

# Objets particuliers pour la séance

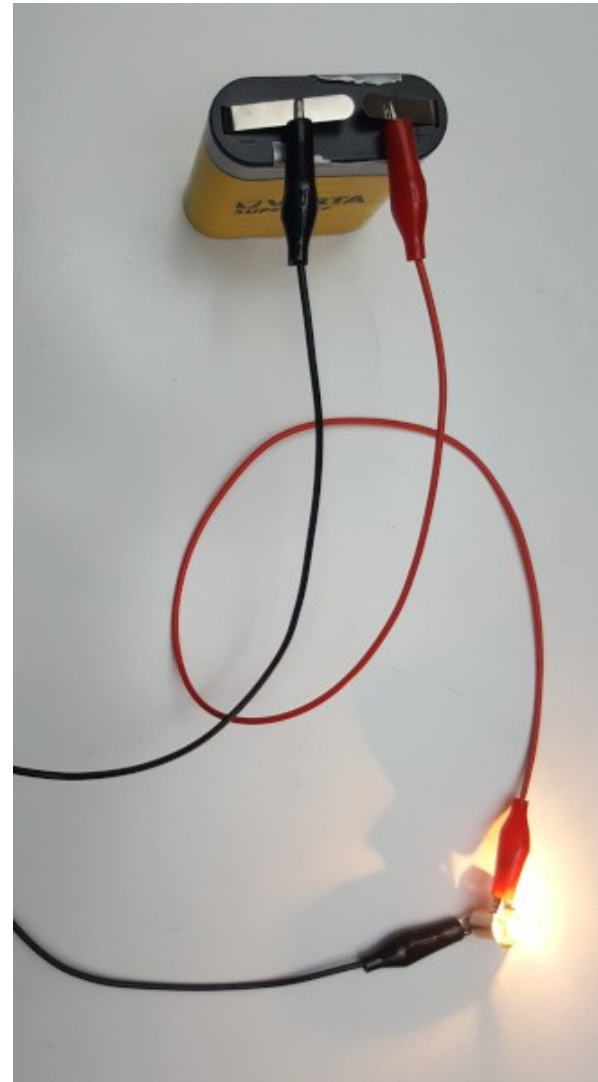
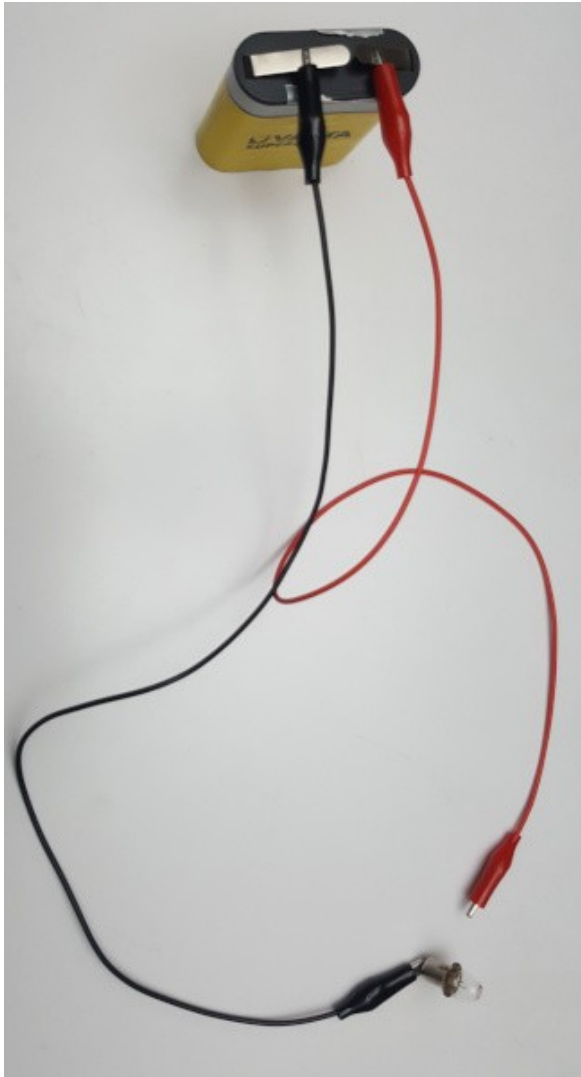
- Lampe
- Résistance
- Fils électrique
- Pile de 1,5 à 4,5 Volt
- LEDs

