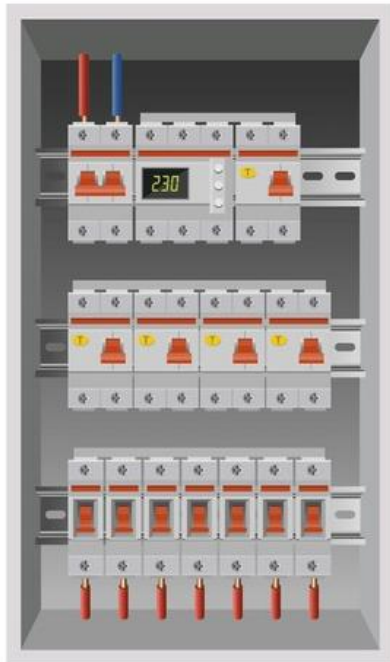


# ELE 1409: ÉLECTRICITÉ DU BÂTIMENT

## COURS 10: INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES BASSE TENSION: **puissance d'utilisation $S_u$**

Liens vidéo

<https://www.loom.com/share/3a9feef154a4465c936a9a4a29c861cc?sid=ce89ff0c-24bc-44cb-abce-2d0ba3665da1>



# Objectifs du cours 10



À l'issu de ce 10<sup>e</sup> et dernier cours, l'étudiant(e) sera en mesure de :

- Calculer la puissance d'utilisation (souscrite) d'une installation électrique.
- Opter pour une puissance souscrite auprès du fournisseur d'énergie électrique.
- Dimensionner la source d'énergie (transformateurs et autres).
- Évaluer le courant d'emploi circulant dans les circuits terminaux et de distribution.
- Pouvoir identifier les composants de base d'une installation électrique
- Définir les principales fonctions de l'appareillage électrique.
- Définir les composants électriques nécessaires pour une installation électrique.
- Identifier des critères de choix de l'appareillage électrique.

# Sommaire

---



**POLYTECHNIQUE  
MONTRÉAL**

UNIVERSITÉ  
D'INGÉNIERIE

- Rappels et mise en situation
- Calcul de la puissance d'utilisation
- Appareillage électrique

# Rappel et mise en situation: *Rappels sur les formules de puissances*

## Unités

- active  $P$ , exprimée en Watt (W), c'est la puissance réellement utile,
- apparente  $S$ , exprimée en Voltampère (VA)
- réactive  $Q$ , exprimée en voltampère réactif (var).

Puissance	En monophasé	En triphasé
$P$ Active	$P = V \cdot I \cos \varphi$	$P = \sqrt{3} V_L \cdot I_L \cos \varphi$
$Q$ Réactive	$Q = V \cdot I \sin \varphi$	$Q = \sqrt{3} V_L \cdot I_L \sin \varphi$
$S$ Apparente	$S = V \cdot I$	$S = \sqrt{3} V_L \cdot I_L$

# Rappel et mise en situation: *Notion de puissance d'utilisation*

Dans une installation électrique, les récepteurs ne fonctionnent pas tous ni en même temps ni à pleine charge. On définit alors deux principaux coefficients suivants:

- ❑ Le **facteur de simultanéité ( $k_s$ )** : est une valeur estimée qui tient compte du fait que, dans une installation, tous les appareils ne sont jamais activés simultanément et à pleine puissance. Il est évalué comme étant le rapport entre la charge maximale d'un groupe d'abonnés ou d'appareils pendant un intervalle de temps déterminé et la somme des charges maximales individuelles pendant ce même intervalle de temps.
- ❑ Le **facteur d'utilisation ( $k_u$ )** : indique le taux d'emploi d'un récepteur par rapport à la durée d'usage. Lorsqu'un récepteur fonctionne à régime normal, il peut arriver que la puissance qu'il utilise soit en dessous de la puissance nominale mise en place. C'est pourquoi le terme de **facteur d'utilisation** est ici utilisé.

# Rappel et mise en situation: *Notion de puissance d'utilisation*

## Différence entre $k_u$ et $k_s$

- ❑ Les récepteurs ne fonctionnent pas au même moment. Le facteur de simultanéité permet ainsi de tenir compte du degré de diversité. Notez que le facteur de simultanéité s'applique à un groupe de charges.
- ❑ Chaque récepteur pris individuellement ne consomme pas toujours sa puissance nominale; c'est le facteur d'utilisation.

