

Université Mohamed Boudiaf – M'sila

Faculté de Technologie

Licence professionnalisante

Energies renouvelables et environnement

Première Année, S1

ELECTRICITE

(1h30 cours, 1h30 TD, 1h30 TP)



H. Latelli, Faculté de Technologie,
Université Mohamed Boudiaf – M'sila

Chapitre I : Notions d'électrocinétique

1. Notions de base
2. Dipôles électriques
3. Chute de tension (loi d'Ohm)
4. Générateur de tension
5. Générateur de courant
6. Point de fonctionnement d'un dipôle
7. Association de dipôles
8. Méthodes d'analyse des réseaux électriques
9. Différence entre le courant tri. et le courant monophasé

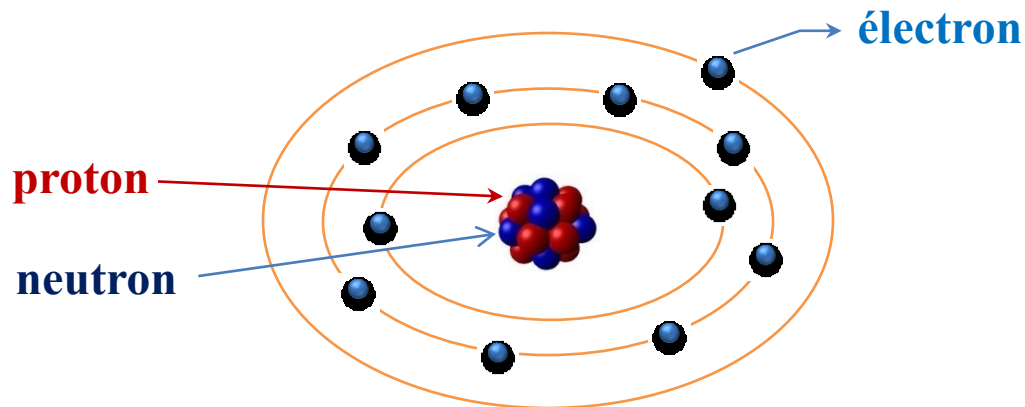
important

**<https://elearning.univ-msila.dz/moodle/>
<https://sites.google.com/site/latellih>**

1. Notions de base

a) Charge électrique (q ou Q)

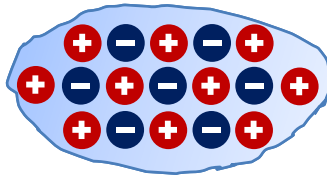
Un corps électrisé se caractérise d'un corps non électrisé par une propriété supplémentaire qui est l'électrisation.



Il existe deux sortes de charges électriques : les charges **positives** et les charges **négatives**.

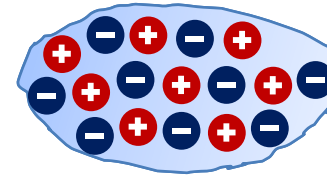
- Les charges négatives sont portées par des particules très petites appelées : **électrons**
- Les charges positives sont portées par des particules moins petites appelées : **protons**

Tout corps contient à la fois les **charges négatives** et les **charges positives** :



$$(+10) + (-7) = +3$$

Chargé positivement

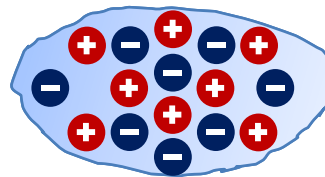


$$(+8) + (-9) = -1$$

Chargé négativement



Dans un corps **neutre** les charges négatives et les charges positives se compensent :
la charge totale est nulle :



$$(+8) + (-8) = 0$$

Neutre



L'unité de la charge électrique est : le coulomb (C) , ampère-heure (Ah) :

$$q_e = -1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$q_p = +1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_p = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg} = 1837 m_e$$

$$1 \text{ eV (électron-volt)} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ C}$$

$$1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$$

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$$

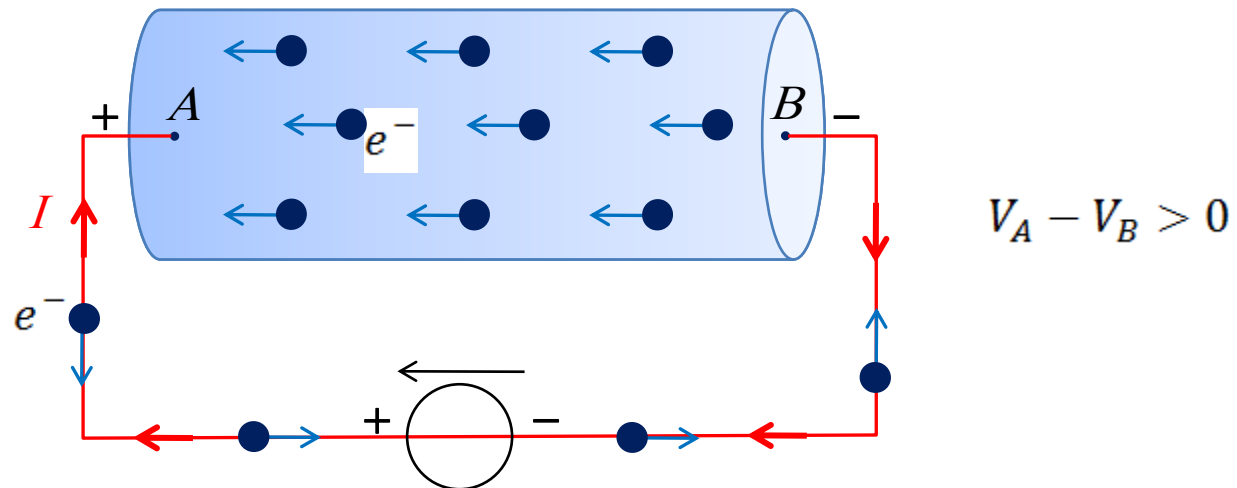
$$1 \text{ nC} = 10^{-9} \text{ C}$$

$$1 \text{ pC} = 10^{-12} \text{ C}$$

$$1 \text{ fC} = 10^{-15} \text{ C}$$

b) Courant électrique

Le déplacement de particules chargées négativement (électrons), dans un conducteur sous l'effet d'une DDP, produit un courant électrique.



