

CHAPITRE

3

Le "volt". Sans doute le mot électrique le plus connu et pourtant un des plus difficiles. Mais cela vaut la peine de s'y attarder car c'est lui et lui seul qui permet tout les autres.

Objectifs de ce chapitre :

- *connaître les 2 définitions de la tension et de son unité*
- *connaître les 3 cond. de fonctionnement d'un circuit*
- *Résoudre un exercice de niv. 6 autour de la définition mathématique de la tension*
- *Calculer une tension dans un circuit en utilisant la loi des tensions*

Les tensions

Le mot "volt" est un mot connu mais il cache une notion compliquée. En effet, la tension est incontestablement la notion la plus difficile de ce cours. Heureusement, une compréhension superficielle suffit pour faire de l'électricité. Comprendre à quoi sert la tension, comment on la mesure et comment on la calcule ne demande pas de comprendre ce qu'est vraiment une tension ni comment on la produit.

C'est pourquoi, ce chapitre va définir la tension en deux temps : tout d'abord une *approche concrète, qui ne dira pas ce qu'est la tension mais plutôt à quoi elle sert et comment on l'utilise*. C'est l'approche que tous les électriciens connaissent (cf page suivante). Ensuite, ce chapitre tentera une *approche plus physique* de la tension électrique (voir § 3.3. p.74). *C'est elle qui permettra de définir mathématiquement la tension et son unité.*

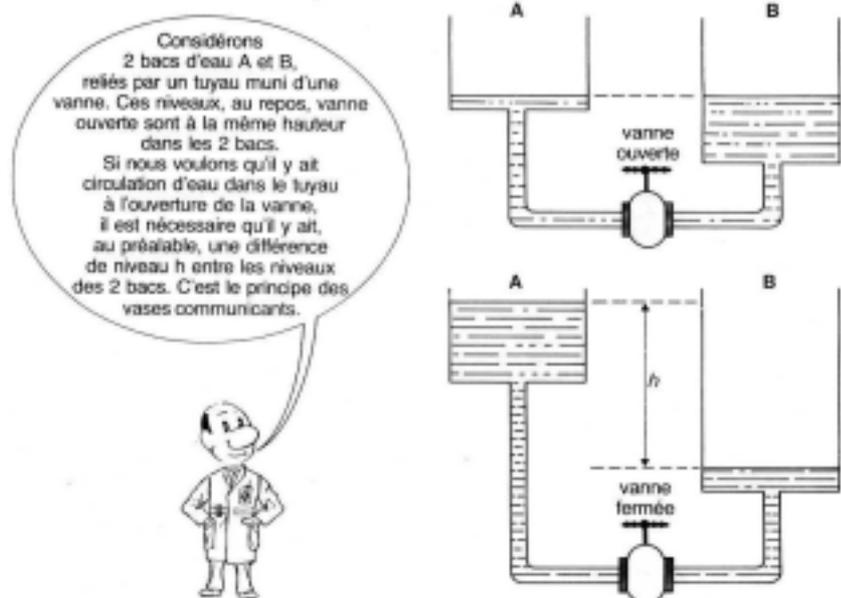
3.1. Approche concrète de la tension

3.1.1. Pas de courant sans tension !

Dans un fleuve, les gouttes se déplacent uniquement parce qu'elles sont soumises à la *force de gravité* (dans une canalisation c'est à cause de la pression). Cette force est due à une dénivellation entre l'amont et l'aval du fleuve. Sans cette dénivellation, le fleuve serait un lac.

Dans un dipôle, les charges électriques d'un courant (les électrons dans le cas d'un fil électrique) se déplacent uniquement parce qu'elles sont soumises à la *force électrique*. Cette force est due à ce qu'on appelle en électricité *une tension ou une différence de potentiel entre les bornes du dipôle*. Cette différence de potentiel électrique est à comparer à une différence de hauteur d'eau entre deux bacs.

Fig. 55. Quand la vanne sera ouverte, c'est cette différence de pression qui sera à l'origine du débit d'eau du bac A vers le B...



Ainsi, dès qu'un courant circule quelque part, c'est parce qu'il y a une tension qui existe entre l'entrée et la sortie de ce "quelque part". Bref, sans tension... pas de courant.!

Fig. 56. Pour qu'un courant traverse un dipôle, il FAUT qu'une tension existe ENTRE ses deux bornes.



Cela nous permet de définir la tension et d'ajouter une conditions de fonctionnement d'un circuit électrique.

Définition concrète de la tension : La tension est la cause du courant.