Dans une installation électrique, le facteur d'utilisation s'applique à chaque récepteur tandis que le facteur de simultanéité s'applique à un groupe de récepteurs.

# Rappel et mise en situation: *Notion de puissance d'utilisation*

## Le coefficient d'extension

Pour tenir compte du fait qu'une installation peut être modifiée ou étendue on définit les coefficients d'extension  $k_e$  (on peut également utiliser  $k_r$  pour coefficient de réserve). Il s'agit d'un facteur de réserve utilisé lors des extensions, afin de prendre en compte les évolutions prévisibles et ne pas modifier l'ensemble de l'installation. Le facteur de réserve s'applique généralement au niveau des armoires de distributions principales.

# Rappel et mise en situation: *Notion de puissance d'utilisation*

## Définition de la puissance d'utilisation $S_u$

Cette puissance est exprimée en **kVA** et peut aussi être notée  $P_u$  dans certains manuels ou documents. La **puissance d'utilisation** permet de *dimensionner l'installation pour la souscription du contrat de fourniture d'énergie électrique*. La puissance d'utilisation est alors une donnée significative pour la souscription d'un contrat de fourniture en énergie électrique à partir d'un réseau public BT ou MT (et dans ce cas, pour dimensionner le transformateur MT/BT). Les facteurs de simultanéité ( **$k_s$** ) et d'utilisation ( **$k_u$** ) permettent de pondérer la puissance apparente maximale réellement absorbée par chaque récepteur et par un groupe de récepteurs. La puissance d'utilisation sera alors la somme arithmétique de ces puissances apparentes pondérées.

$$S_u = k_u \cdot k_s \cdot S$$



# Rappel et mise en situation: *Notion de puissance d'utilisation*

## Le courant d'emploi

Ce courant est noté  $I_B$  et il correspond à la plus grande puissance transportée par le circuit en service normal. Ce courant dépend de la puissance d'utilisation à travers la relation suivante :

$$I_B = \frac{S_u}{\sqrt{3} V_L} = \frac{k_u \cdot k_s \cdot S}{\sqrt{3} V_L} \quad \left\{ \begin{array}{l} S_u \text{ et } S \text{ en VA} \\ V_L \text{ en volts (V)} \\ I_B \text{ en ampères (A)} \end{array} \right.$$

# Calcul de la puissance Su: *Facteurs ku, Ks et Ke*

## Facteur ku (Tableau 1)

Type de récepteur	Facteur d'utilisation ku
Chauffage ou éclairage	1
Prise de courant sans indication particulière	1
Moteurs électriques	0,75

## Facteur de simultanéité Ks dans un immeuble d'habitation (tableau 2)

Nombre d'abonnés	2 à 4	5 à 9	10 à 14	15 à 19	20 à 24	25 à 29	30 à 34	35 à 39	40 à 49	Plus de 50
ks	1	0,78	0,63	0,53	0,49	0,46	0,44	0,42	0,41	0,38

# Calcul de la puissance Su: *Facteurs ku, ks et ke*

## Facteur Ku en fonction de l'utilisation (tableau 3)

Utilisation		Facteur de simultanéité ks
Éclairage		1
Chauffage et conditionnement d'air		1
Prise de courant (nombre de prise $n$ )		$0,1 + \frac{0,9}{n}$
Moteurs	Moteur le plus puissant	1
	Moteur suivant	0,75
	Autres moteurs	0,6

**Note importante** : tout au long de ce cours, il sera utilisé la valeur de **0,75** comme facteur de simultanéité des moteurs.

# Calcul de la puissance $S_u$ : *Facteurs $k_u$ , $K_s$ et $K_e$*

## Facteur $K_s$ au niveau de l'armoire de distribution (tableau 4)

Nombre de circuits	Facteurs de simultanéité ( $k_s$ )
2 et 3	0,9
4 et 5	0,8
6 à 9	0,7
10 et plus	0,6



Exemple d'armoire de distribution : chaque disjoncteur est un circuit

# Calcul de la puissance $S_u$ : *Facteurs $k_u$ , $K_s$ et $K_e$*

## Facteur d'extension $K_e$

- ❑ Ce facteur permet de prendre en compte les évolutions prévisibles de l'installation il varie de 1,15 à 1,25, on prendra généralement  $k_e = 1,25$ .
- ❑ Pour chaque appareil on utilise le **tableau 3** pour obtenir  $k_u$ . Les coefficients du **tableau 2** sont considérés pour obtenir  $k_s$  dans le cas d'un immeuble et on obtient  $k_s$  au niveau de l'armoire de distribution avec les coefficients du **tableau 4**. Finalement le **coefficient d'extension** est pris égale à **1,25** comme mentionné ci-dessus. Ainsi on aura au niveau de l'armoire de distribution:

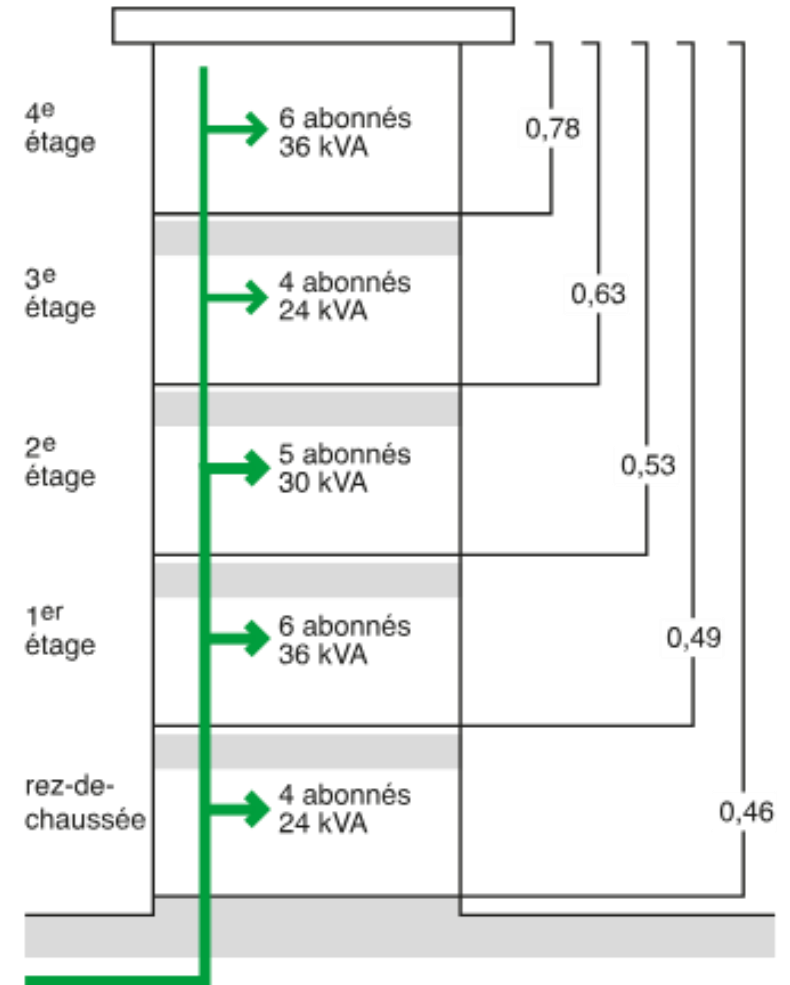
$$S_u = k_u \cdot k_s \cdot k_e \cdot S$$

**Note importante** : Si dans un exercice, un coefficient n'est pas précisé, le considérer égale à 1.

# Calcul de la puissance Su: *Exemple d'application 1*

**Énoncé:** On considère un **immeuble** à quatre étages plus rez-de-chaussée comportant un total de 25 abonnés comme montré sur la figure ci-contre. Le réseau d'alimentation de l'immeuble est triphasé 120 V/208 V et une canalisation souterraine est utilisée pour alimenter l'immeuble.

1. Calculez la puissance installée pour cet immeuble.
2. Calculez le courant d'emploi au rez-de-chaussée.
3. Calculez le courant d'emploi au 3<sup>e</sup> étage.