# Repair café

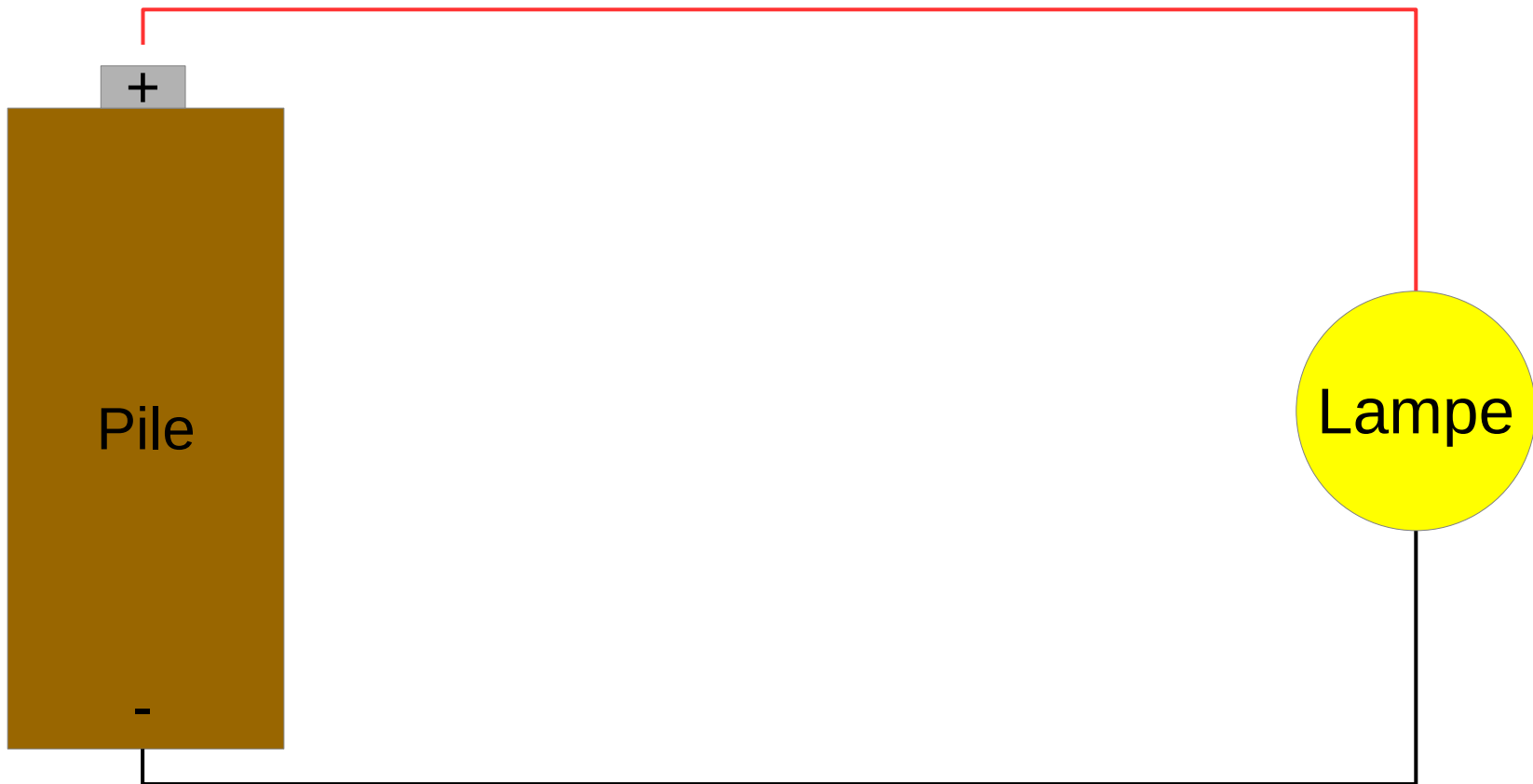
- Activité gratuite appareils électriques ou électroniques transportables
  - Formation mutuelle des bénévoles
  - Un peu partout : [rc-idf.ouvaton.org](http://rc-idf.ouvaton.org)
  - Buts :
    - Réparer et réemployer plutôt que jeter ou recycler
    - Partager des connaissances, lien social
  - Différents sites web
  - Chercher :
    - « repair café »
    - « repair café paris »
- Pour les formations : [rcp5.ouvaton.org/formation](http://rcp5.ouvaton.org/formation)