Condition de fonctionnement n°3 d'un circuit électrique : Pour qu'il y ait du courant dans un dipôle, il faut une tension entre ses bornes.

Rappel : la tension n'est qu'une des conditions de fonctionnement d'un circuit électrique. Pour qu'un courant circule, il faut également que le circuit soit fermé comme on l'a vu au chapitre 1 (au § 1.1.4. p.11.).

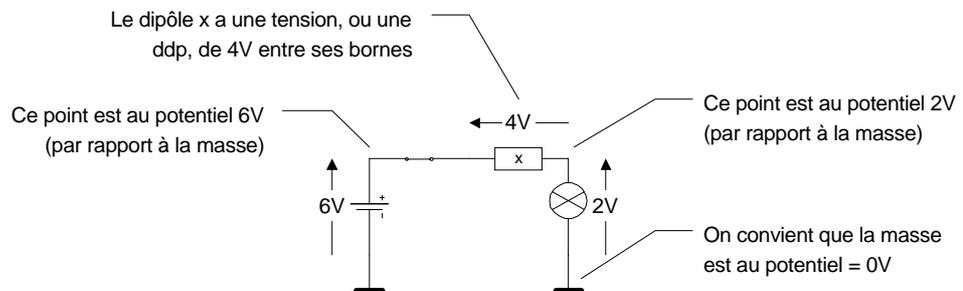
La tension s'exprime en *volt*, et se note [V], en hommage à Alessandro Volta qui a inventé une des premières piles. On verra plus loin ce que représente exactement 1V (voir § 3.3.3. p.77).

3.1.2. Le potentiel de référence : la masse (électrique)

D'après ce qui précède, on voit que la tension existe toujours *entre deux* points. Parler de la tension en un point d'un circuit n'a aucun sens. C'est comme si l'on parlait de la dénivellation en un point d'un fleuve. Il serait donc pratique d'avoir un niveau de référence. C'est d'ailleurs ce qu'on a fait pour les dénivellations : on a un jour convenu du niveau zéro, le niveau de la mer, pour mesurer les hauteurs des montagnes. La hauteur d'une montagne n'est en fait que sa dénivellation par rapport au niveau de la mer.

Dans un circuit électrique, on fait la même chose si ce n'est qu'on parle de *potentiel* au lieu de *niveau* ou de *hauteur*. Ainsi, on convient d'un potentiel de référence, le potentiel zéro, qu'on appelle généralement *la masse*, c'est-à-dire la partie métallique la plus importante, le châssis de l'appareil. La tension entre un point d'un circuit et la masse sera donc aussi le potentiel de ce point. Entre deux points, la tension devient ainsi une *différence de potentiel*, une *ddp*.

Fig. 57. La masse d'un circuit est considérée comme le potentiel zéro. Les tensions deviennent alors des différences de potentiel (ddp).



3.1.3. Sens et notations de la tension

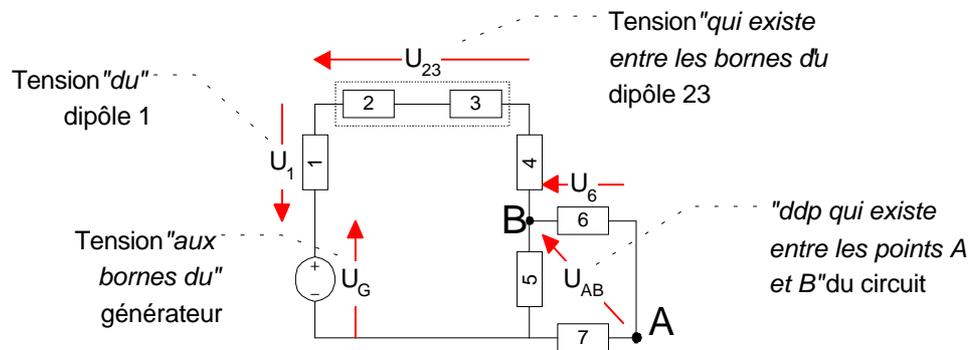
Schématiquement, une tension se représente par une flèche qui relie les deux points entre lesquels cette tension existe. Une tension est considérée comme positive si elle est orientée du - au +. Cela symbolise le sens dans lequel les charges positives, supposées constituer le courant, remontent la différence de potentiel.

Fig. 58. La tension se schématise par une flèche du - au +.



Dans un schéma électrique, les tensions se schématisent par une flèche rectiligne à côté du circuit ou du dipôle. Lorsqu'il s'agit de la tension d'un seul dipôle ou d'un groupement de dipôles, la flèche doit alors dépasser le dipôle de part et d'autre et se note U_x où l'indice x indique le dipôle concerné. Sa taille n'a aucun lien avec la valeur de la tension. Lorsqu'il s'agit de la tension entre deux points A et B d'un circuit, la flèche va du point A au point B et se note U_{AB} .