# Calcul de la puissance $S_u$ : *Exemple d'application 1*

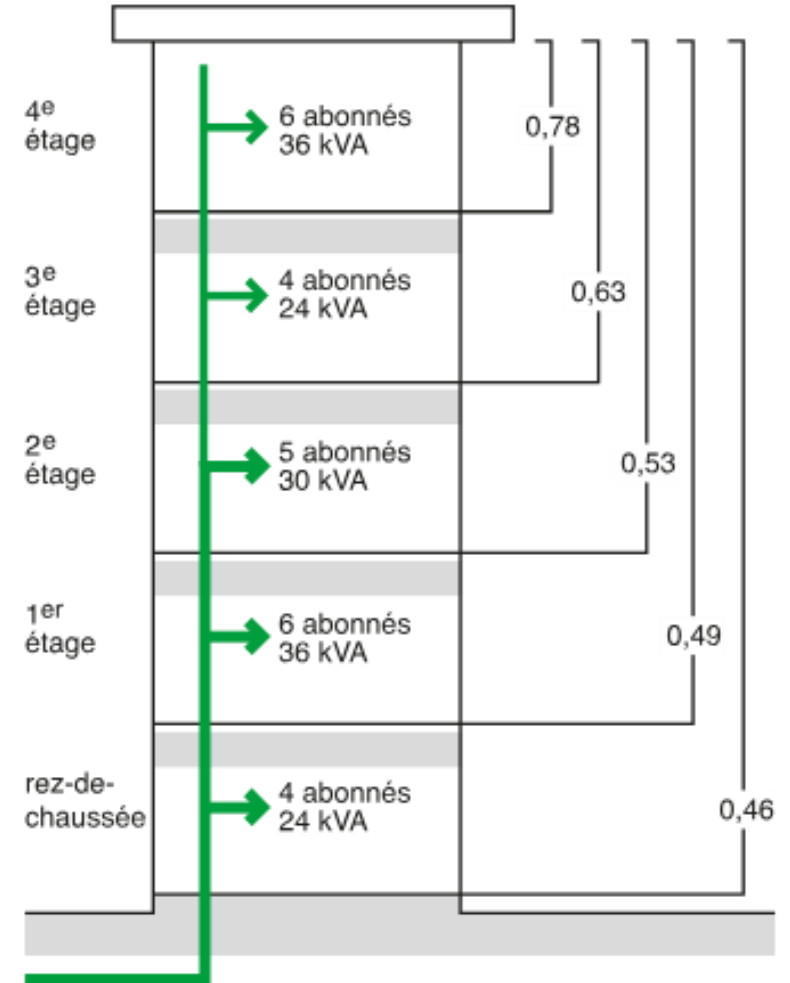
**Solution (début):** Pour cet exercice, on doit utiliser les coefficients du [tableau 2 \(voir diapositive 10\)](#). étant donné que l'on traite du courant d'emploi dans un immeuble.

## 1. Calcul de la puissance installée.

Pour un total de 25 abonnés, le facteur de simultanéité est de 0,46.

Ainsi, pour l'immeuble, on aura :

$$S_{u_t} = (24 + 36 + 30 + 24 + 36) \times 0,46 = 150 \times 0,46 = \boxed{69 \text{ kVA}}$$



# Calcul de la puissance Su: *Exemple d'application 1*

## Solution (suite et fin)

### 2. Calcul du courant d'emploi au rez-de-chaussée

Ce courant doit pouvoir alimenter tous les niveaux y compris le rez-de-chaussée, il sera noté  $I_{Br}$  et on aura :

$$I_{Br} = \frac{S_{ut}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{69 \times 1000}{\sqrt{3} \times 208} = \boxed{191,52 \text{ A}}$$

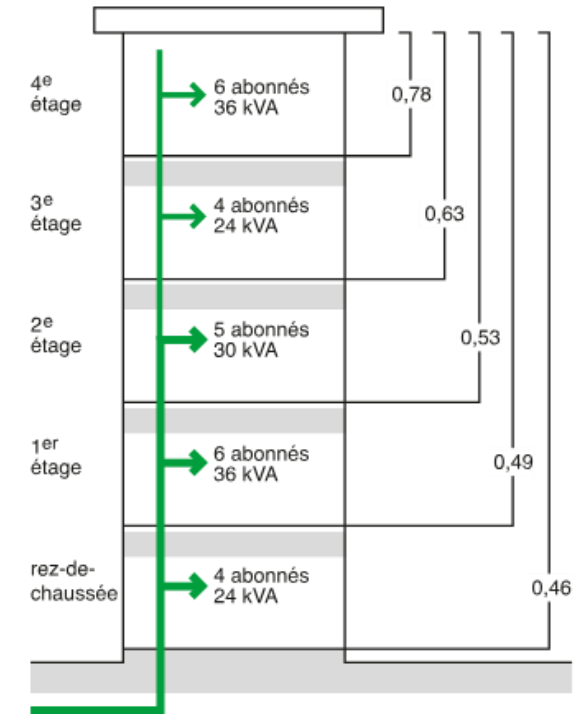
### 3. Calcul du courant d'emploi au 3<sup>e</sup> étage.

