

Les notions fondamentales

Déroulé de la formation

- 1) Charges et courants électriques
- 2) Tension ou différence de potentiel (ddp)
- 3) Résistances
- 4) Loi d'Ohm
- 5) Puissance électrique

1) Charges

et

courants électriques

Petit rappel de physique

- La charge électrique (Coulomb, C)
= grandeur physique analogie masse (kg)
- Charge positive + (proton, $q_p = 1,6 \times 10^{-19}$ C)
- Charge négative – (électron $q_e = -q_p$)
- Notre monde neutre autant de + que de -
- Force électrique :
 - opposés s'attirent (+ et -)
 - identiques se repoussent (+ + ou - -)

But électricité / électronique

- Grâce à la physique
=> maîtrise du comportement de l'électron
- L'électricité ou l'électronique
= science de l'ingénieur
- Utilise cette physique pour accomplir des tâches pour l'être humain :
 - chauffage
 - éclairage
 - radio
 - ordinateur
 - etc

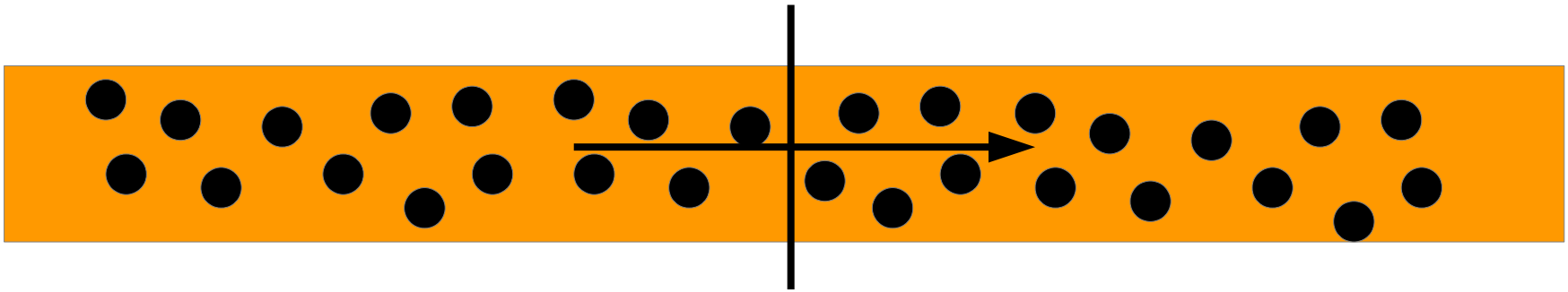
Fils électriques

- Propriétés : longueurs, diamètres, métal
- Protection pour isoler et pour regrouper (ex : phase, neutre, terre)
- Peut être sous forme de piste métallique dans les circuits intégrés
- Utilisation : Faire circuler les porteurs de charges, les électrons.
- Analogie : tuyau pour faire circuler l'eau

Courant de charges

- Dans un fil conducteur (cuivre, fer, ...), des porteurs de charges négatives libres (les électrons) peuvent se déplacer :
 - => débit, courant électrique (C/s) (Physique)
 - => Intensité (Ampère, A) (Historique)
- Analogie : débit d'eau (kg/s ou L/s)
- Dans un isolant (bois, plastique, céramique, ...) pas d'électron libre, pas de courant

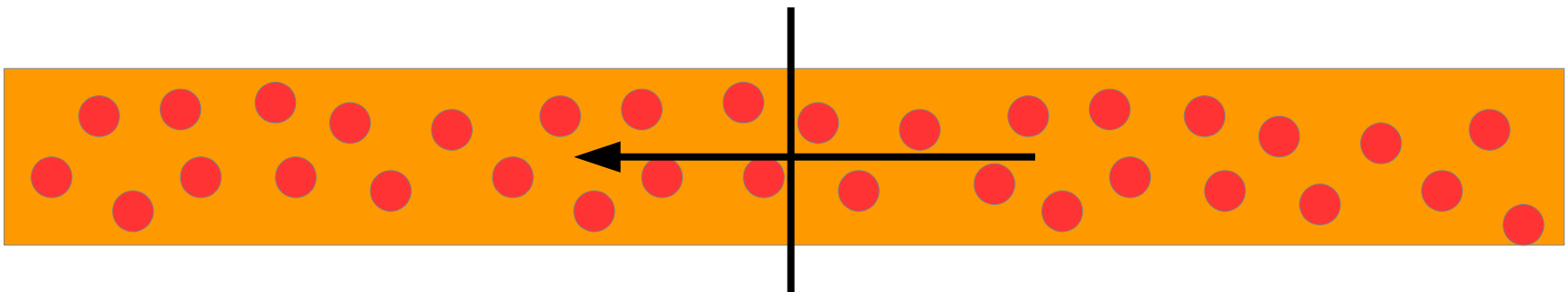
Courant électrique \neq courant des électrons