Fig. 59. Il y a différentes manières d'écrire une tension sur un schéma mais il s'agit toujours d'une flèche à côté des conducteurs.



En français, on peut parler de la tension “du” dipôle, “qui existe entre les bornes” du dipôle, “aux bornes” du dipôle, etc. *Mais on ne peut pas dire la tension “dans” le dipôle et encore moins la tension “qui rentre dans” le dipôle.*

Notez que la tension est une grandeur algébrique. Si elle est négative, son sens réel est dans le sens inverse de la flèche.

Fig. 60. Comme le courant, la tension est une grandeur algébrique : le sens réel de la tension dépend du sens de la flèche et de son signe. Si la tension est négative, c'est qu'elle est en fait orientée dans l'autre sens.

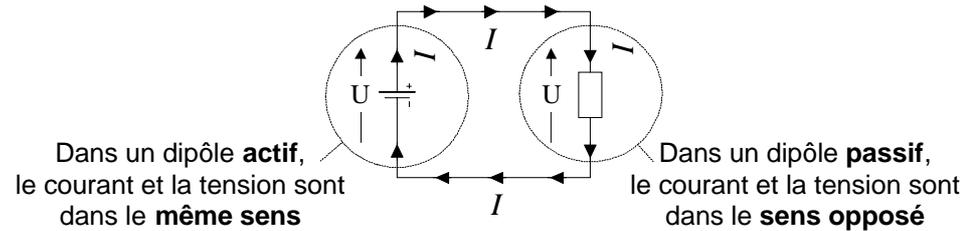


3.1.4. Le sens respectif du courant et de la tension

Dans un dipôle, le courant circule-t-il dans le sens de la tension ou l'inverse? Autrement dit, le courant va-t-il du + au - ou du - au +? On a vu que le sens conventionnel du courant était du + au - dans les circuits (voir § 2.1.5. p.41). Mais que se passe-t-il à l'intérieur des dipôles actifs?

Dans un dipôle passif, le courant circule du + au -. Par contre, *dans un dipôle actif*, le courant va du - au +. Remarquez qu'il ne pourrait en être autrement puisque dans un circuit fermé, le courant circule partout dans le même sens.

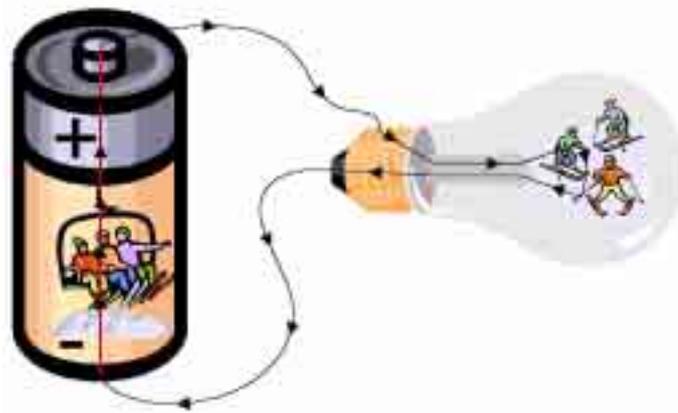
Fig. 61. Attention au sens respectif du courant. Cela peut paraître trivial mais cela aura beaucoup d'importance par la suite. C'est une cause d'erreur très fréquente.



Pour le retenir, on peut dire que, dans un dipôle passif, le courant descend la tension comme un flot de skieurs qui descend une pente et que, dans un dipôle actif, il est porté par la tension comme les skieurs sont tirés par une remontée mécanique.



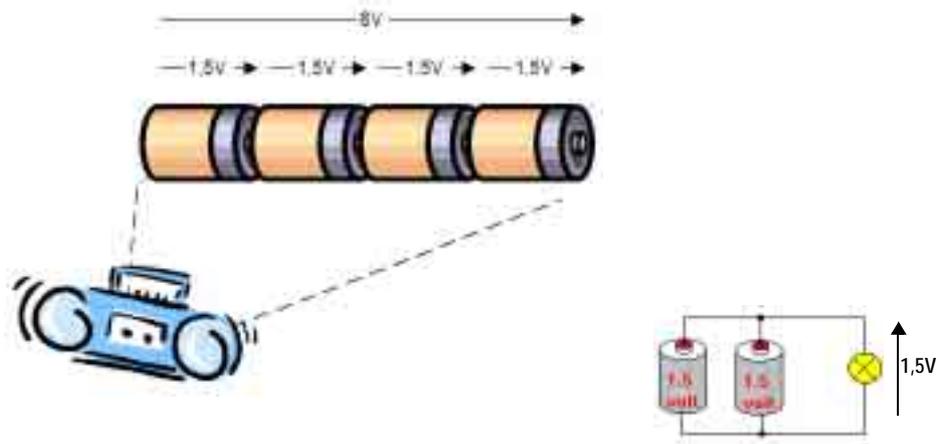
Fig. 62. Cette image sert à retenir, mais aussi à comprendre, les sens respectifs du courant et de la tension dans un circuit.