c) Intensité du courant électrique (i, I)

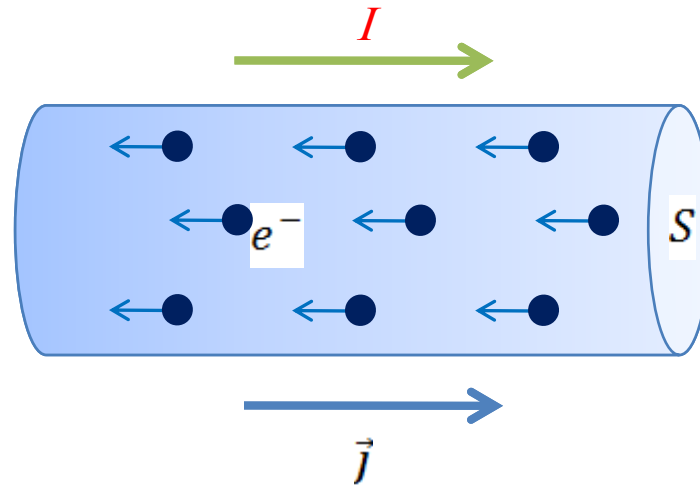
On appelle intensité I d'un courant électrique à l'instant t la "*vitesse d'écoulement*" des charges négatives :

$$i = \frac{dQ}{dt}$$

$$[Q] = C \text{ (Coulomb)} \quad [t] = s \text{ (seconde)} \quad [i] = A \text{ (Ampère)}$$

d) Densité de courant électrique

La densité de courant représente le nombre d'ampères passant par mètre carré de section du conducteur.



On appelle densité de courant le vecteur \vec{j} défini par sa norme :

$$\|\vec{j}\| = \frac{I}{S}$$

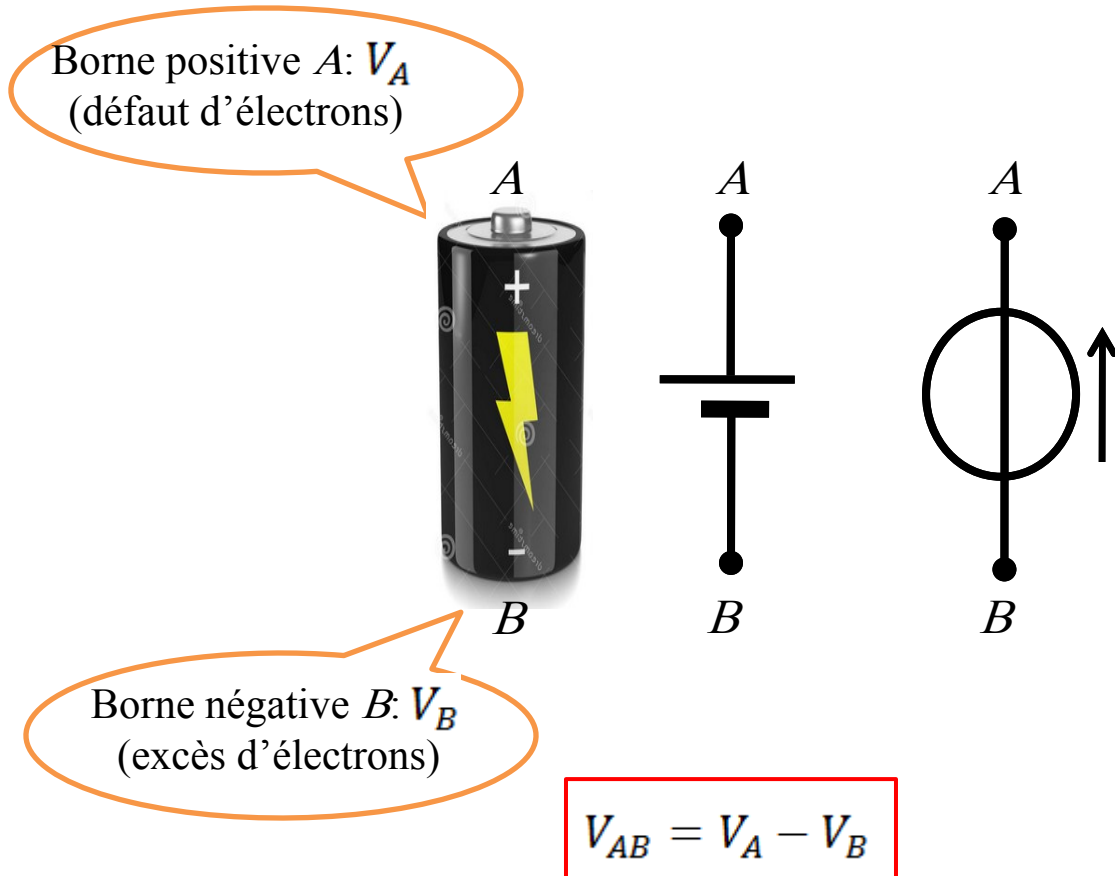
Unité : la densité de courant s'exprime en A/m^2

En réalité est un vecteur lié à la vitesse des charges en question :

$$\vec{j} = nq\vec{v}$$

e) Différence de potentiel électrique (DDP)

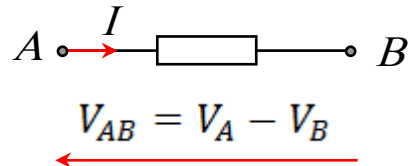
La **différence de potentiel** électrique est le travail effectué par unité de charge quand un objet chargé se déplace entre deux points.