En physique : courant des électrons \Rightarrow déplacement des électrons

En électricité : courant électrique \Rightarrow déplacement de charges positives dans le sens opposé à celui des électrons

Equivalent mathématiquement



Ampèremètre

- Instrument pour mesurer le courant électrique
=> Ampèremètre
- Si $I >$ positif :
 - courant électrique rouge → noire
 - électrons noire → rouge
- Si $I <$ négatif, inverse
- Peu utilisé, dangereux pour le multimètre si I est trop grand

2) Tension

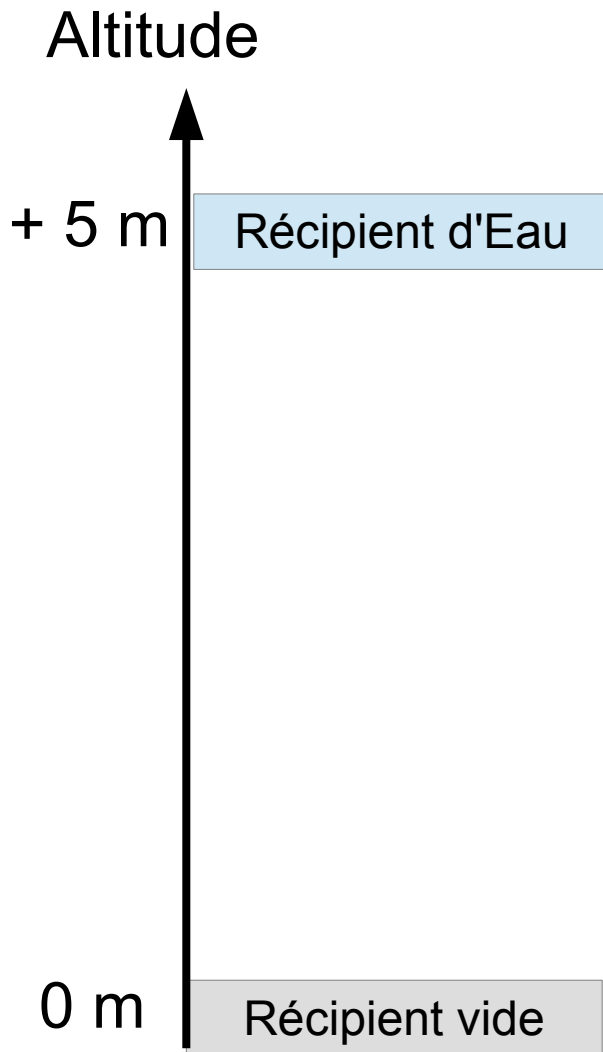
ou

différence de potentiel (ddp)

Les piles

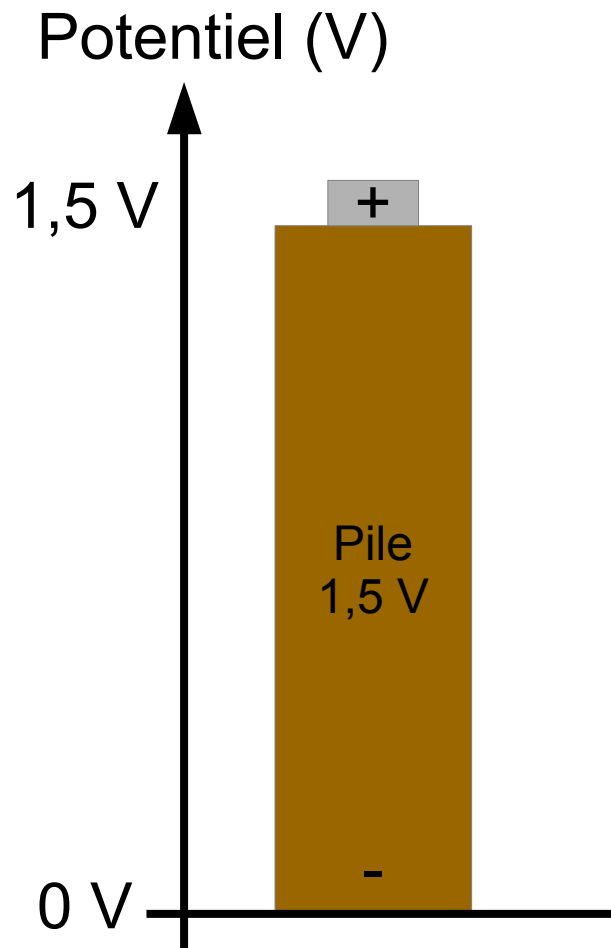
- Différents type de pile : boutons, cylindriques, plates, etc
- Utilisation => fournir une tension continue notée sur la pile
- Pile usagée :
 - Sa tension a chuté (à mesurer)
 - La pile fuit (visible)
- Remède : changer la pile et/ou nettoyer la connexion