3.2. La loi des tensions (des mailles)

Tout comme il y a une loi des courants, il y a également une loi des tensions. Elle est tout aussi simple et tout aussi fondamentale. Nous l'avons tous expérimenté un jour ou l'autre en introduisant des piles dans une radio.

Fig. 63. En série, les tensions s'additionnent. C'est pour cela qu'on place les piles 1,5V les unes derrière les autres dans une radio 6V. En parallèle, les tensions sont toujours égales.



3.2.1. Explication physique

à compléter en classe...

3.2.2. Énoncé mathématique

On pourrait donc dire que cette loi stipule qu'*en série, les tensions s'additionnent et en parallèle les tensions sont égales*. C'est vrai mais elle est plus générale que cela. Elle s'énonce comme suit

La loi des tensions (des mailles) : La tension entre 2 points A et B d'un circuit est égale à la somme des tensions rencontrées en allant de A à B, chacune d'elle étant précédée...

- du signe (+) lorsqu'elle est dans le sens de parcours
- du signe (-) lorsqu'elle est dans l'autre sens

$$\sum_{\text{orientée}} U_x = U_{AB}$$

EQ 4

En particulier si le point A et B sont confondus, c'est-à-dire si l'on parcourt une maille, $U_{AB}=0V$ et la loi devient

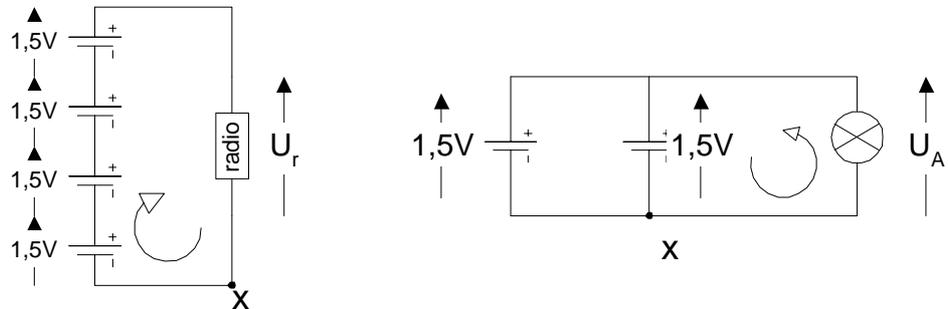
$$\sum_{\text{orientée}} U_{\text{maille}} = 0$$

EQ 5

3.2.3. Exemples

Elle s'applique comme la loi des courants, en une ou plusieurs fois selon les cas. Concrètement : on choisit un point de départ sur le circuit, on choisit un sens de parcours, on écrit l'équation en respectant les signes, on résout l'équation. Voici ce que cela donne pour les deux exemples de la figure 63.

Fig. 64. Schémas des deux exemples de la figure 63.



Pour le circuit de gauche, on écrit

$$+1,5[V] + 1,5[V] + 1,5[V] + 1,5[V] - U_R = 0$$

ce qui donne bien

$$U_R = +6V$$

Pour le circuit de droite, on écrit

$$+U_A - 1,5[v] = 0$$

ce qui donne bien

$$U_A = +1,5V$$

Dans un circuit plus complexe, le principe est le même mais il faut l'appliquer plusieurs fois, en commençant par les mailles dont on connaît toutes les tensions sauf une. Analysez en détail les deux exercices résolus p. 81.

3.3. Définition de la tension

On a dit, en commençant ce chapitre, que les électrons se déplacent uniquement s'ils sont soumis à une force électrique. Pour définir la tension il faut donc d'abord détailler cette force. Ensuite, il faudra encore préciser les notions de *travail* et *d'énergie* avant de pouvoir définir avec précision la tension.