# **Les notions fondamentales**

# Quelques expériences

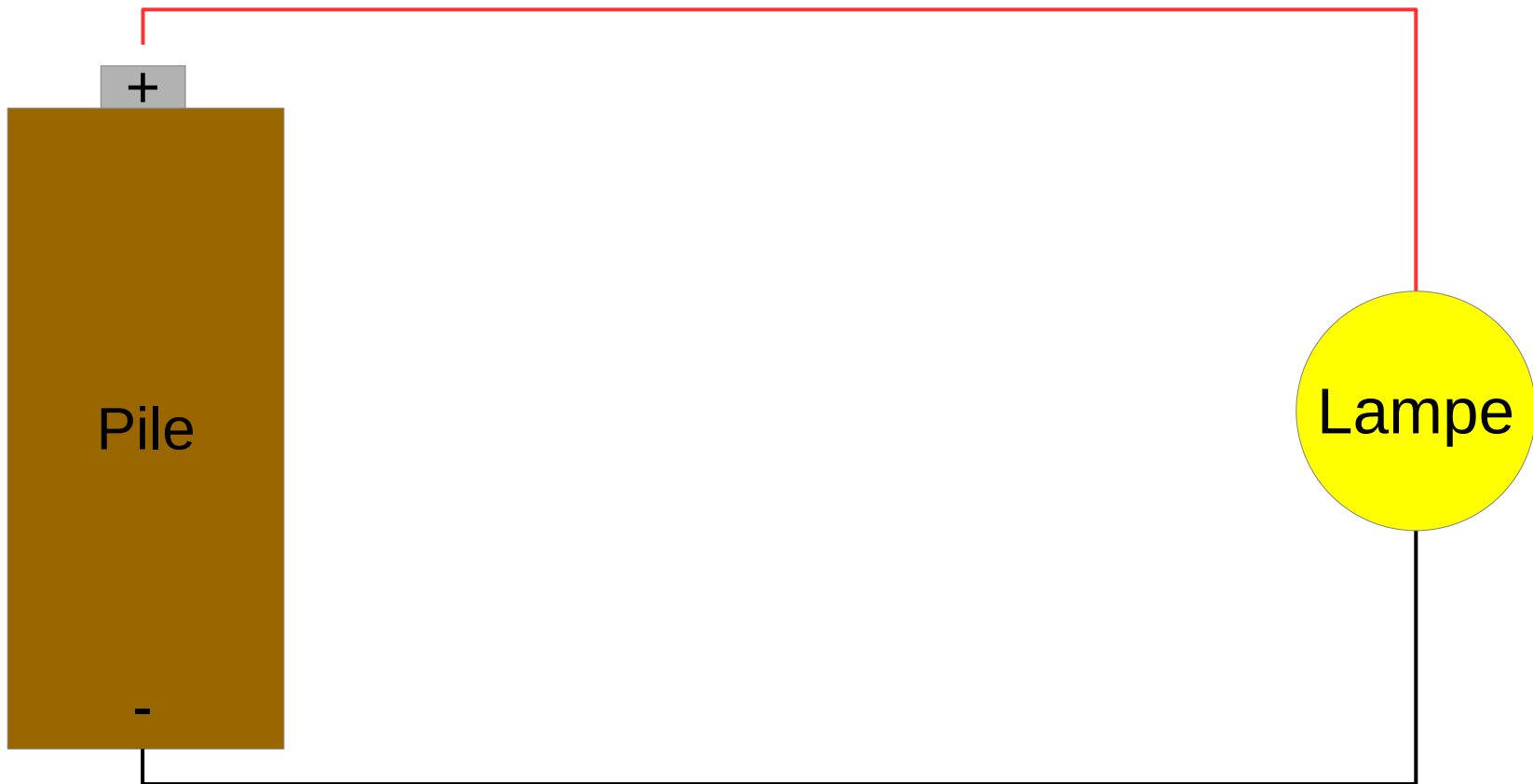


# Quelques expériences



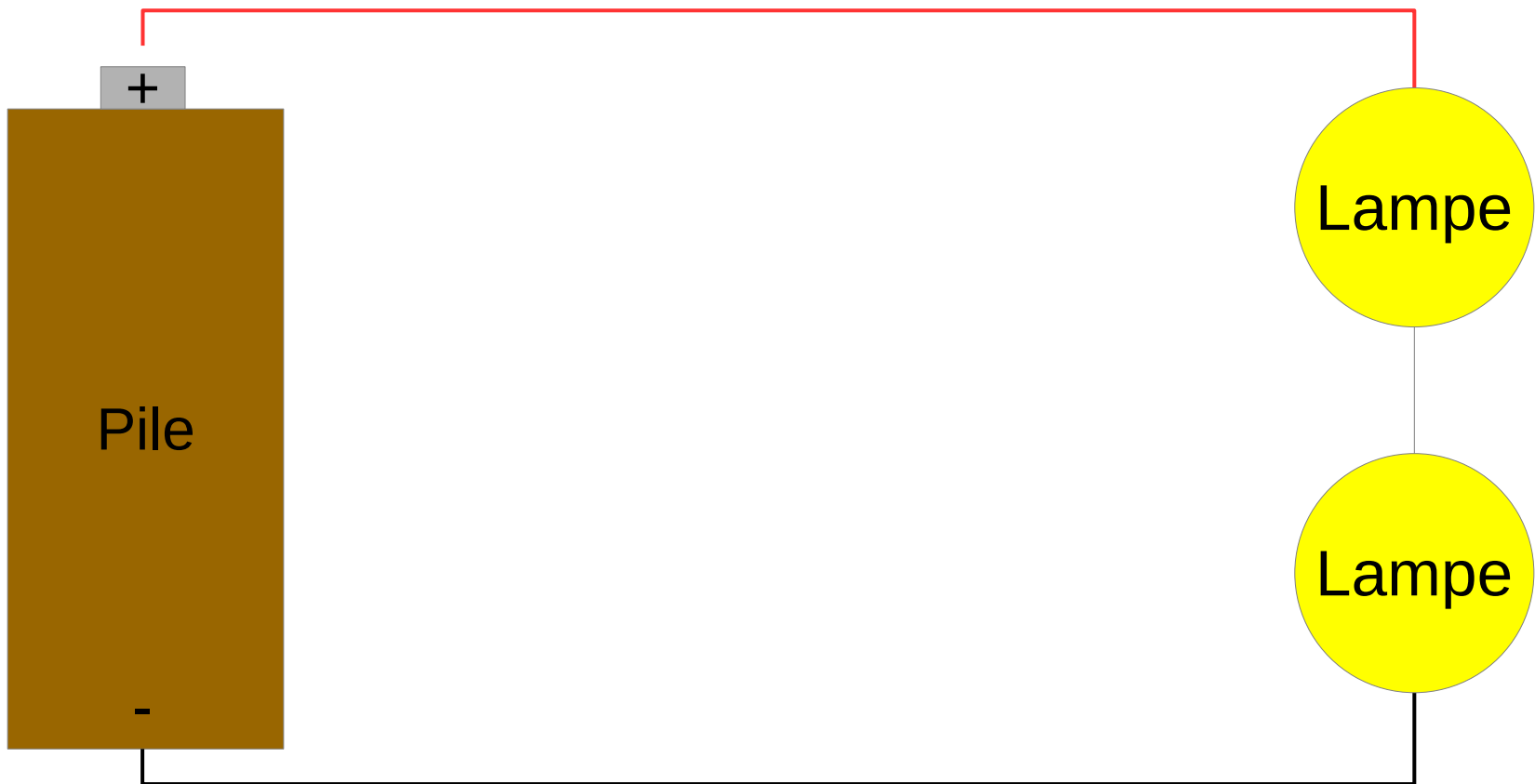
Ouvrez et fermez le circuit pour éteindre ou allumer la lampe  
Mettez une pile 4,5 V ou moins pour voir une différence

# Quelques expériences



Changez le fil par d'autre matériau, bois, plastique, etc  
Que se passe-t-il ?

# Quelques expériences



Branchez deux lampes à la suite. Que se passe-t-il ?