Analogie avec l'eau - Tension




- Deux récipients à des altitudes différentes
- Différence d'altitude = $dda = 5m$
- Rien ne bouge, récipient non connectés
- Gravité = moteur déplacement eau
- Seule la différence d'altitude compte pas la valeur absolue

Tension d'une pile



- Deux pôles, + et -, sont à des potentiels différents
- Il existe une différence de potentiel = ddp = tension
- 1,5 V (unité Volt)
- Rien ne bouge, polarités non connectées, isolées
- Tension = moteur du déplacement des charges

TP – Mesurer tension au Voltmètre

- Mesure de ddp entre les deux sondes :
« Com » et « V »
- Par défaut « Com » est au potentiel 0 V
- Sélectionner Tension continue avec 
- Choisir la bonne plage de tensions
- Mesurer la tension
- Si on change le sens des sondes ?
- Si la plage n'est pas optimal ?

Pile en série

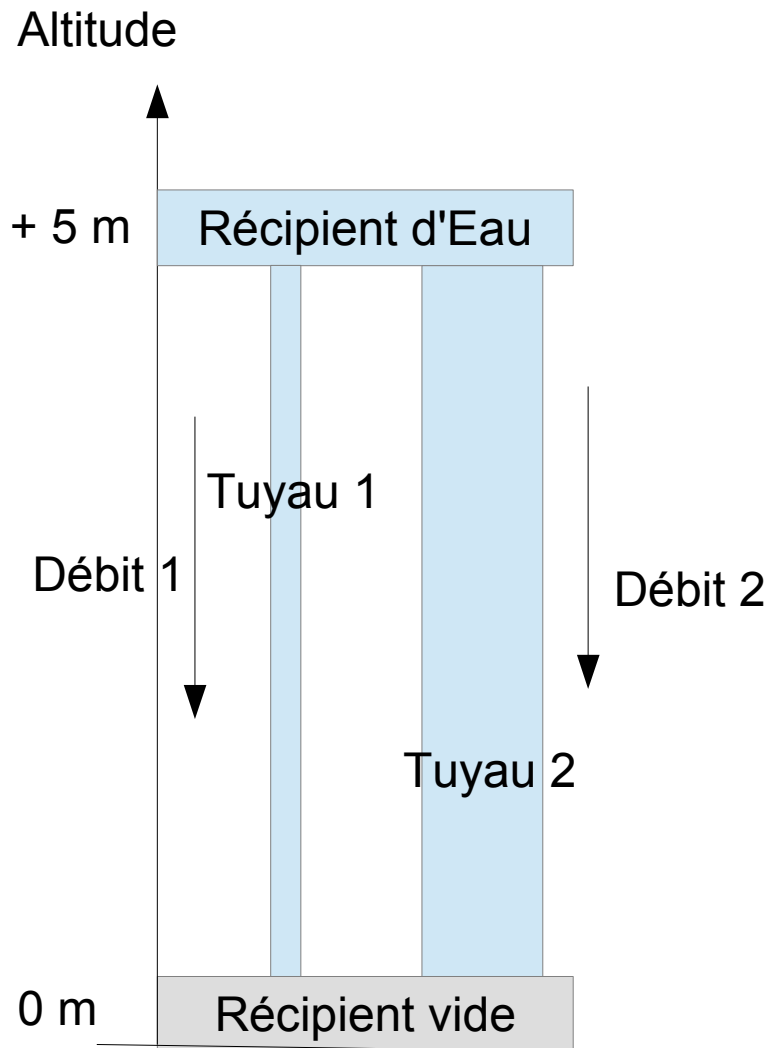
- Pour augmenter la tension
=> mettre les piles en série
=> Relier une borne + avec une borne -
- Ex : avec 4 piles 1,5 V => on obtient 6 V
- Attention à la polarité, toujours différentes