3.3.1. Les quatre forces connues de la nature

Il existe de nombreuses forces différentes dans notre univers. La plus intuitivement perceptible est le poids, cette force d'attraction qui nous tire ainsi que les objets, les satellites et la lune vers le centre de la Terre. Mais d'autres forces comme les forces magnétique et électrostatique sont aussi facilement perceptibles dans la vie courante, ainsi que les forces élastique ou de frottement. Tout le monde a pu ainsi utiliser un jour des aimants, sentir l'attraction électrostatique entre deux feuilles de papier sortant d'une photocopieuse, utiliser des ressorts ou être freiné par le frottement de l'air...

Pourtant, malgré la grande variété des forces que l'on peut rencontrer dans l'univers, tous les phénomènes connus actuellement peuvent être expliqués à l'aide de seulement *quatre forces fondamentales*, on parle alors d'interactions fondamentales :

- *La gravitation*, qui explique la pesanteur (donc le poids) mais aussi les marées ou les trajectoires des planètes ou des étoiles,
- *L'interaction électromagnétique*, qui permet d'expliquer l'électricité et en particulier toutes les télécommunications (radio, TV, GSM, etc), le magnétisme, la lumière, les réactions chimiques ou la biologie (quasiment tous les phénomènes de la vie courante),
- *L'interaction forte*, qui explique la cohésion des noyaux atomiques (donc l'existence de la matière que nous connaissons),
- *L'interaction faible*, qui permet d'expliquer une certaine forme de radioactivité et permet au Soleil de briller.

En ce qui nous concerne dans ce cours, c'est donc la deuxième interaction qui nous intéresse : Les scientifiques ont *observé* (entre autres choses) que les électrons se repoussent entre eux alors qu'ils sont attirés par les protons. De plus, ces forces d'attraction-répulsion disparaissent lorsque qu'un même nombre d'électrons et de protons sont rassemblées, comme dans un atome à l'état normal. Tout cela a conduit, en plus d'un siècle de recherche, à définir la notion de *charge* d'une particule. Parmi les caractéristiques (masse, taille, etc.) des particules qui constituent les atomes, c'est la seule qui nous intéresse en tant qu'électricien.

C'est cet ensemble de forces d'attraction ou de répulsion entre les particules dues à leur charge¹ que l'on appelle la force de Coulomb ou simplement la force électrique. C'est elle qui est à la base de toute l'électricité. Autrement dit c'est elle qui fait avancer les électrons dans les fils.

3.3.2. Les notions de travail et d'énergie

Les notions de travail et d'énergie sont nécessaires à la définition précise de la tension. Contrairement à l'usage usuel, ces mots désignent ici quelque chose de précis. Ce sont des grandeurs physiques qui peuvent se mesurer.

a) Le travail W (work)

Pour définir le travail, prenons le cas d'un sac de ciment. Même si personne n'y touche, il est soumis à une force, la force de pesanteur, c'est-à-dire son poids, mais on conviendra qu'il n'y a là aucune action. En physique, on dit que cette force de pesanteur ne fournit alors aucun travail. Par contre si l'on monte ce sac du rez-de-chaussée au troisième étage, il subira une nouvelle force qui, elle, se déplacera. Il y aura donc une action. En physique, on dit que cette force, qui se déplace, *travaille*. Conclusion : on dit qu'une force travaille ssi elle se déplace. Le travail se note 'W' par référence à *Work* qui veut dire travail en anglais.

N.B. • Mathématiquement on devrait écrire

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$
 où F est l'intensité de la force sur l'objet et d la distance parcourue par l'objet grâce à cette force.

Le TRAVAIL est l'action d'une force qui se déplace.

b) L'énergie W

L'énergie, en tant que grandeur physique, est *liée au travail par ce qu'elle permet de faire*. Ainsi, par exemple, les étiquettes de presque tous les aliments renseignent la valeur énergétique que représente l'aliment pour un être humain (de taille et corpulence moyenne). En effet, rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme. Si nous pouvons produire de l'énergie (courir, danser, pousser, casser quelque chose, etc.) c'est que cette énergie vient de quelque part : de la nourriture que nous mangeons et de l'air que nous respirons.

Un corps possède de l'ÉNERGIE s'il est capable de mettre un autre corps en mouvement, c'est-à-dire d'effectuer un travail.

Le travail et l'énergie sont donc très liés. C'est pourquoi on note l'un comme l'autre 'W'. Ils se mesurent tous les deux en joule [J]. Officiellement, un joule

1. Il y a d'autres forces entre les particules dues à d'autres caractéristiques des particules mais elles sont occultées par la force électrique qui est majoritaire à l'échelle qui nous intéresse en tant qu'électricien.

représente le travail d'une force de 1 newton qui se déplace d'un mètre : $1[J] \hat{=} 1[N] \cdot 1[m]$. Mais, il est plus simple de dire qu'avec un joule on peut élever de 1m une masse de 1kg (sur terre).