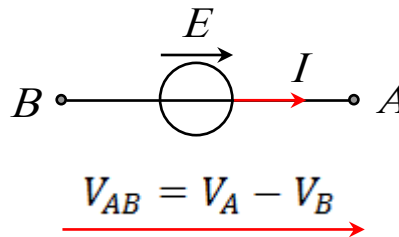
Unité : la DDP s'exprime en Volt (V).

f) Sens conventionnel du courant électrique

a) Récepteur (résistance, bobine, condensateur)



b) Générateur



g) Résistivité du milieu

La **résistivité** (ρ) d'un milieu représente sa capacité à s'opposer à la circulation du courant électrique. Elle est définie par :

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad , \quad [\rho] = \Omega \cdot m$$

Où σ est la conductivité du milieu exprimée en : $\Omega^{-1}m^{-1}$ ou Siemens/m.

Ordre de grandeur est : 10^{-8} pour les conducteurs et 10^{-12} pour les semiconducteurs.

h) Résistance électrique

La résistance électrique R d'un conducteur homogène de longueur L et de section S est donnée par l'expression suivante :

$$R = \frac{\rho L}{S} , \quad [R] = \Omega$$

$$\rho(\text{Cu}) = 1.7 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$$

$$\rho(\text{Al}) = 2.9 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$$

i) Conductance ohmique

Grandeur caractérisant la facilité de déplacement des charges dans un matériau conducteur. La conductance G est l'inverse de la résistance R .

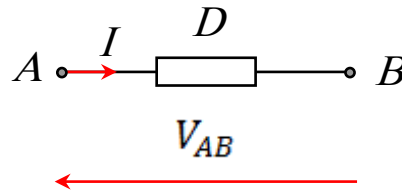
$$G = \frac{1}{R}$$

Unité : la conductance s'exprime en $1/\Omega$ ou en Siemens.

2. Dipôles électriques

a) Définition

Un dipôle est un système à deux pôles.



Courant et tension sont liés par des relations réciproques :

$$V = f(I) , I = g(V)$$

Les graphes correspondants sont les caractéristiques du dipôle.

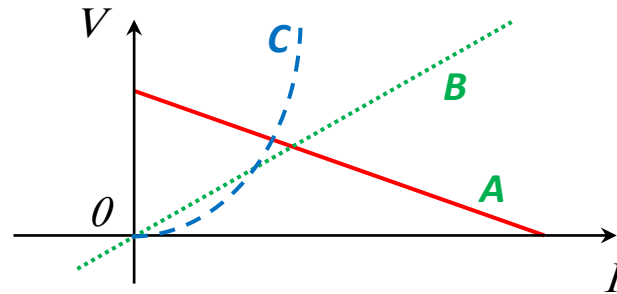
b) Dipôles actifs

Un dipôle actif fournit de l'énergie au circuit dans lequel il est connecté. Il est dit **linéaire**, si sa caractéristique est une droite d'équation :

$$V = aI + b , I = pV + q$$

c) Dipôles passifs

Un dipôle passif consomme de l'énergie et sa caractéristique passe par l'origine :



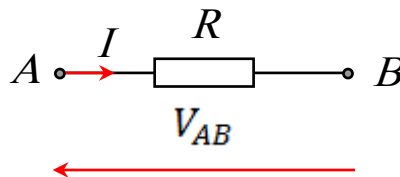
A : actif et linéaire.

B : passif, linéaire et symétrique.

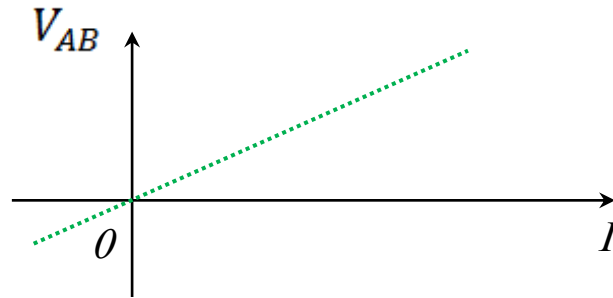
C : passif.

3. Chute de tension (loi d'Ohm)

Une chute de tension est la tension qui se retrouve aux bornes d'un dipôle



$$V_{AB} = V_A - V_B = R I$$

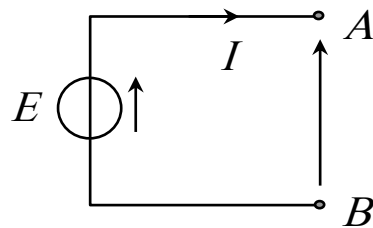


Le dipôle dans ce cas est passif, linéaire et symétrique.

4. Générateur de tension

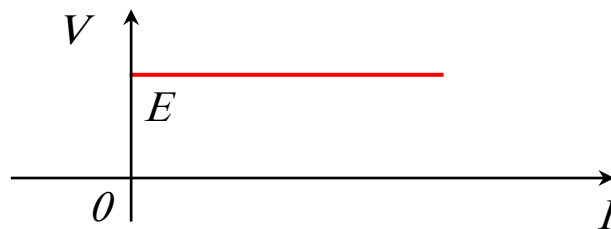
a) Générateur de tension parfait (idéal)

Un générateur de tension idéal est un générateur qui ne possède pas de résistance interne.