3) Résistances

Les résistances

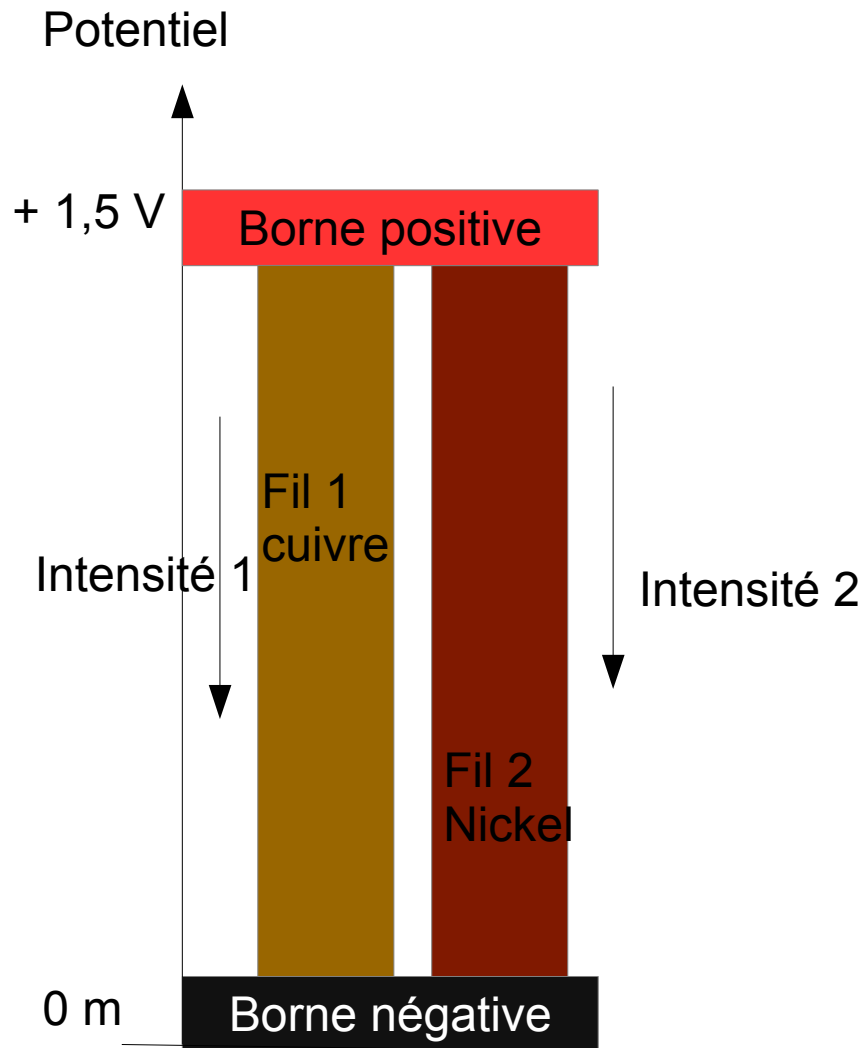
- Dans les appareils chauffants : grille-pain, gaufrier, chauffe-eau, machine à café, etc
- Dans les circuit-intégrés
- Applications :
 - chauffer en convertissant puissance électrique en puissance thermique
 - réduire le courant électrique pour protéger des composants électroniques
 - ...

Analogie avec l'eau - Résistance



- L'eau chute avec la gravité
- Dans les deux tuyaux l'eau circule
- Mais Débit 1 < Débit 2 car son diamètre est plus petit
- On peut dire qu'il résiste plus

Résistance d'un fil



- Dans les deux fils le courant électrique circule du + vers le -
- Mais $\text{Intensité}_1 > \text{Intensité}_2$ car le cuivre est moins résistant
- Unité de la résistance en Ohm notée Ω

Multitude de résistances

- Fils métalliques =>
très faibles résistances $< 1 \Omega$
- Résistances dans grille-pains, sèche-cheveux,
appareils de chauffage en tout genre
=> Faibles résistances $< 100 \Omega$
- Résistances dans les circuits électroniques
=> $100 \Omega - 100 \text{ k}\Omega = 100\,000 \Omega$
- Matériaux peu/pas conducteurs
=> $1 \text{ M}\Omega = 1\,000\,000$ ou résistances infinies

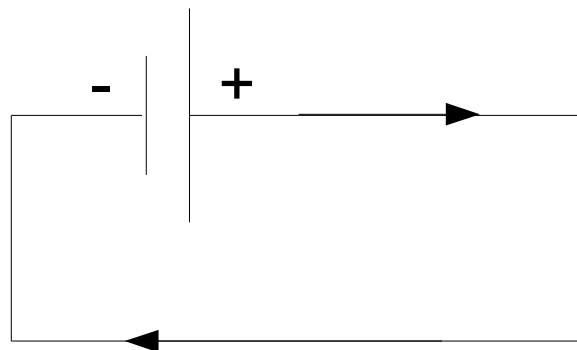
TP – Mesurer des résistances avec l'Ohmmètre

- Prendre un multimètre en mode Ohmmètre, brancher les sondes sur « COM » et « Ω »
- Sélectionnez la bonne plage de résistances
- Placer les sondes aux bornes des résistances
- Mesurer leur résistance
- Que se passe-t-il si on change le sens des sondes ?
- Que se passe-t'il si la plage n'est pas bonne ?

