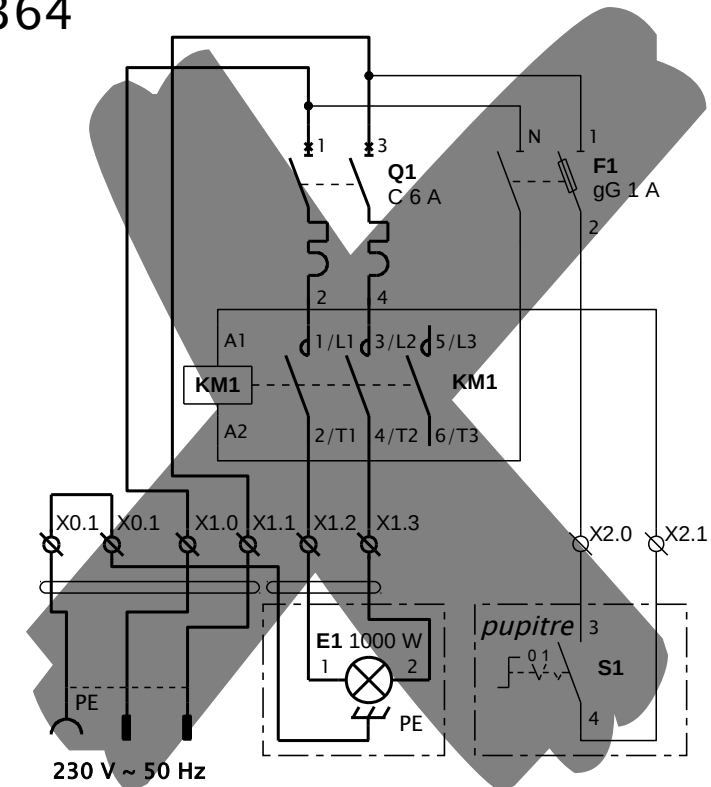
- schématisation et repérage : normes CEI 61082 et 61364
- symboles : norme CEI 60617 (13 parties)

⇒ partie 7 : **appareils de protection et de commande**

B) « Développement » du schéma

pas de schéma « architectural » en câblage industriel
(représentation filaire illisible sur le schéma d'implantation)

- regroupement des éléments des symboles
- objectif : **lisibilité** de la logique du fonctionnement des circuits (puissance/commande)



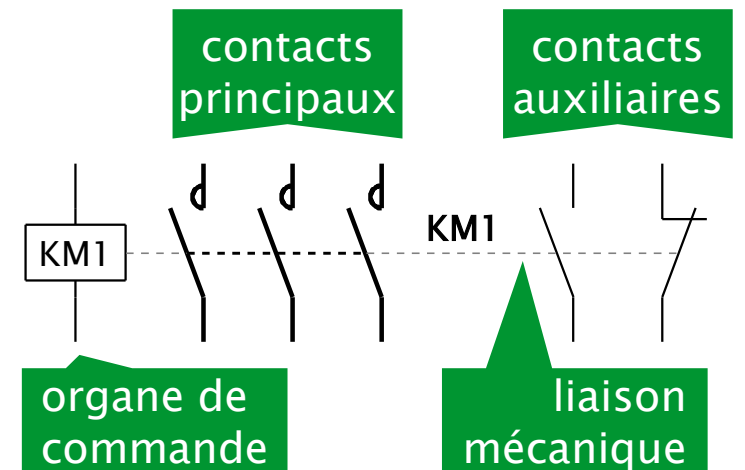
I – Schématisation des circuits électriques industriels

3. Principes de la schématisation développée (2/4)

C) Symbolisation des appareils

- **contacts principaux** ► sur le **circuit de puissance**
 - de 0 (appareil de commande) à 4 (appareil tétrapolaire)
 - toujours groupés, représentés en traits forts
- **contacts auxiliaires** ► sur le **circuit de commande**
 - de 0 à 5, voire +, grâce aux additifs
 - dégroupés, pas forcément tous utilisés, en traits fins
 - 2 types : ★ à **fermeture** (F) – *normaly open (NO)* ★ à **ouverture** (O) – *normaly closed (NC)*
 - esclaves de l'organe de commande, par liaison mécanique ⇒ indiquent l'état de l'appareil
 - ↳ *récupération de l'information de l'état de l'appareil pour conditionner une commande*
- **organe de commande** (« maître » des contacts) ► **symbole composé**
 - manuel ► à gauche des contacts principaux (ou à défaut, auxiliaires)
 - électrique (bobine) ► récepteur du **circuit de commande**
- **liaison mécanique** ► partiellement représentée si elle gêne la lecture du schéma

exemple - contacteur tripolaire



ex. - bouton tournant
2 positions fixes

I – Schématisation des circuits électriques industriels

3. Principes de la schématisation développée (3/4)

D) Repérage des bornes des appareils

■ contacts de puissance

- appareil uni ou bipolaire : **simple repérage** 1 – 2 ; 3 – 4
- appareil tri ou tétrapolaires : **double repérage** 1/L1 – 2/T1 ; ...