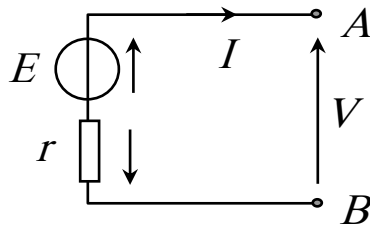
$$V = V_A - V_B = E = \text{Cste} \quad \forall I$$

L'allure de la caractéristique courant-tension d'un générateur de tension parfait est :

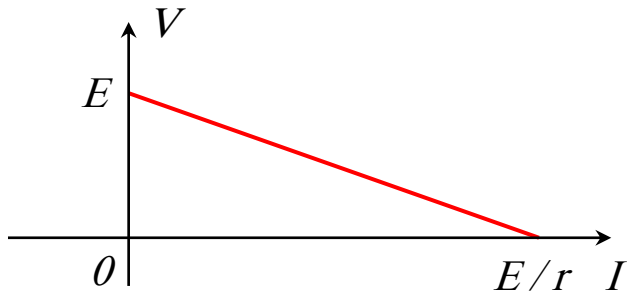


b) Générateur de tension réel

En associant en série un générateur idéal avec une résistance interne (r), on obtient :



$$V = V_A - V_B = E - r \cdot I$$



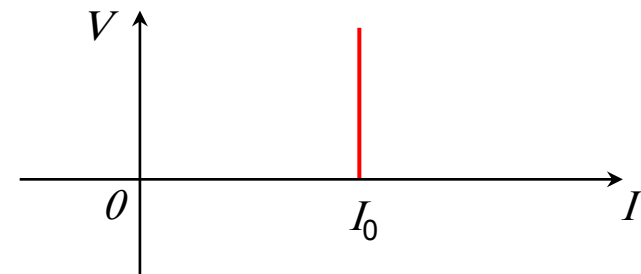
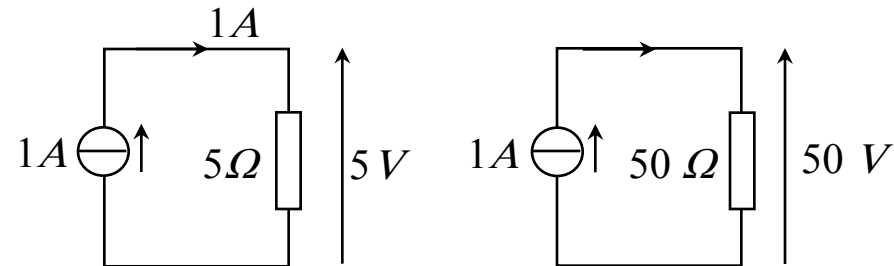
Dipôle actif linéaire.

5. Générateur de courant

a) Générateur de courant idéal

Un générateur de courant parfait est un générateur qui délivre toujours un courant de même intensité quelque soit la valeur de la tension qu'il fournit à sa charge.

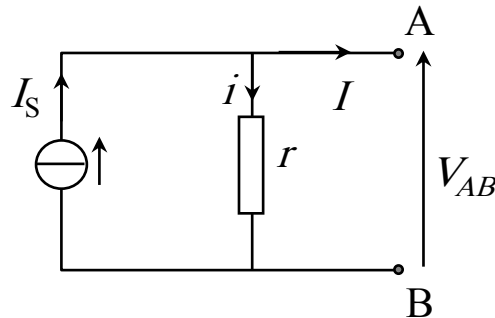
Exemple : Le générateur impose 1A quelque soit la résistance.



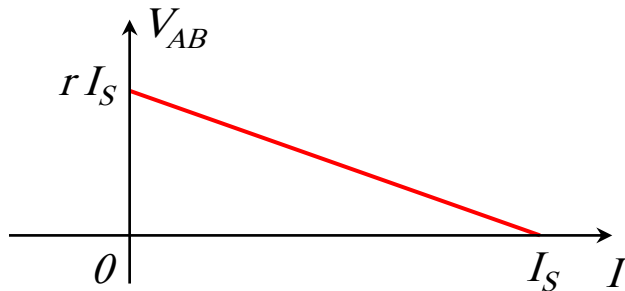
Le courant débité par le générateur noté I_0 est appelé "courant de court-circuit" du générateur.

b) Générateur de courant réel

En associant en parallèle un générateur de courant idéal avec une résistance interne (r), on obtient :



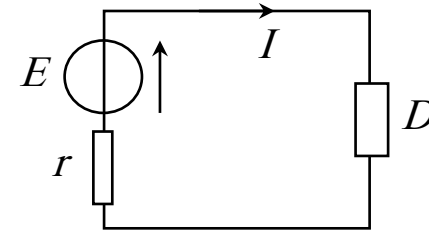
$$V_{AB} = r \cdot i = r(I_S - I) = -rI + rI_S$$



Dipôle actif linéaire.

6. Point de fonctionnement d'un dipôle

On associe un dipôle récepteur D à un générateur et on veut déterminer quel est le courant qui circule dans ce dipôle.



La caractéristique du générateur :

$$V = V_A - V_B = E - r \cdot I$$

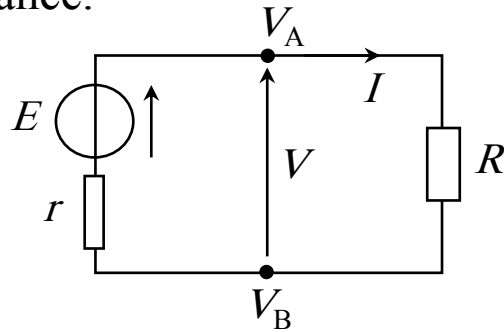
est une droite que l'on nomme **droite de charge**.