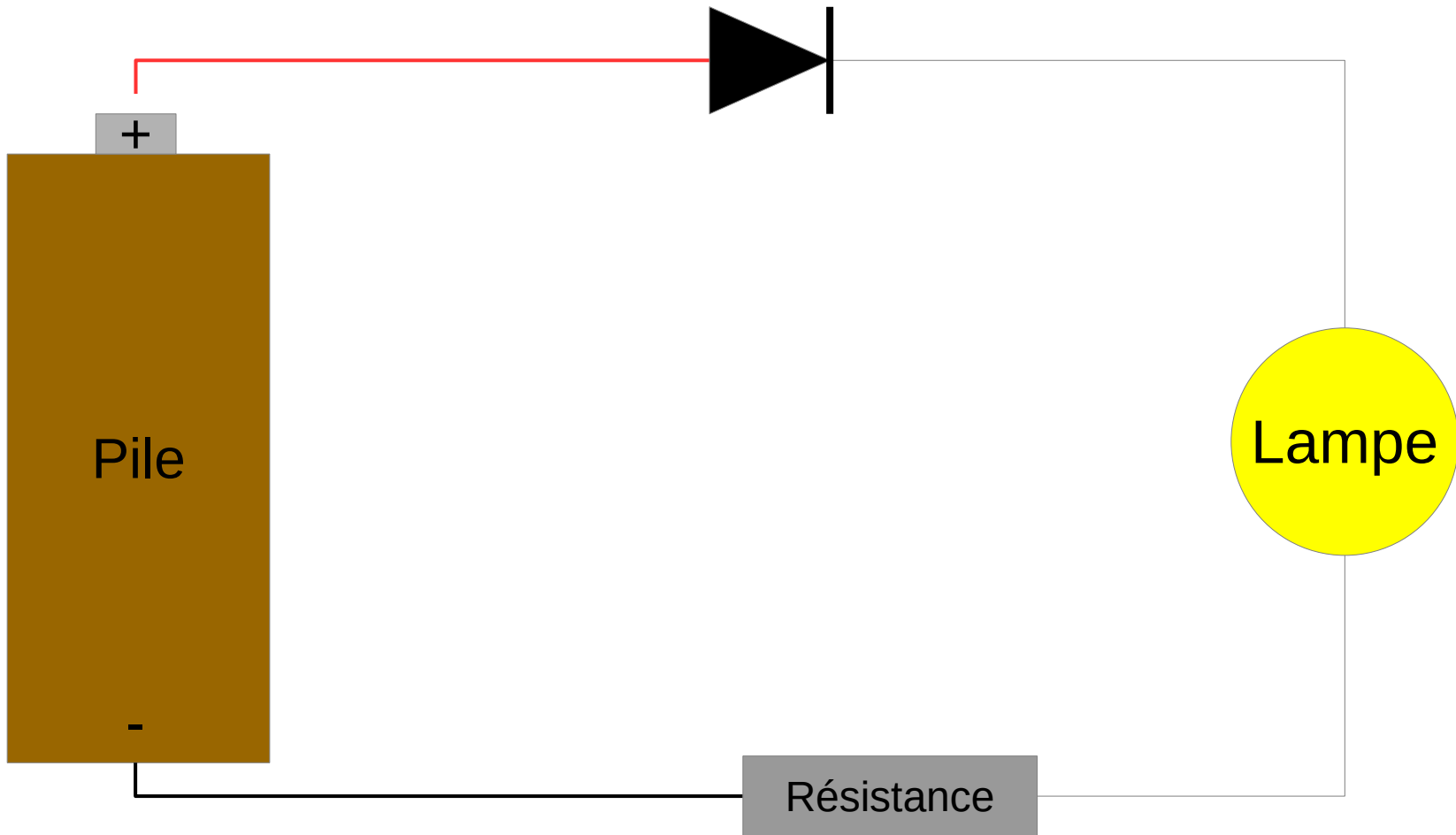
# Quelques expériences



Mettez une résistance en plus dans le circuit.  
Que se passe-t-il ?



# Quelques expériences



Mettez une diode en plus dans les deux sens.  
Que se passe-t-il ?

# 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 - -)

# 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 imprimés
- Utilisation : Faire circuler les porteurs de charges, les électrons.
- Analogie : tuyau pour faire circuler l'eau

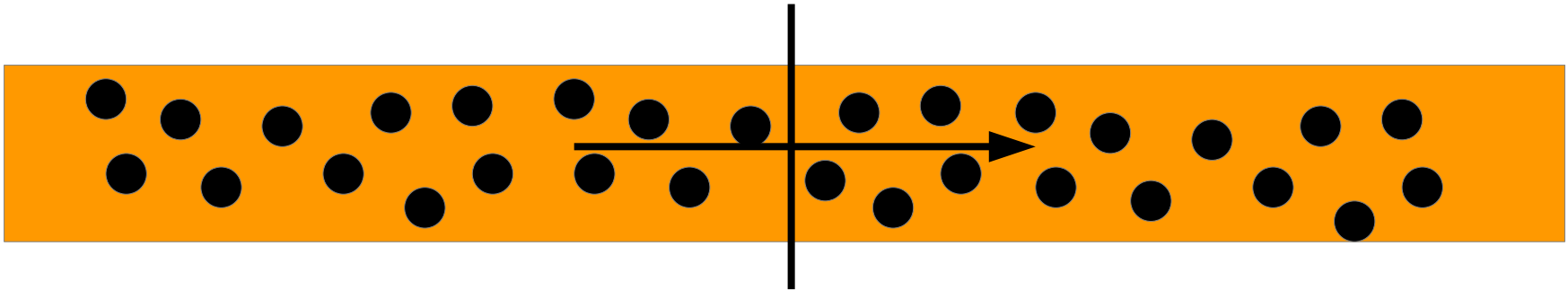
# Connecteur de fil

- Connecteur défectueux ex ordinateur = le remplacer
- Connecteur défectueux à nettoyer = WD40 ou autre pour retrouver la continuité électrique

# 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

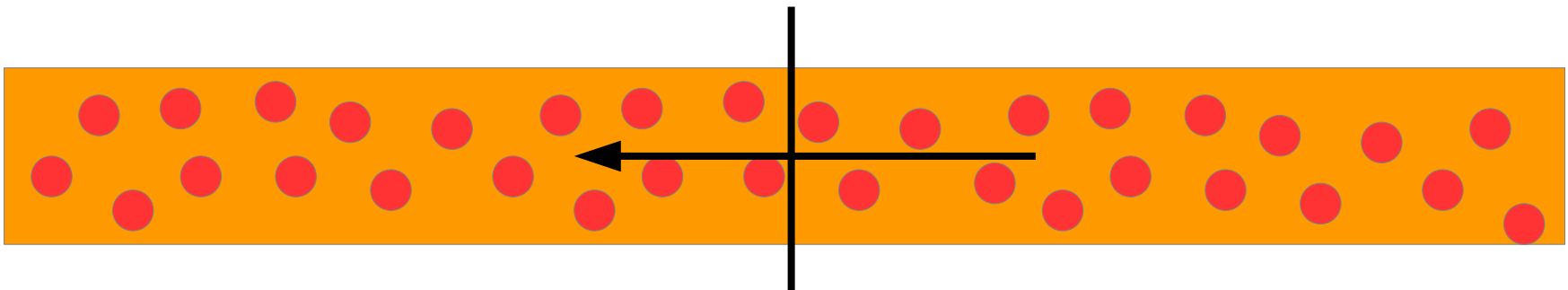
# Courant électrique $\neq$ courant des électrons