4) La loi d'Ohm

ATTENTION au court-circuit

- Court-circuit = relier deux bornes à des tensions différentes sans résistance
=> Intensité TROP grande => Chauffe
=> DANGER
- Remède = Utiliser une résistance dans un circuit



Courant trop grand
dans un fil peu résistant

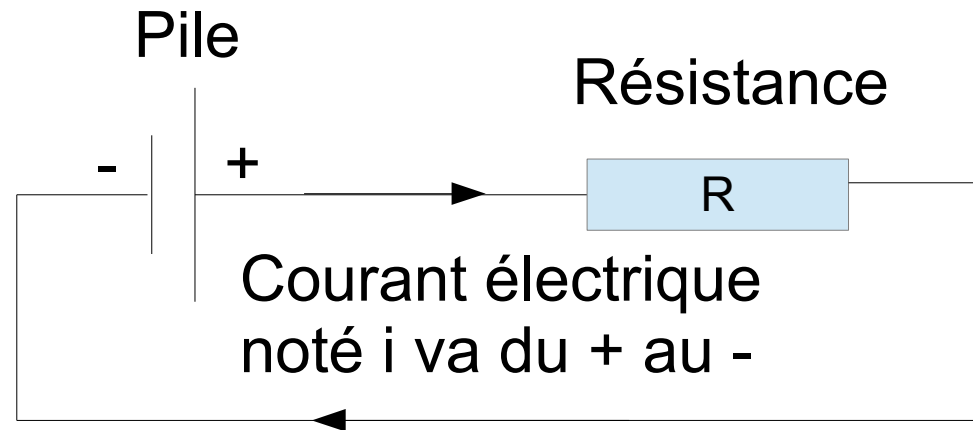
Disjoncteur de courant

- S'il y a un court-circuit chez vous
=> l'intensité rentrant chez vous va brusquement augmenter
=> DANGER - SURCHAUFFE - FEU
- A l'arrivé de votre domicile, il y a des disjoncteur de courant qui vérifie le courant entrant
- Si trop grand (6 A, 15 A, etc), le disjoncteur saute et coupe le circuit
=> SÉCURITE

Multiprise

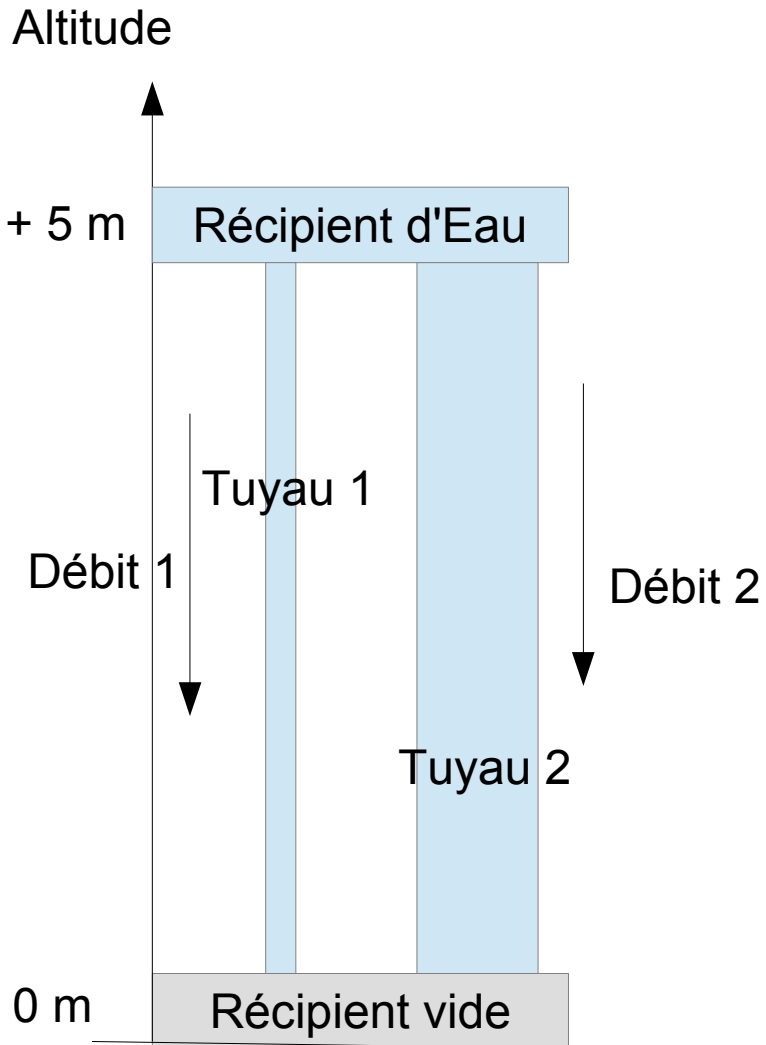
- ATTENTION : multiprise limitée en intensité (souvent 16 A sur le secteur)
- Une multiprise 16 A sur un disjoncteur 20 A peut brûler
- Brancher sur une multiprise
 - => objets à basse consommation, chargeur, télé, box internet, radio-réveil
 - => PAS de four, chauffe-eau, plaque électrique, etc