$$V \cap D = P(I_0, V_0)$$

Point de
fonctionnement

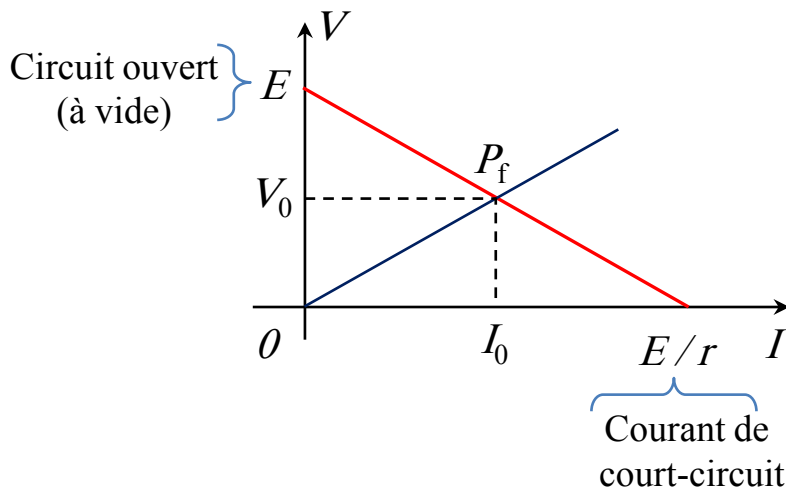
V_0 et I_0 sont respectivement la tension aux bornes de D et le courant qui le traverse.

Car particulier : le dipôle D est une résistance.



$$V = V_A - V_B = E - r.I$$

$$= R.I$$

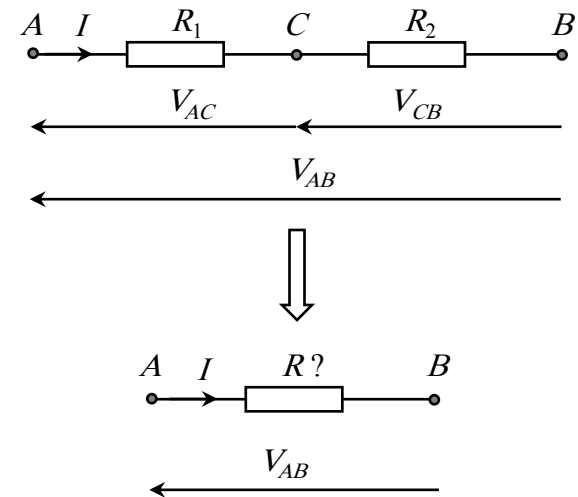


$$I_0 = \frac{E}{r + R}, \quad V_0 = \frac{R.E}{r + R}$$

7. Association de dipôles

On se propose de déterminer le dipôle équivalent résultant de l'association de plusieurs dipôles élémentaires.

a) Association en série



$$V_{AB} = V_{AC} + V_{CB} = (V_A - V_C) + (V_C - V_B)$$

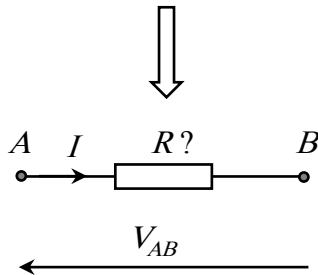
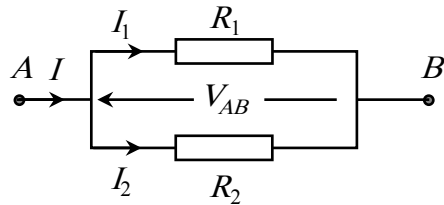
$$= R_1 I + R_2 I = (R_1 + R_2) I$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = R.I$$

$$R = R_1 + R_2$$

$$R = \sum_i^n R_i$$

b) Association en parallèle



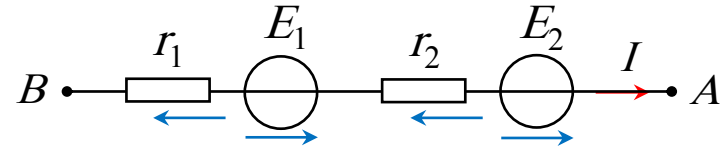
$$I = I_1 + I_2$$

$$I_1 = \frac{V_A - V_B}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V_A - V_B}{R_2}, \quad I = \frac{V_A - V_B}{R}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \sum_i^n \frac{1}{R_i}$$

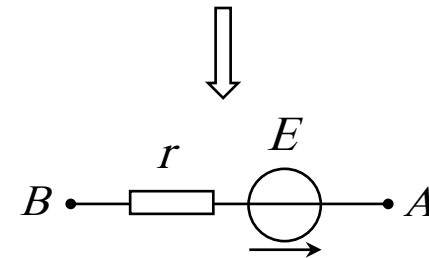
c) Association en série de générateurs de tension



$$V_{AB} = V_A - V_B$$

$$V_{AB} = E_1 + E_2 - r_1 I - r_2 I$$

$$V_{AB} = (E_1 + E_2) - (r_1 + r_2) I$$



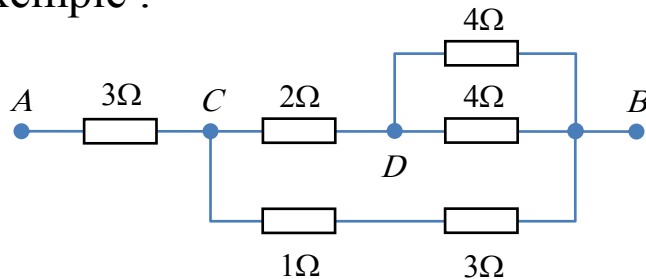
$$V_{AB} = V_A - V_B$$

$$V_{AB} = E - r I$$

$$E = E_1 + E_2, \quad r = r_1 + r_2$$

d) Association mixte

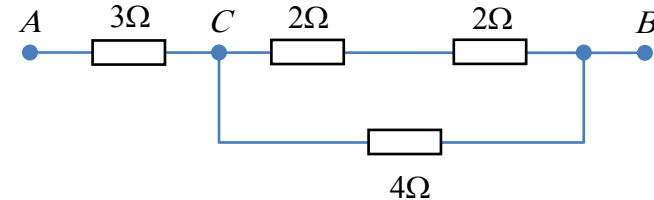
Dans une association de dipôles, tous les éléments ne sont pas obligatoirement tous en parallèle ou tous en série, exemple :