Fig. 65. Les étiquettes des aliments renseignent presque toujours la valeur énergétique (en KJ) par 100g de l'aliment.



La malédiction des unités d'énergie

Le pot de yaourt et la bombe atomique ont en commun la capacité de transférer une certaine quantité d'énergie, ce qu'on appelle leur «contenu énergétique», qu'on devrait exprimer avec la même unité, le joule (J).

Mais les ordres de grandeur sont tellement différents que chaque discipline a adopté sa propre unité d'énergie. En effet, presque tous les phénomènes donnent lieu à des échanges d'énergie. Citons, parmi les unités qui figurent dans les nombreux textes qui nous tombent tous les jours sous les yeux : la calorie, grande ou petite, et le kilojoule sur les pots de yaourt, la tonne d'équivalent pétrole ou le térajoule dans les publications économiques, le kilowattheure sur les factures d'électricité, la kilotonne de TNT chez les militaires, l'électronvolt chez les physiciens, sans compter le kilogrammètre, le mètre cube (normal) de gaz, l'erg ou le mégacycle.

1 joule (J)	chute d'un poids de 1 kg de 10,2 cm de haut
1 calorie (cal) = 4,185 J	élévation de température de 1 °C de 1 g d'eau
1 kilowattheure (kWh) = 3,6 MJ	énergie consommée par un appareil de puissance 1 kW (fer à repasser), fonctionnant pendant une heure
1 tonne d'équivalent pétrole (Tep) = 42 GJ	énergie fournie par la combustion d'une tonne d'un pétrole «moyen»

c) Les formes et trans-form-ations de l'énergie

On ne peut pas attribuer à un objet une valeur d'énergie bien définie, mais on sait combien il en perd ou en gagne quand il change d'état, en brûlant par exemple. Autrement dit, *ce sont les variations de l'énergie qui sont importantes*. Un glaçon qui fond dans un verre passe de l'état solide à l'état liquide en provoquant une baisse de température du liquide.

Quand ces transferts d'énergie entraînent un changement dans une propriété caractéristique d'un système, on parle de "formes" de l'énergie.

- Un arc tendu possède de l'énergie : il peut lancer la flèche.
- Une rivière possède de l'énergie : elle peut entraîner un moulin.
- Un haltérophile possède de l'énergie : il peut soulever 175kg.
- La vapeur d'eau à 100°C possède de l'énergie : elle peut soulever le couvercle d'une casserole.
- Une pile électrique possède de l'énergie : elle peut permettre d'écouter de la musique dans un walkman.

L'énergie peut donc avoir plusieurs *formes* : énergie potentielle (l'arc), cinétique (eau), musculaire (champion), calorifique (vapeur d'eau à 100°C), chimique (pile). Un objet peut posséder plusieurs formes d'énergie à la fois.

Le principe de conservation de l'énergie dit simplement que toutes ces formes se comptabilisent avec une seule et même unité, et qu'il n'y a jamais création, mais seulement transfert d'énergie d'un système à un autre.

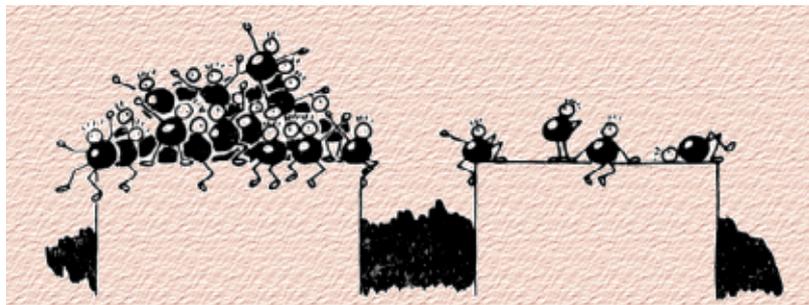
3.3.3. Définition mathématique de la tension

Lorsqu'on tend un élastique, on crée une tension parce qu'on agit contre certaines forces qui apparaissent dès qu'on veut déformer l'élastique. Pour cela, on doit forcément fournir un travail c'est-à-dire utiliser de l'énergie qui se retrouve ensuite emmagasinée dans l'élastique. Celui-ci possède alors une certaine capacité à fournir un travail. Lorsqu'il se détend, l'énergie emmagasinée est restituée. Si l'on effectue la même opération sur plusieurs élastique, l'énergie totale dépensée ne reflète plus la tension créée dans chaque élastique. La tension d'un élastique vaut...