■ contacts de commande

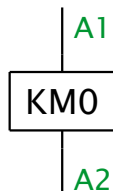
- chiffre des unités ► **fonction du contact**

	NC	NO
ordinaire	1 – 2	3 – 4
spécial (thermique, temporisé, etc.)	5 – 6	7 – 8

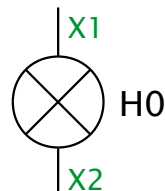
- chiffre des **dizaines** (et éventuellement des **centaines**)
 - * uniquement pour les appareils multi-contacts par construction
 - **numéro d'ordre** par fonction de contact sur l'appareil
exemple : 13 – 14 → 1^e contact ordinaire NO

■ récepteurs de commande

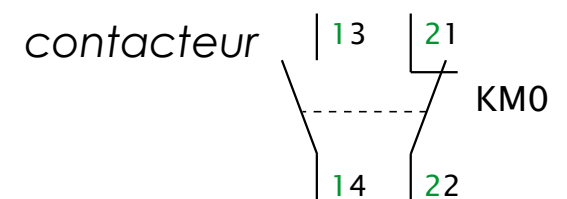
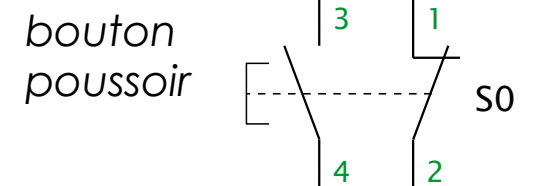
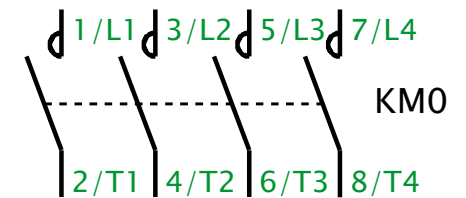
- bobine



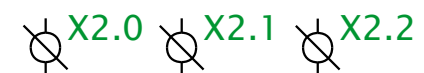
- voyant lumineux



contacteur tétrapolaire



- bornier : X n°bornier . n°pôle



I – Schématisation des circuits électriques industriels

3. Principes de la schématisation développée (4/4)

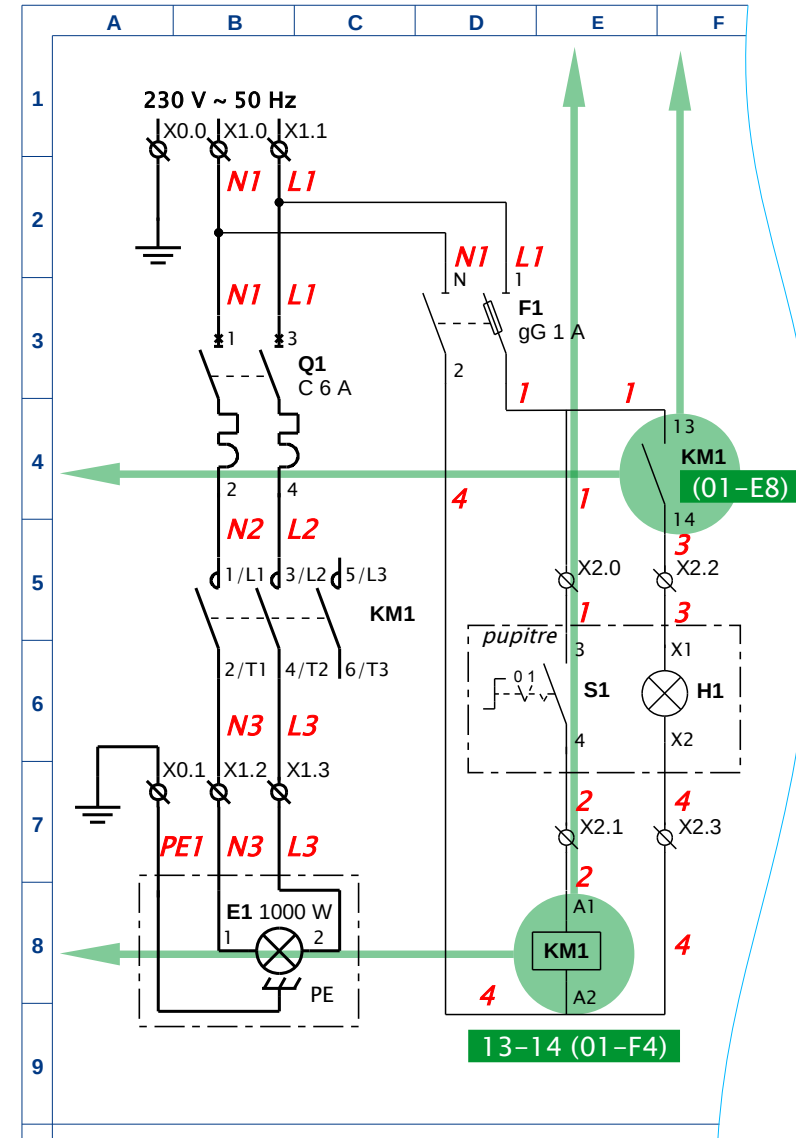
E) Repérage équipotentiel des conducteurs