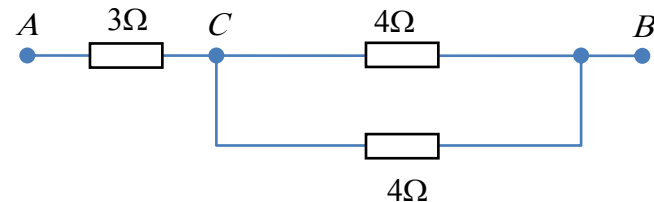
Pour calculer la résistance équivalente, il faut procéder comme suit :

- si une branche du réseau comporte plusieurs éléments en série, les remplacer par le dipôle équivalent,
- chercher ensuite les éléments en parallèle, et les remplacer par le dipôle équivalent.
- recommencer les étapes **a** puis **b** jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un seul dipôle.

$$R_1 = 1 + 3 = 4\Omega, \quad R_2 = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2\Omega$$



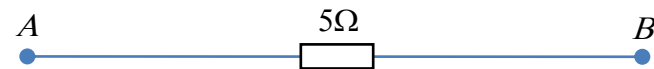
$$R_3 = 2 + 2 = 4\Omega$$



$$R_4 = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2\Omega$$



$$R_{AB} = 3 + 2 = 5\Omega$$

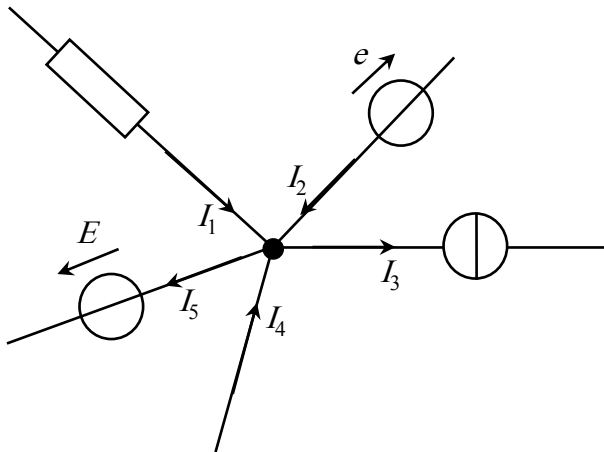


8. Méthodes d'analyse des réseaux électriques

a) Lois de Kirchhoff (1824 - 1887)

Gustave Kirchhoff a établi deux lois fondamentales de l'électrocinétique :

Loi des nœuds :

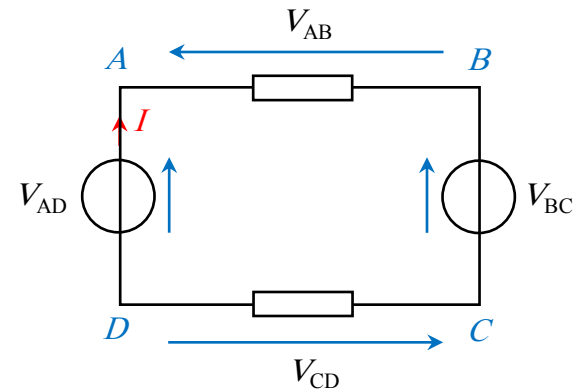


$$\sum i_{entrant} = \sum i_{sortant}$$

$$I_1 + I_2 + I_4 = I_3 + I_5$$

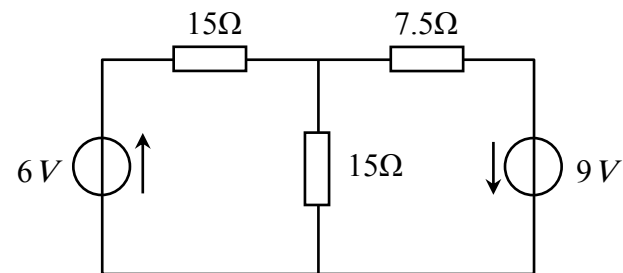
Loi des mailles :

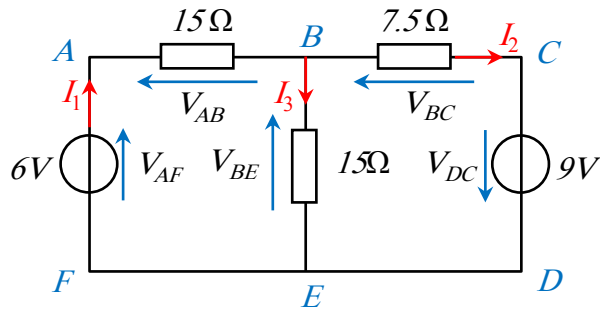
la somme algébrique des tensions le long de la maille est constamment nulle.



$$V_{AD} - V_{AB} - V_{BC} - V_{CD} = 0$$

Exemple : Calcul de l'intensité du courant dans les différentes branches du réseau suivant :





Nœud B ou E :

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Maille ABEFA :

$$V_{AF} - V_{AB} - V_{BE} = 0$$

Maille BCDEB :

$$-V_{BC} + V_{DC} + V_{BE} = 0$$

$$V_{AF} = 6, V_{DC} = 9$$

$$V_{AB} = 15I_1, V_{BE} = 15I_3, V_{BC} = 7.5I_2$$

Soit trois équations à trois intensités inconnues :

$$\begin{cases} I_1 = I_2 + I_3 \\ 6 - 15I_1 - 15I_3 = 0 \\ -7.5I_2 + 9 + 15I_3 = 0 \end{cases}$$