$$\text{tension} = \frac{\text{énergie totale dépensée}}{\text{nombre d'élastiques tendus}}$$

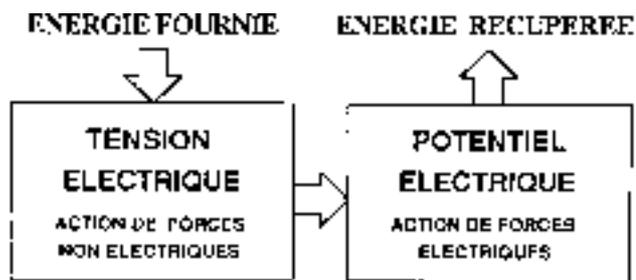
En électricité c'est la même chose... *Lorsqu'on extrait des électrons d'un atome, on s'oppose à la force électrique d'attraction qui retient les électrons autour du noyau. On crée une tension dite électrique entre ces électrons et l'atome (devenu ion⁺). Pour effectuer cette séparation, on doit forcément fournir un travail c'est-à-dire utiliser de l'énergie. Celle-ci se retrouve ensuite emmagasinée dans le système constitué par ces électrons et ions⁺ séparés.*

Fig. 66. Si on sépare des électrons de leur ion⁺, on crée une tension. D'un côté, il y aura trop d'électrons, de l'autre pas assez.
© <http://www.ac-nice.fr/techno/elec/page1.htm>



En permettant à ces charges opposées de se retrouver, on donne lieu à un courant électrique... et l'énergie emmagasinée est alors utilisée par un appareil électrique.

Fig. 67. La tension est le résultat d'une énergie fournie et la cause d'une énergie récupérée.



Mais la tension n'est pas égale à l'énergie totale! Elle dépend aussi de la quantité de charge que l'on sépare. Si l'on extrait 1 électron à 100cm de son noyau ou 100 électrons à 1cm, le travail total effectué restera le même mais le résultat sera totalement différent. La tension représente l'énergie stockée dans chaque unité de charge.

Définition mathématique de la tension : La tension électrique est égale à l'énergie par coulomb.

$$U \triangleq \frac{W}{Q}$$

$$1[V] \triangleq \frac{1[J]}{1[C]}$$

W : Quantité totale d'énergie [J] EQ 6

Q : Quantité de charges électriques [C]

U : tension [V]

L'unité de la tension, le volt, représente une énergie de 1 joule contenue dans une charge de 1 coulomb. Ainsi si on déplace une charge de 20C avec un travail de 600J, on crée une tension de $600/20 [J/C] = 30V$.

Ce qui coûte c'est le nombre de joules et pas le nombre d'électrons!

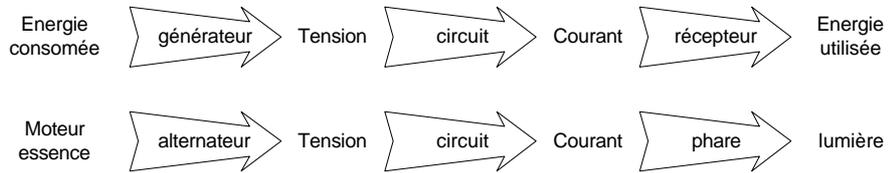
Une comparaison un peu naïve de l'électricité avec un combustible comme l'essence tendrait à faire facturer la quantité fournie, litres de carburant dans un cas, charge électrique (en nombre d'électrons ou plutôt en coulombs) dans l'autre. Mais, dans ce dernier cas, cela n'aurait aucun sens, car ce qui importe n'est pas la quantité d'électricité fournie, au sens strict, mais l'usage que l'on peut en faire, et qui se traduit, en général, par sa capacité à fournir de l'énergie. Or, l'énergie que peut délivrer une certaine charge électrique dépend essentiellement du potentiel électrique auquel elle est portée : 1 coulomb sous 1,5V ne correspond qu'à 1,5J, alors que, sous 220V, il permet de disposer de 220J. C'est pourquoi ce sont des unités d'énergie qui figurent sur les factures d'électricité, et non des coulombs.
N.B. Voir au point 7.5. p.161 pour plus de détails.