- ▶ Règles de numérotation (programmables en CAO)
 - **numéro identique** pour tous les conducteurs qui sont *toujours* au même potentiel
 - **incrémentation** (+1) à chaque appareil dans le sens de lecture des circuits (gauche → droite / haut → bas)
 - ▲ **circuit de puissance** : numéro précédé par une lettre-repère du type de conducteur (**L**, **N**, **PE**)
- ⊗ Inconvénient : plusieurs possibilités de câblage

F) Références croisées des symboles dégroupés

localisations par les **coordonnées au cadre** du folio
folio n°2 → **02** – **G5** ← *colonne G, ligne 5*

- **symbole maître** ▶ liste des contacts esclaves
- **contacts esclaves** ▶ élément maître
- ▲ **contacts principaux** : réf. facultative si faciles à trouver



II – Constitution des circuits électriques industriels

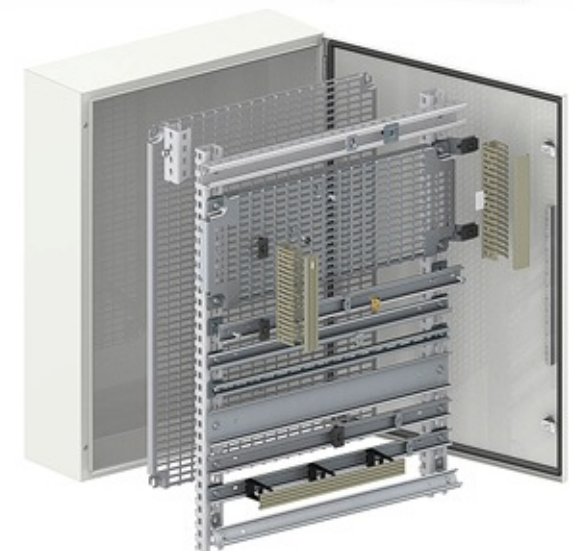
1. L'armoire : a) la structure

❖ Enveloppe de confinement (à fermeture à clé)

- protection mécanique des **circuits** contre
 - les liquides et poussières : $IP > 30$
 - les chocs : $IK > 08$
 - les dérèglages et les modifications de câblage
- protection des **personnes** contre
 - les contacts électriques dangereux (minimum $IP > 20$)
 - les blessures sur angles vifs

❖ Structure interne

- châssis : montants, plaque pleine ou **platine perforée**
- fixation des appareils : **rails profilés** (35 mm)
- circulation des conducteurs : **goulottes**, bracelets...
- liaisons des masses : visserie à picots, raccords flexibles
- + ventilation : motorisation éventuelle, filtrage



II – Constitution des circuits électriques industriels

1. L'armoire : b) l'appareillage

4 fonctions principales : sectionnement, protection, commande, connexion
+ *transformation* (certains appareils réalisent plusieurs fonctions)

❖ **Sectionnement et protection électrique** (des circuits)