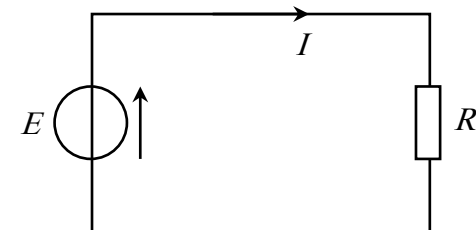
On obtient :

$$I_1 = 0.6A, I_2 = 0.8A, I_3 = -0.2$$

Le courant réel d'intensité $I_3 = 0.2A$ circule dans le sens contraire de la flèche.

b) Loi de Pouillet (1790 – 1868)

Cas où le réseau ne comportant qu'une seule maille :



Un seul générateur et une seule résistance :

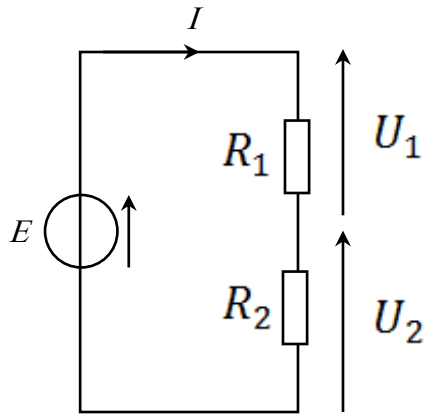
$$E = \sum E_i, R = \sum R_j$$

L'intensité dans le circuit est donc :

$$I = \frac{E}{R} = \frac{\sum E_i}{\sum R_j}$$

c) Diviseur de tension

Un pont **diviseur de tension** est constitué de deux résistances en série. La tension d'alimentation est appliquée à l'ensemble des résistances tandis que la tension de sortie est prise aux bornes d'une d'entre elles.

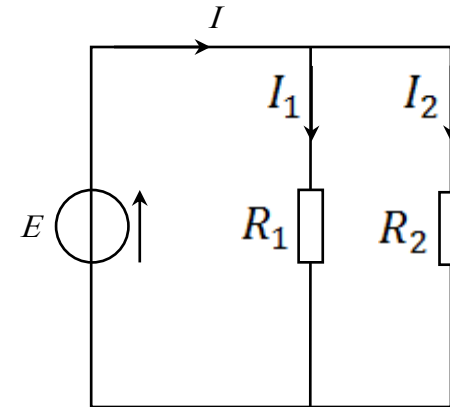


$$E = U_1 + U_2 = R_1 I + R_2 I \rightarrow I = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$U_1 = \frac{E}{R_1 + R_2} R_1 \quad U_2 = \frac{E}{R_1 + R_2} R_2$$

d) Diviseur de courant

La formule du **diviseur de courant** permet de calculer l'intensité du courant dans une résistance lorsque celle-ci fait partie d'un ensemble de résistances en parallèles et lorsque l'on connaît le courant total qui alimente cet ensemble.



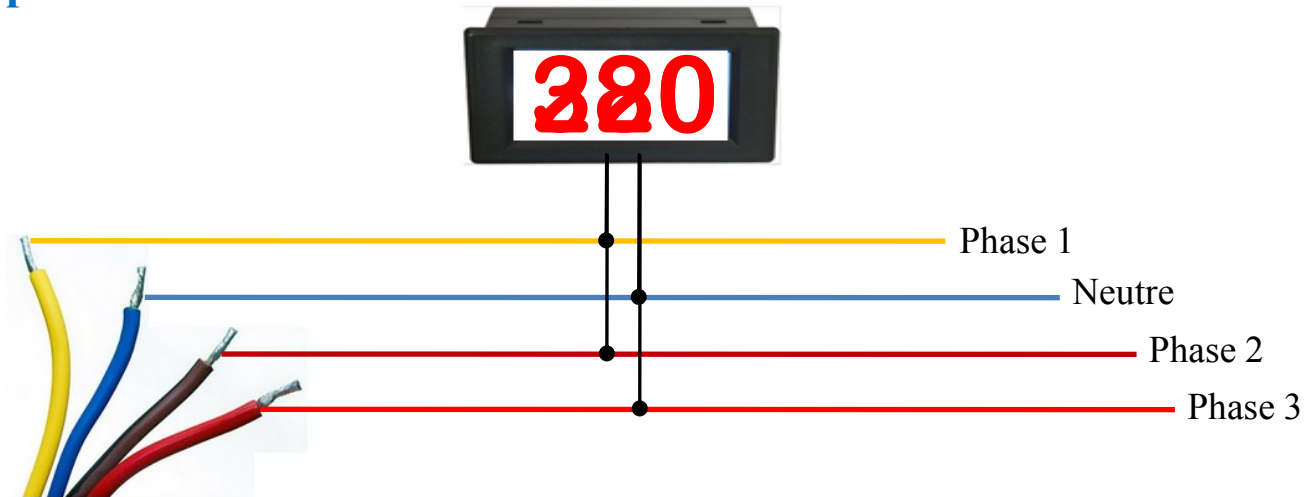
$$I = I_1 + I_2 = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} = E(G_1 + G_2)$$