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**

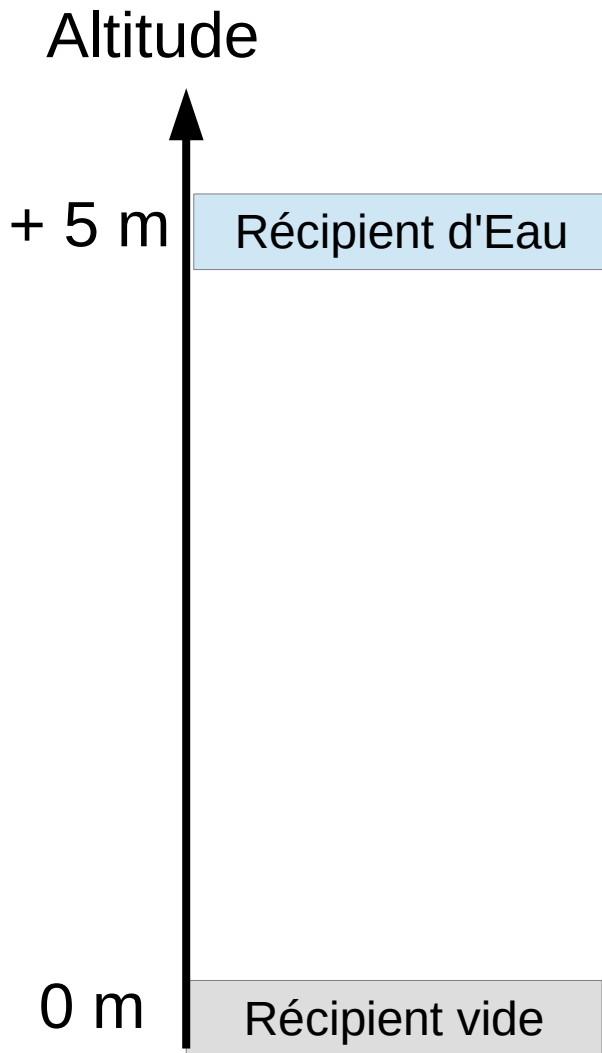
**ou**

**différence de potentiel (ddp)**

# Les piles

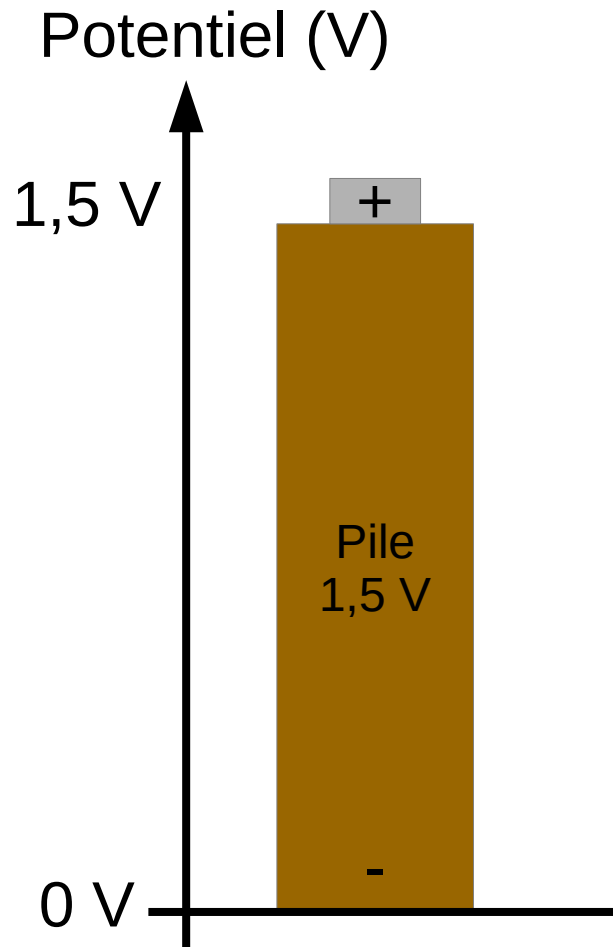
- Différents type de pile : boutons, cylindriques, plates, etc
- Utilisation => fournir une tension continue notée sur la pile
- Pile usagée :
  - Sa tension a chuté (à mesurer)
  - La pile fuit (visible)
- Remède : changer la pile et/ou nettoyer la connexion