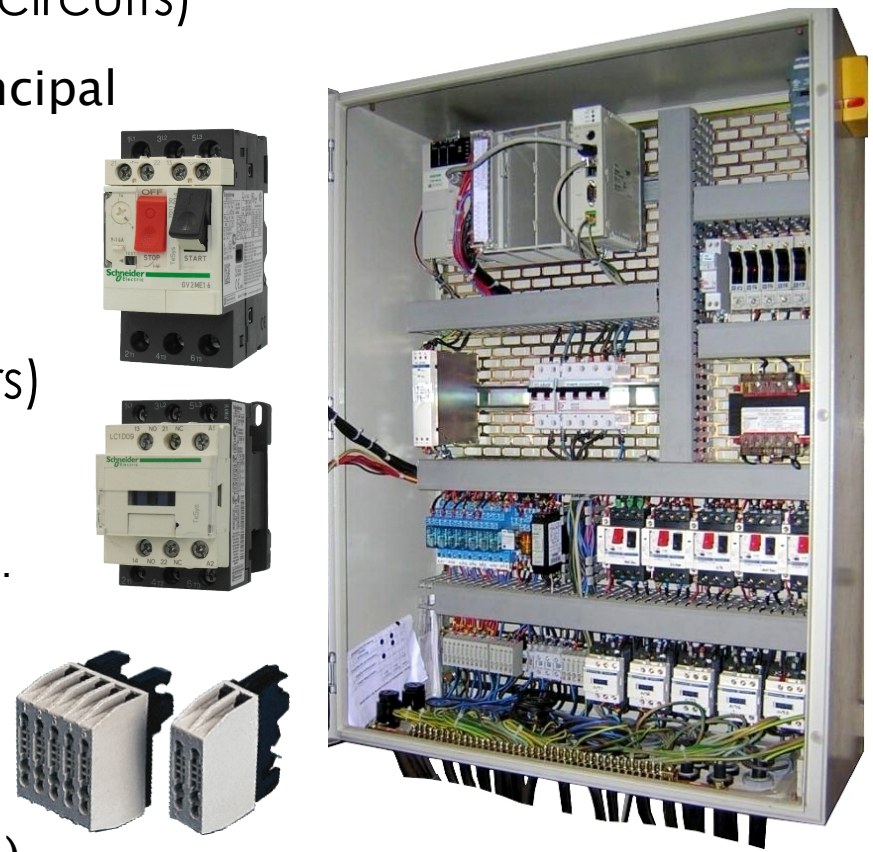
- **interrupteur** (ou **disjoncteur**) –**sectionneur** principal
- **sectionneurs porte-fusibles, disjoncteurs**
- ▲ protection différentielle souvent externe

❖ **Commande** (de l'alimentation des récepteurs)

- manuelle ► **interrupteurs, boutons internes**
- électrique ► **contacteurs, variateurs, automates...**

❖ **Connexion** (des entrées/sorties de l'armoire)

- **borniers** fixes ou débrochables
- **prises** de courant (pour branchements internes)



II – Constitution des circuits électriques industriels

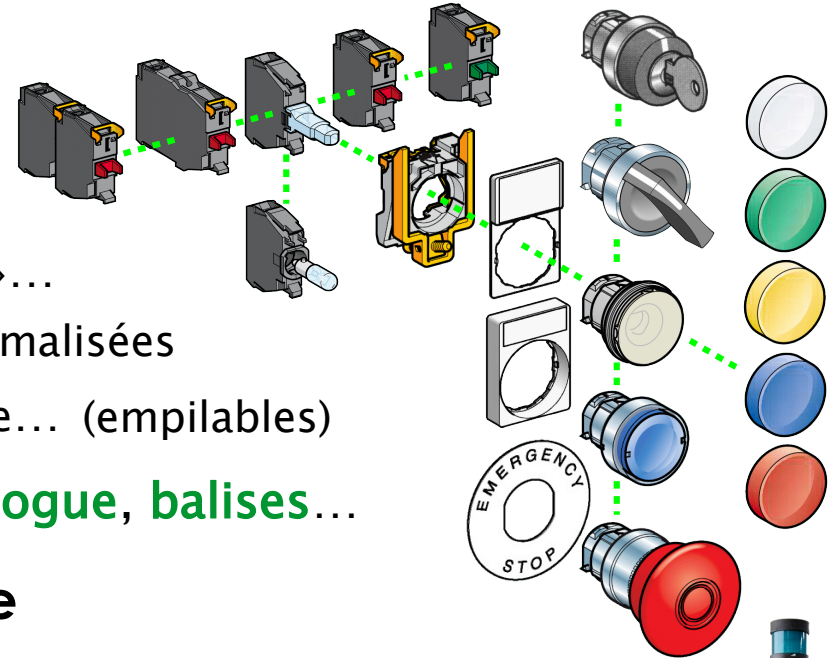
2. L'interface homme-machine (commande et signalisation)

❖ Appareillage modulaire

■ boutons et voyants lumineux

- mécanisme : tête de voyant, bouton-poussoir, bouton tournant, « coup-de-poing »...
- lampe : à diode, à incandescence, 5 couleurs normalisées
- contacts (2 ou 3 emplacements) : NC, NO, double... (empilables)

+ commutateurs, compteurs, terminaux de dialogue, balises...