$$I_1 = G_1 E \quad , \quad I_2 = G_2 E$$

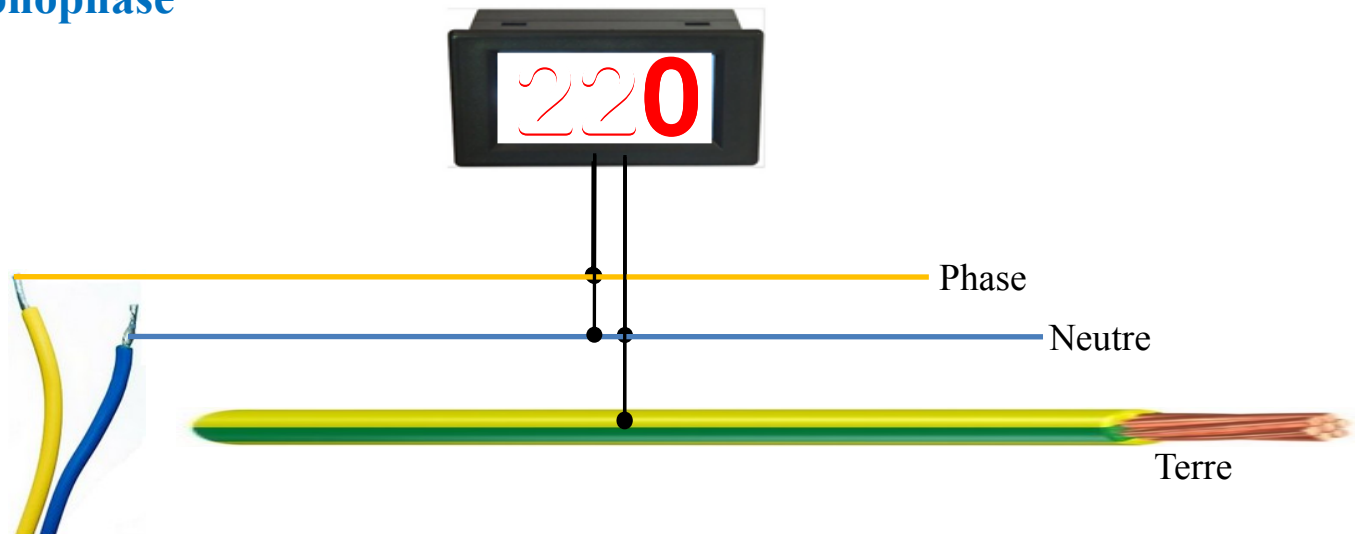
$$I_1 = \frac{I}{G_1 + G_2} G_1 \quad , \quad I_2 = \frac{I}{G_1 + G_2} G_2$$

9. Différence entre le courant triphasé et le courant monophasé

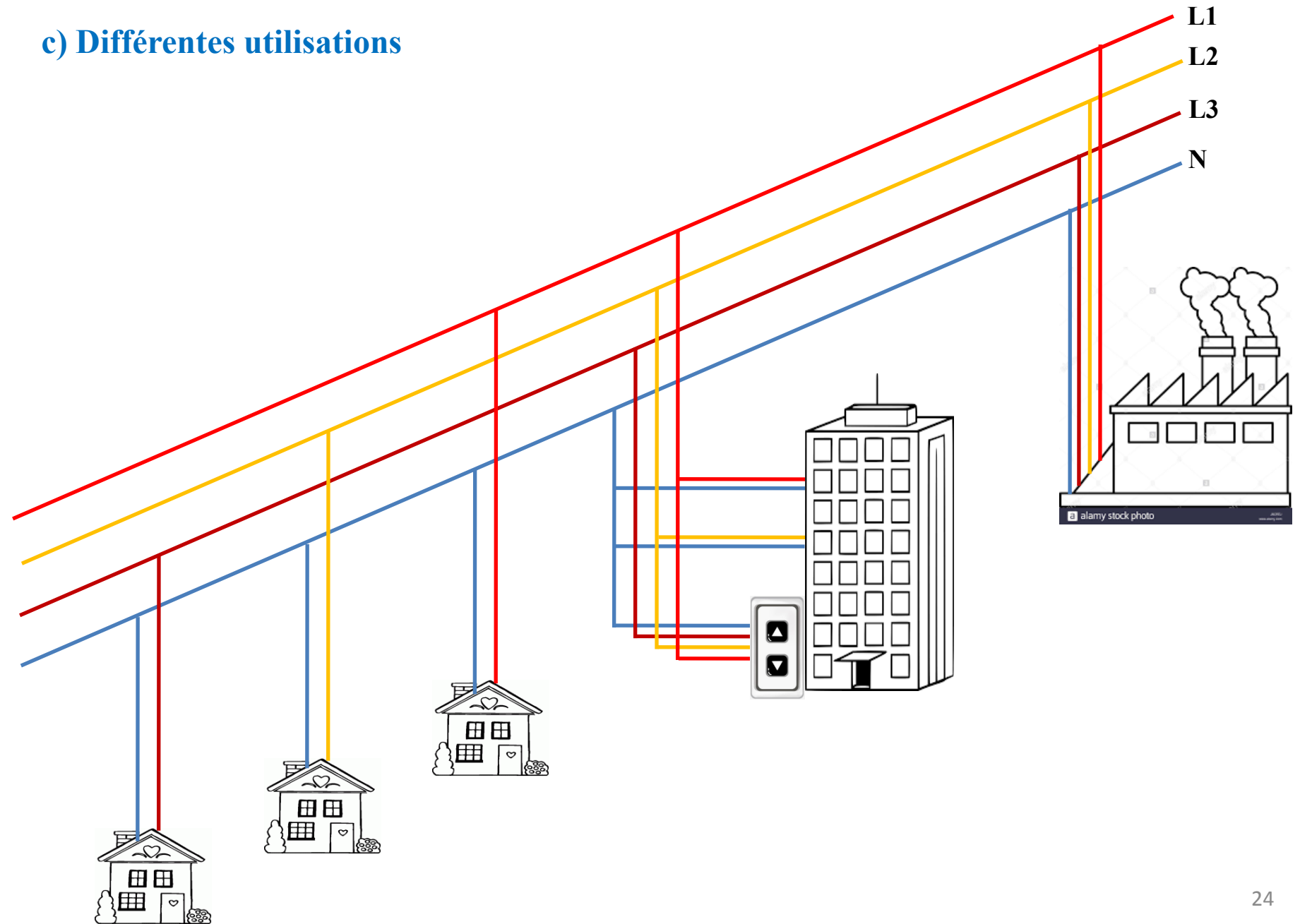
a) Système triphasé



b) Système monophasé



c) Différentes utilisations



Merci de votre attention...

important

<https://elearning.univ-msila.dz/moodle/>
<https://sites.google.com/site/latellih>