# 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

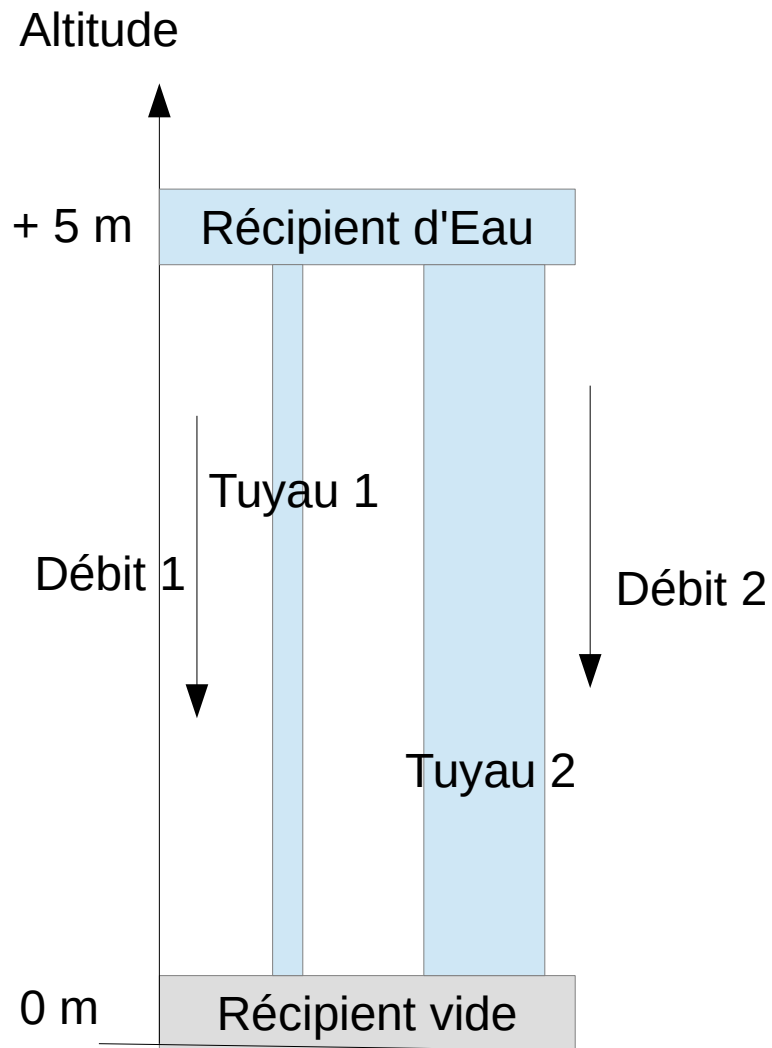
## **3) Résistances**



# Les résistances

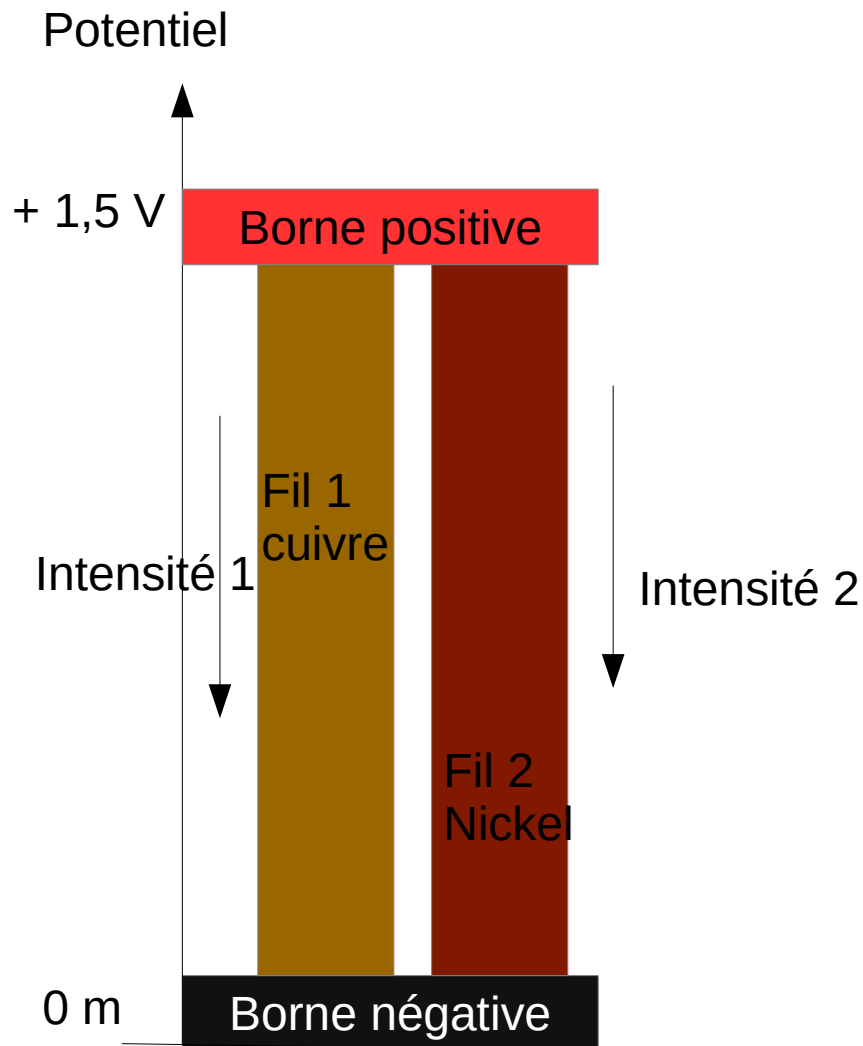
- Dans les appareils chauffants : grille-pain, gaufrier, chauffe-eau, machine à café, etc
- Sur les circuit imprimés
- Applications :
  - chauffer en convertissant puissance électrique en puissance thermique
  - réduire le courant électrique pour protéger des composants électroniques
  - ...

# Analogie avec l'eau - Résistance



- L'eau chute avec la gravité
- Dans les deux tuyaux l'eau circule
- Mais  $\text{Débit 1} < \text{Débit 2}$  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 Intensité<sub>1</sub> > Intensité<sub>2</sub> car le cuivre est moins résistant
- Unité de la résistance en Ohm notée  $\Omega$

# Multitude de résistances

- Fils métalliques => très faibles résistances  $< 1 \Omega$
- Résistances dans grille-pain, 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

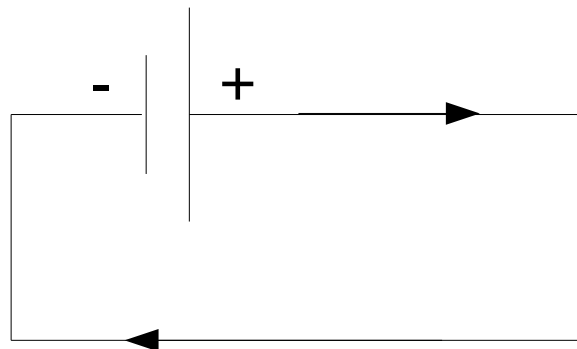
# TP – Mesurer des résistances avec l'Ohmmètre

- Prendre un multimètre en mode Ohmmètre, brancher les sondes sur « COM » et «  $\Omega$  »
- 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

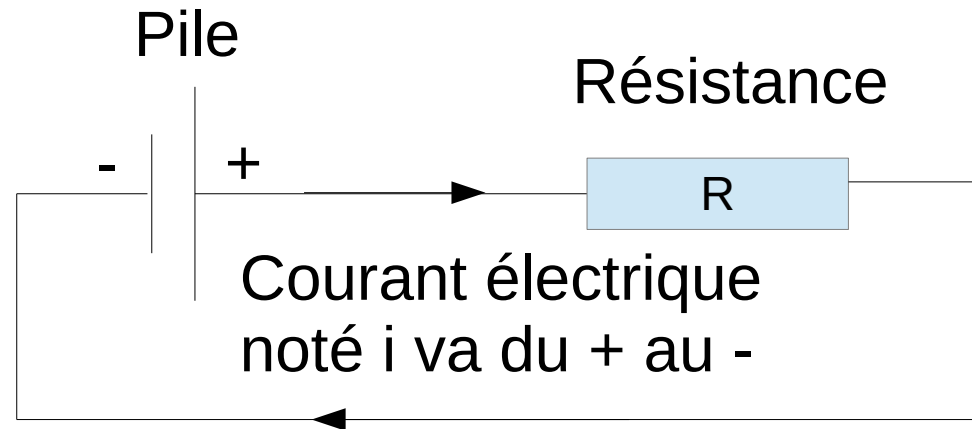
- S'il y a un court-circuit chez vous  
=> l'intensité entrant chez vous va brusquement augmenter  
=> DANGER - SURCHAUFFE - FEU
- À l'arrivée de votre domicile, des disjoncteurs de courant vérifient le courant entrant
- Si trop grand (6 A, 15 A, etc), le disjoncteur saute et coupe le circuit  
=> SÉCURITE