TP - Premier circuit



- Quel lien entre la tension de la pile et celle de la résistance ?
- Quel est la tension aux bornes des fils ?
- Il manque la mesure de l'intensité

Analogie avec l'eau

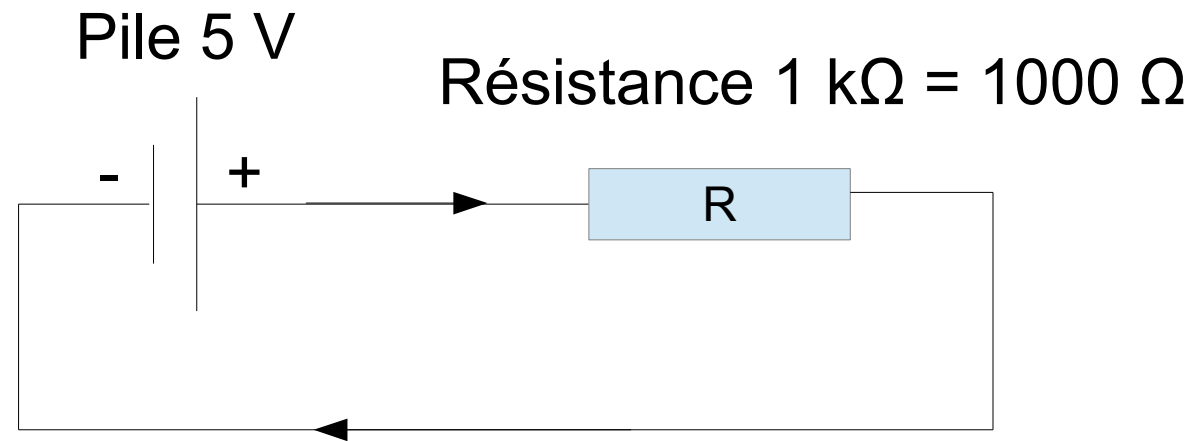


- U ou $ddp \iff$ différence d'altitude ou dda
- Résistance = R
 $\iff R = 1/\text{Diamètre}$
- $I \iff$ Débit d'eau
- Débit = $dda * \text{Diamètre}$
- Débit = $dda / \text{Résistance}$
- $I (A) = U (V) / R(\Omega)$

Loi d'Ohm

- Pour une résistance, il existe un lien entre la **tension** à ses bornes, **l'intensité** qui la traverse et sa **résistance = la loi d'Ohm**
- Intensité = Tension / Résistance
 $I = U / R$
- Tension = Résistance x intensité
 $U = R \times I$
- Résistance = Tension / Intensité
 $R = U / I$