Dans ce cas le courant d'emploi doit alimenter les niveaux 3 et 4. Pour ces deux niveaux, on a un total de 10 abonnés et en considérant les coefficients du [tableau 2](#) (voir diapositive 10), on obtient une puissance d'utilisation de :

$$S_{u_{3-4}} = (24 + 36) \times 0,63 = 37,8 \text{ kVA}$$

Ce qui correspond à un :

$$I_{B_{3-4}} = \frac{S_{u_{3-4}}}{\sqrt{3} \cdot V_L} = \frac{37,8 \times 1000}{\sqrt{3} \times 208} = \boxed{104,92 \text{ A}}$$





# Calcul de la puissance Su: *Exemple d'application 2*

## Énoncé

un atelier comporte des équipements suivants :

- 4 tours (moteur) d'une puissance de 5 kVA chacun
  - 2 perceuses (moteur) à colonne de 2 kVA chacune.
  - 5 prises de courant totalisant 18 kVA.
1. Déterminez la puissance d'utilisation des tours.
  2. Déterminez la puissance d'utilisation des perceuses.
  3. Déterminez la puissance totale des tours et des perceuses. Considérer un facteur de puissance unitaire.
  4. Quel est le facteur de simultanéité du coffret des différents moteurs sachant qu'il comporte 6 circuits correspondant à 4 tours plus 2 perceuses.
  5. Quelle serait alors la puissance nécessaire pour ce coffret.

# Calcul de la puissance Su: *Exemple d'application 2*

## Solution début:

1. En considérant un facteur d'utilisation de 0,75 (Tableau diapositive 11) pour les moteurs, on obtient :

$$S_{u_{\text{tours}}} = 0,75 \times 4 \times 5 = \boxed{15 \text{ kVA}}$$

2. **Calcul de la puissance d'utilisation des perceuses.**

Toujours avec  $k_u=0,75$  et 2 perceuses, on obtient :

$$S_{u_{\text{perceuses}}} = 0,75 \times 2 \times 2 = \boxed{3 \text{ kVA}}$$

3. **Calcul de la puissance totale des tours et des perceuses.**

$$S_{u_{\text{tours+perceuses}}} = 15 + 3 = \boxed{18 \text{ kVA}}$$

## Solution Fin

4. **Facteur de simultanéité du coffret des différents moteurs sachant qu'il comporte 6 circuits correspond à 4 tours plus 2 perceuses.**

On considère pour cela les données du **tableau 4 (diapositive 12)** pour lesquelles on obtient dans le cas de 6 circuits :

$$\boxed{k_{S_{\text{coffret}}} = 0,7}$$

5. **Puissance nécessaire pour ce coffret.**

En tenant compte du facteur de simultanéité, on obtient au niveau du coffret:

$$S_{u_{\text{coffret}}} = k_{S_{\text{coffret}}} \times S_{u_{\text{tours+perceuses}}} = 0,7 \times 18 = \boxed{12,6 \text{ kVA}}$$

# Calcul de la puissance $S_u$ : *Choix de la puissance nominale du transformateur*

La puissance nominale du transformateur est définie comme suit :

$$S_{\text{transfo}} = \sqrt{3} V_L \cdot I_B \cdot k_e$$

$I_B$  est le courant d'emploi en ampères (A) déterminé à partir de l'équation (**diapositive 9**).  $V_L$  est la tension de ligne de la source triphasé et  $k_e$  est le coefficient d'extension que l'on prendra égale à **1,25** tout au long du cours

T&D									
TRANSFORMATEUR TRIPHASÉ - 50 Hz SE .02839									
N°	146122	Type	UTHC	Année	1995	Niveau d'isolement	50 kV		
Puissance	100	kVA	Conforme à		UTE				
Réf.		Couplage		Dyn 11					
		Primaire				Secondaire			
Tensions	1	20500	V		V		V		V
	2	20000	V		V	410	V		V
	3	19500	V		V		V		V
Remplissage total	Courants		2.89	A		A	140.8	A	
	Commutateur					Ucc	4	%	Ucc
Masse		HUILE 01	92	kg	Nature des enroulements				CUIVRE
Masse totale		440		kg	Refroidissement				ONAN