❖ Implantation de l'interface homme-machine

- ▶ sur les **portes** et/ou les **parois** de l'armoire

solution économique

- liaisons courtes
- pas d'enveloppe supplémentaire



- ▶ sur un **pupitre déporté**

*solution ergonomique
pour le pilotage
du système*

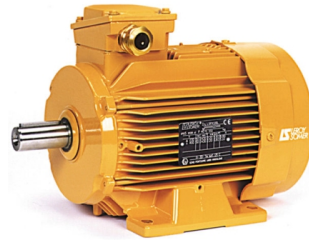


II – Constitution des circuits électriques industriels

3. La partie opérative (PO)

❖ **Actionneurs** (récepteurs électriques du circuit de puissance)

- appareils d'éclairage
- résistances de chauffage
- moteurs
- + électroaimant, électrode, émetteur laser...



❖ **Capteurs** (exploités par le circuit de commande)

- **capteurs tout-ou-rien**
 - capteurs à contact direct :
fin de course, fermeture de porte...
 - détecteurs de proximité
 - détecteurs optiques
- **capteurs analogiques et numériques**
 - ▶ traitement du signal par automate



ex. : rectifieuse plane

II – Constitution des circuits électriques industriels

4. Les conducteurs

câblage industriel ► conducteurs multibrins souples (faciles à courber)

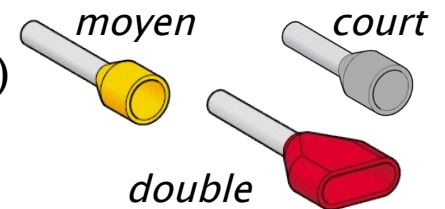
section (mm ²)	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16
intensité max. (A)	3	6	10	16	25	30	40	60	80

circuit de commande (rouge) circuit de puissance (noir)

❖ Couleurs normalisées des fils : PE ► **vert-jaune** N ► **bleu clair**

❖ Connexions des extrémités des fils

- bornes à vis-étriers ► **embouts de câblage** à sertir (obligatoire)
- bornes à ressorts ou à déplacement d'isolant ► **pas d'embouts**

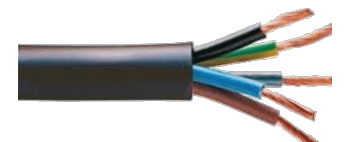


❖ Liaisons vers l'interface homme-machine

- **toron** de fils de commande
- **bus** de communication



❖ Liaisons vers les récepteurs et les capteurs ► **câbles multipolaires**



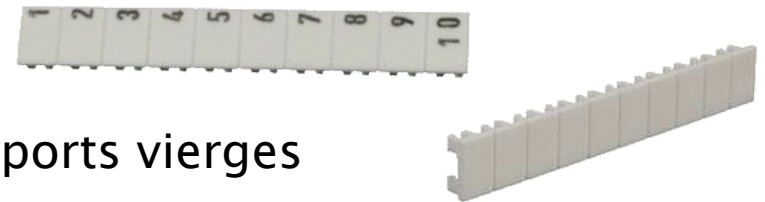
II – Constitution des circuits électriques industriels

5. Le repérage interne (appareils et conducteurs)

Le **repérage interne** (conforme au schéma électrique) est **indispensable** aux intervention sur les circuits : essais, réglages, réarmements, maintenance

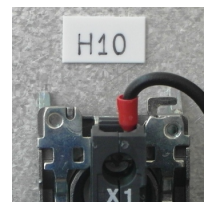
❖ Technologies de repérage

- assemblage de lettres, chiffres, nombres, signes
- gravure, impression, écriture manuelle ► sur supports vierges



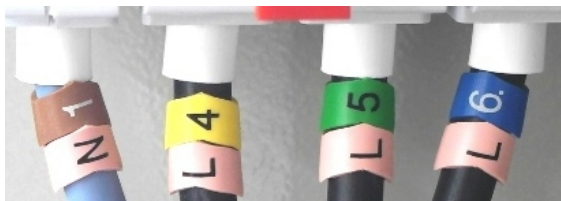
► Repérage des appareils

- repères à clipser (emplacement dédié)
- repères à coller



► Repérage des conducteurs

- repères à enfiler



- repères à clipser



- inscriptions directes