Exemple de calcul de l'intensité

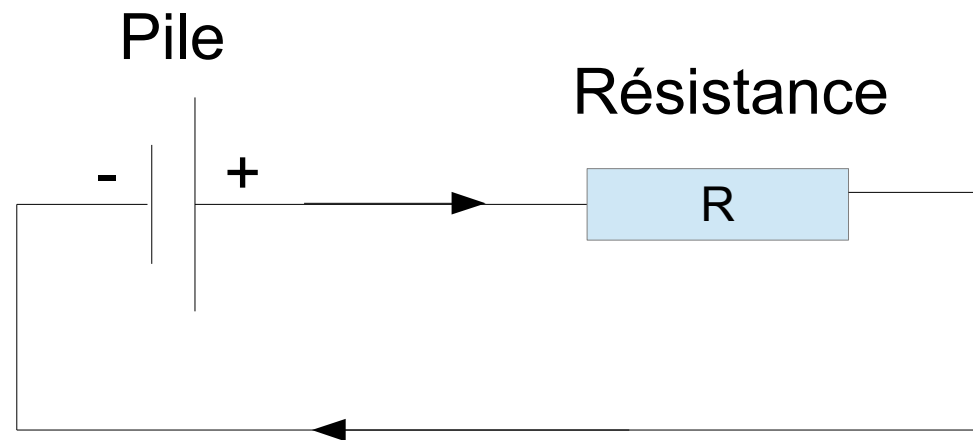


D'après la loi d'Ohm, l'intensité vaut :

$$I = U / R = 5 / 1000 = 0,005 \text{ A} = 5 \text{ mA.}$$

Pas besoin d'utiliser l'ampèremètre.

TP – Calcul de l'intensité



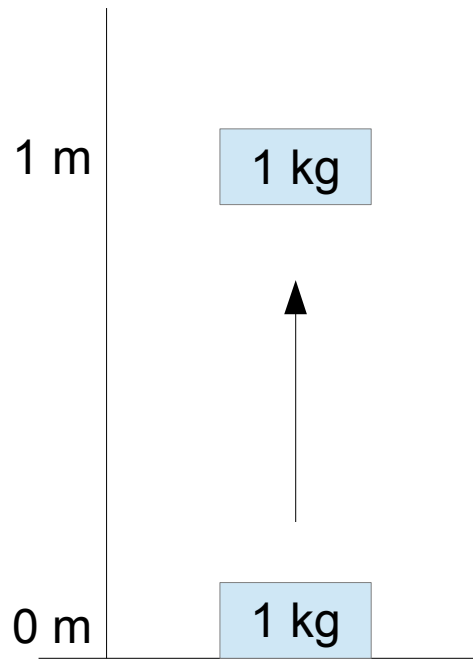
- Reprendre les circuits résistifs précédents, en mesurant tension et résistance aux bornes de la résistance, déduire l'intensité :

$$I = U / R$$

- Vérifier que vous avez bon avec l'aide d'un formateur qui a un ampèremètre

5) Puissance électrique

Rappels de physique



- Soulever une masse de 1 kg de 1m
- En 1 seconde, pour Alice
En 10 seconde, pour Bob
- Quelles phrases sont vraies ?
 - 1) Alice est plus puissante que Bob
 - 2) Alice a fourni plus d'énergie que Bob
 - 3) Alice est aussi puissant que Bob
 - 4) Alice a fourni autant d'énergie que Bob

Lien énergie - puissance

Analogie avec la distance et la vitesse

- Distance = vitesse x temps
- Energie = puissance x temps
- E (kWh ou Wh) = P (kW ou W) x temps (h)
- Si puissance constante :