# Appareillage électrique: *Définition*

- ❖ L'**appareillage électrique** désigne l'ensemble des appareils destinés à être reliés à un circuit électrique en vue d'assurer
  - ❑ la protection,
  - ❑ la commande,
  - ❑ le sectionnement
  - ❑ la connexion des matériels d'utilisation électriques.
- ❖ L'appareillage électrique comporte **des interrupteurs, des socles de prise de courant, des douilles pour les lampes, des transformateurs de séparation, des boîtes de connexion et des composants des tableaux électriques.**
- ❖ Un choix adéquat d'appareillage électrique passe inévitablement par **une correcte compréhension du récepteur à alimenter de point de vue caractéristique et de son comportement dans différents régimes de fonctionnement.** En fait, il faut tenir compte des différents régimes de fonctionnement, y compris les risques de surcharge, la résistance aux courts-circuits et la résistance aux surtensions

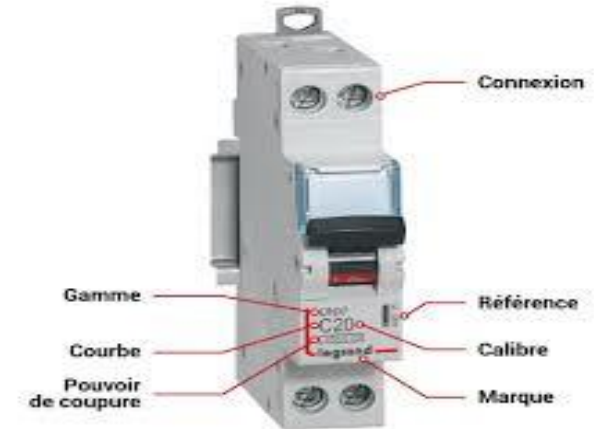
# Appareillage électrique: *Appareillage de commande et de protection*



## Le sectionneur (commande)

*Isole le circuit du moteur de celui de la source*

Il ne possède pas de **pouvoir de coupure**; ils doivent alors être capables de supporter le courant nominal ainsi que les courants de courts-circuits.



## Le disjoncteur (protection)

*Permet d'interrompre le courant en cas de surintensité.*

On peut réenclencher le disjoncteur après une ouverture anormale.

# Appareillage électrique: *Appareillage de commande et de protection*



## **Le Commutateur à cames (commande)** *Utilisés pour la commande manuelle des moteurs;*

Le commutateur à came comporte une série de contacts fixes et de contact mobiles actionnés par la rotation manuelle d'un arbre à cames.



## **Bouton-poussoir (commande)**

*Commutateurs actionnés par une pression du doigt et qui ouvrent ou ferment deux ou plusieurs contacts.*

Un ressort ramène le bouton-poussoir à sa position normale dès que la pression est enlevée.

# Appareillage électrique: *Appareillage de commande et de protection*



## *Relais de commande (commande)*

*Interrupteur électromagnétique qui ouvre ou ferme ses contacts lorsqu'on excite sa bobine de maintien.*

Très souvent, le relai comporte des contacts normalement ouverts et des contacts normalement fermés.



## *Relais thermique (protection)*

*Protège les installations contre les surcharges.*

Un relai s'ouvre lorsque la chaleur créée par le passage du courant dépasse une limite prédéfinie.

# Appareillage électrique: *Appareillage de commande et de protection*



## **Contacteur magnétique (commande)**

**Ce sont des gros relais destinés à ouvrir et à fermer un circuit de puissance.**

Le contacteur comporte une bobine qui permet d'ouvrir et de fermer ses contacts. Contrairement aux relais de commande, les contacteurs peuvent commander plusieurs centaines de kilowatts.



## **Lampes témoins (signalisation)**

**Servent à indiquer l'état d'un composant dans un système de commande.**



# Appareillage électrique: *Appareillage de commande et de protection*



## *Interrupteurs de fin de course*

*C'est un interrupteur spécial qui permet d'ouvrir ou de fermer un contact selon la position d'une pièce mécanique.*

*À venir*



## *Détecteur de proximité*

Ils sont caractérisés par l'absence de liaison entre mécanique entre le système de mesure et l'objet cible. L'interaction entre le capteur et l'objet cible est réalisé par l'intermédiaire d'un champ électrique.

**Rien dernier cours merci pour votre attention  
Pour les exercices réviser les deux exemples d'application ainsi que le  
devoir 10**