# Multiprise

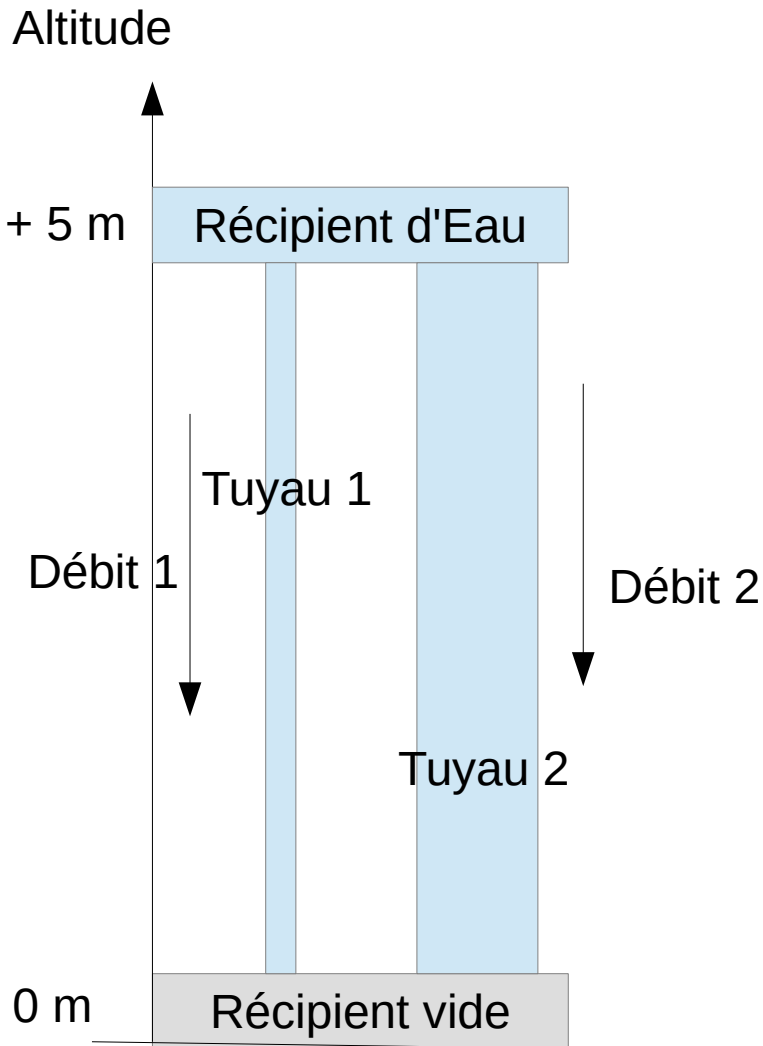
- ATTENTION : multiprise limitée en intensité (souvent 16 A sur le secteur)
- Une multiprise 16 A sur un disjoncteur 20 A peut brûler
- Brancher sur une multiprise
  - => objets à basse consommation, chargeur, télé, box internet, radio-réveil
  - => PAS de four, chauffe-eau, plaque électrique, etc

# TP - Premier circuit



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

# Analogie avec l'eau

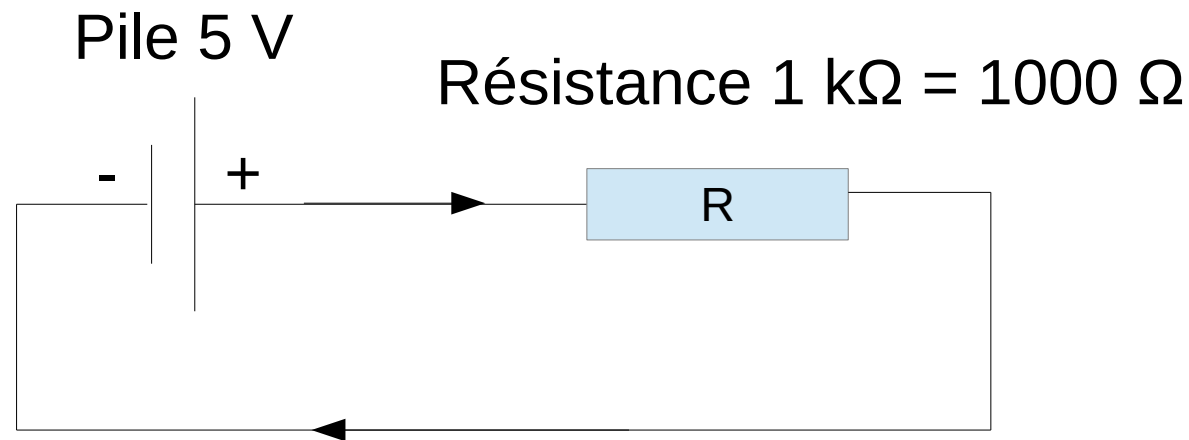


- $U$  ou  $ddp \iff$  différence d'altitude ou  $dda$
- Résistance =  $R$   
 $\iff R = 1/\text{Diamètre}$
- $I \iff$  Débit d'eau
- Débit =  $dda * \text{Diamètre}$
- Débit =  $dda / \text{Résistance}$
- $I (A) = U (V) / R(\Omega)$