Energie = Puissance * Temps

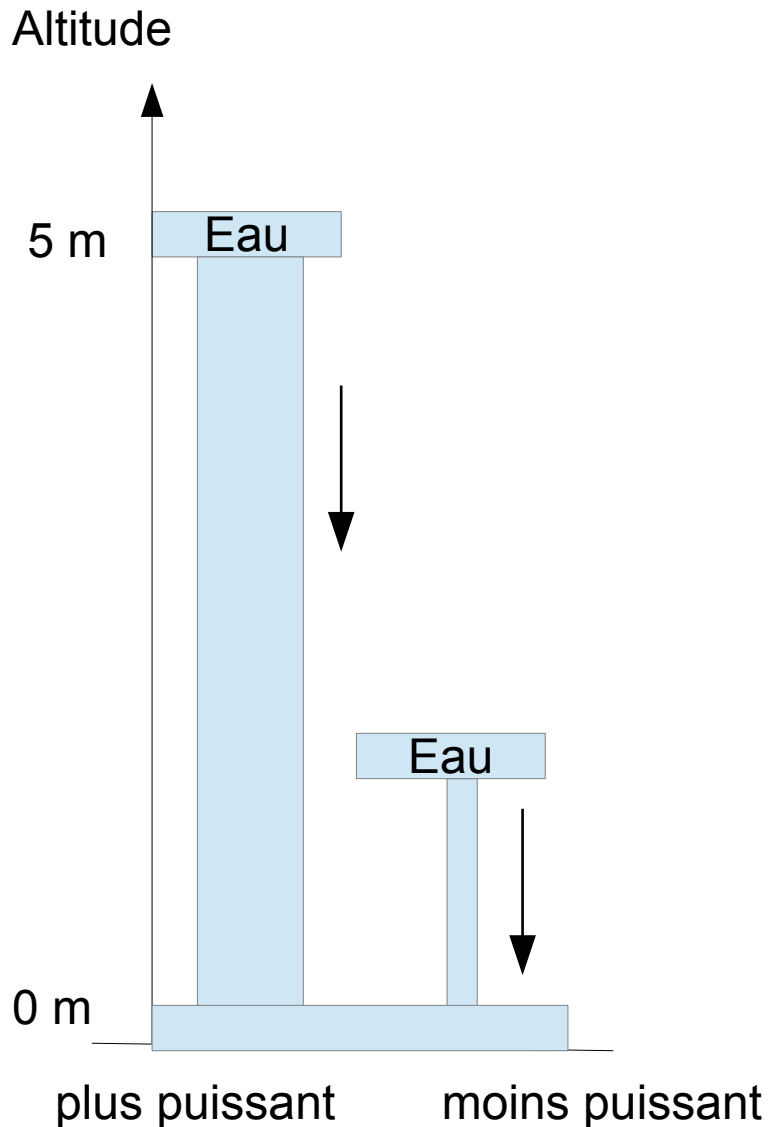
Puissance = Energie / Temps

Temps = Energie / Puissance

TP - Energie annuelle

- Wattmètre = mesure la puissance
- Estimer votre consommation d'énergie sur un an pour un/des appareils électriques en kWh
- Energie (kWh) = Puissance(kW) * Heures(h)
- Exemple : appareil à raclette de puissance 2000 W = 2 kW, utilisé 10 h par an
=> $2(\text{kW}) * 10(\text{h}) = 20 \text{ kWh}$
- Quel appareil consomme le plus sur l'année ?

Analogie avec l'eau - Puissance



Eau qui tombe peut faire tourner une roue

=> puissance en Watt (W)

Dépend de la dda (ddp U) et du débit (intensité I).

Plus la dda et le débit sont grands plus la puissance l'est :

$P = \text{altitude} \times \text{débit}$

$P = \text{Tension} \times \text{Intensité}$

$$P \text{ (W)} = U \text{ (V)} \times I \text{ (A)}$$

Ordre de grandeur

- Petites tensions + courants faibles 10-100 mA
=> puissances de l'ordre du mW, W (radio, lecteur DVD, lecteur mp3, etc)
- Grandes tensions + courant d'ordre 1 A
=> puissance de l'ordre du W, kW (bouilloire, radiateur, sèche-cheveux, etc)
- Un fil même traversé par une grande intensité ne chauffe pas si sa tension est quasi nulle dans un circuit car $P = U \times I = 0 \times I = 0$
- SAUF en COURT-CIRCUIT car U est non nulle

Où va l'énergie consommée ?

- Chauffer de l'air, de l'eau avec résistance
=> Effet Joule, énergie thermique
(radiateur, bouilloire, machine à café, pertes, etc)
- Faire briller une lampe, énergie lumineuse
(lampe à incandescence, LED, affichage heure, témoin lumineux, écran d'ordinateur de téléphone, micro-onde, etc)
- Faire tourner des moteurs, énergie mécanique
(tourne-disque, voiture électrique, ascenseur, lecteur cassette, ventilateurs, etc)

Exemple : puissances des lampes

- Lampes à incandescence :
 - Résistance chauffante (facile à tester)
 - Puissance entre 20-150 W
 - 20% lumière, 80% chauffage
- Lampes à basse consommation :
 - LED
 - Puissance entre 5-20 W
 - 90% lumière (donc aussi lumineuse)
- Utilisation du lumens pour bien comparer

Puissance pour une résistance

- En combinant la loi de puissance ($P = U \times I$) et la loi d'Ohm ($U = R \times I$), on obtient deux nouvelles relations :
- $P = R \times I^2$ qui ne dépend que de R et de I
- $P = U^2 / R$ qui ne dépend que de R et de U
- Une résistance dissipe son énergie uniquement par effet Joule = chaleur

TP - Sentir la chaleur d'une résistance

- Choisir les bonnes résistances et piles pour produire un peu plus de $250 \text{ mW} = \frac{1}{4} \text{ W}$ sur une petite résistance limitée à cette puissance
- ATTENTION :
 - Augmentez la tension pour augmentez la chaleur dissipée
 - sentez la dissipation de chaleur de la résistance
 - coupez vite le circuit sinon risque de brûlure