# 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

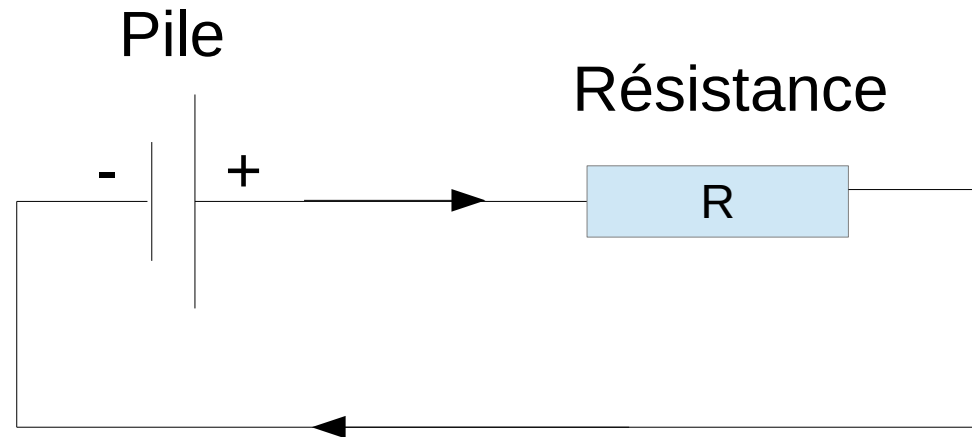


D'après la loi d'Ohm, l'intensité vaut :

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

Pas besoin d'utiliser l'ampèremètre.

# TP – Calcul de l'intensité



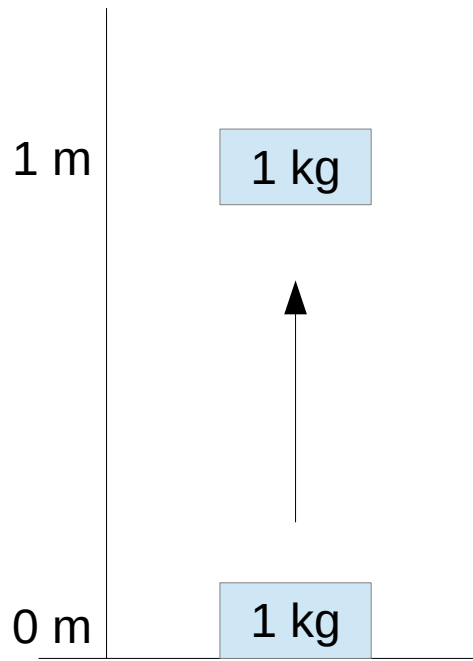
- Reprendre les circuits résistifs précédents, en mesurant tension et résistance aux bornes de la résistance, déduire l'intensité :

$$I = U / R$$

- 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

- Si vitesse constante :

distance = vitesse x temps

- Si puissance constante :

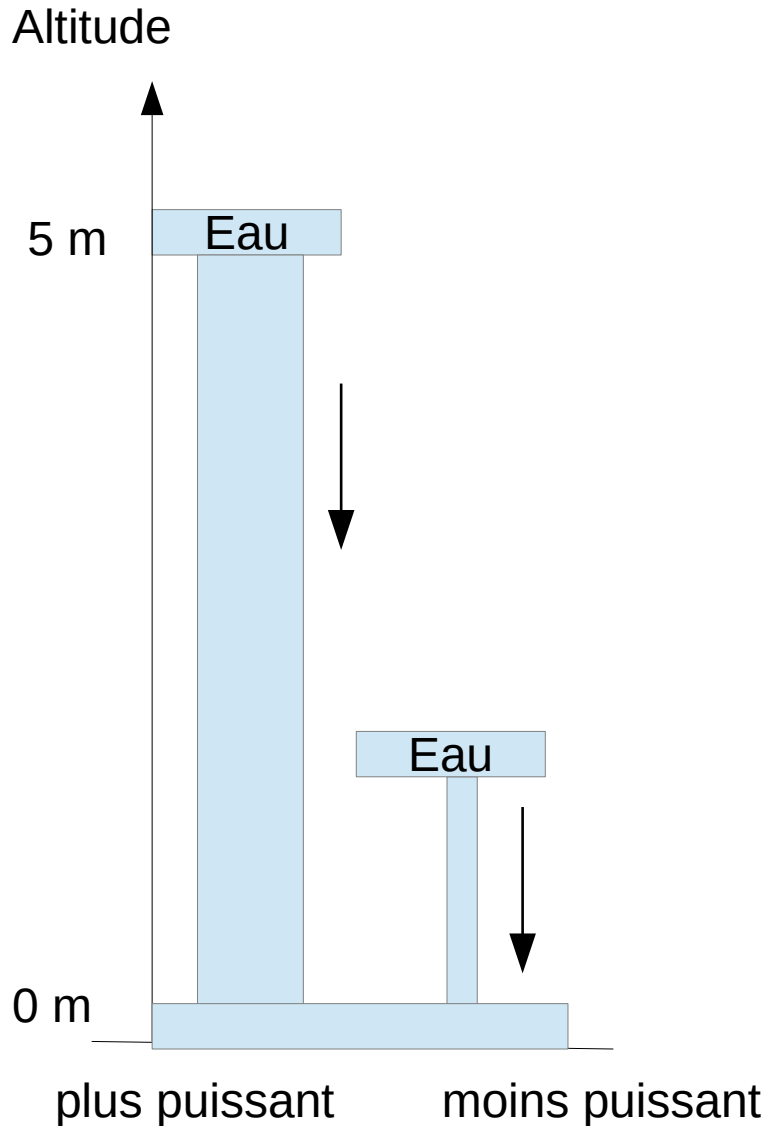
énergie = puissance x temps

$E$  (kWh ou Wh) =  $P$  (kW ou W) x temps (h)

# TP - Énergie annuelle

- Wattmètre = mesure la puissance
- Estimer votre consommation d'énergie sur un an pour un/des appareils électriques en kWh
- Énergie (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 ( $P = U \times I$ )  
la loi d'Ohm ( $U = R \times I$ )
- $P = R \times I^2$  qui ne dépend que de  $R$  et de  $I$
- $P = U^2 / R$  qui ne dépend que de  $R$  et de  $U$

Une résistance transforme l'énergie qu'elle reçoit uniquement en chaleur (« effet Joule »)

# TP - Sentir l'échauffement 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 et d'endommagement de la résistance