3.3.4. Comment "fabrique-t-on" une tension?

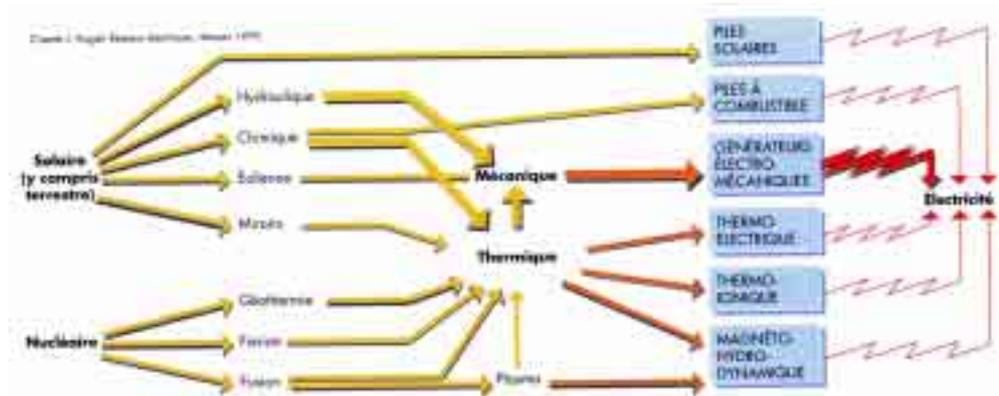
Résumons ce qui précède : Pour utiliser un appareil électrique, il faut y faire circuler les électrons. Pour créer ce courant il faut appliquer une tension aux bornes de l'appareil. Pour générer cette tension il faut une énergie.

Fig. 68. Un circuit électrique n'est qu'un vecteur d'énergie dans ce cas-ci. Il sert d'intermédiaire entre l'énergie consommée et l'énergie utilisée.



Un générateur électrique est un dipôle qui transforme une énergie non électrique en tension. Il y en a plusieurs sortes. Par exemple un alternateur de voiture, une pile, une centrale électrique ou une dynamo sont des générateurs de tension. L'ensemble des solutions possibles est donc assez complexe, et il est intéressant de les résumer sur un schéma d'ensemble (figure 69). On y remarque plusieurs niveaux et de multiples chaînes, car la notion d'énergie primaire n'est pas aussi simple qu'il y paraît, même si le nombre de filières utilisées actuellement est relativement restreint.

Fig. 69. On peut générer une tension à partir de plusieurs sortes d'énergie.



Attention, cette partie de la matière sera vue dans le cours prochain, en 4^{ème}.

3.4. Exercices

Les réponses de ces exercices se trouvent page 176.

• Connaissances minimales requises

Ce qu'il faut apprendre par coeur :

- Le sens conventionnel de la tension
- La définition du travail
- La définition de l'énergie
- L'unité de l'énergie
- L'unité de la tension
- La définition du volt
- La définition mathématique de la tension
- L'énoncé de la loi des tensions

Ce qu'il faut avoir compris :

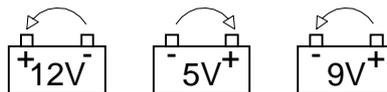
- La définition concrète de la tension
- L'analogie hydraulique à la tension
- La notion de masse
- La notation de la tension
- La relation courant-tension
- Le sens respectif du courant et de la tension
- Le principe de la loi des tensions
- Comment mesurer une tension

Ce qu'il faut savoir faire :

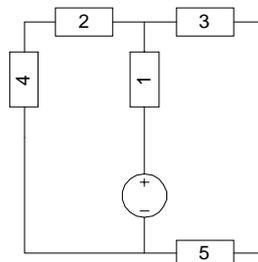
- Résoudre un exercice de niveau 6 sur le tension
- Calculer une tension dans n'importe quel circuit en utilisant la loi des tensions

• Exercices divers sur la tension

Ex 3.1 : Indiquer les valeurs des tensions correspondant aux flèches dessinées.

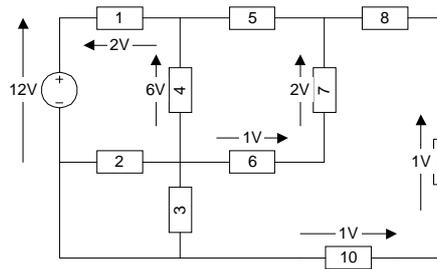


Ex 3.2 : Dessiner les flèches de tensions des 6 dipôles de ce circuit dans le sens positif

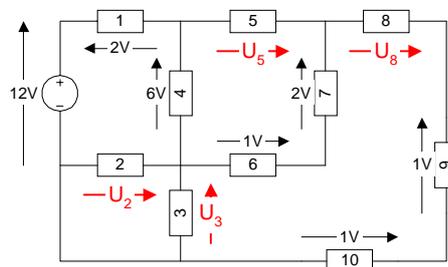


• Exercices résolus sur la loi des tensions

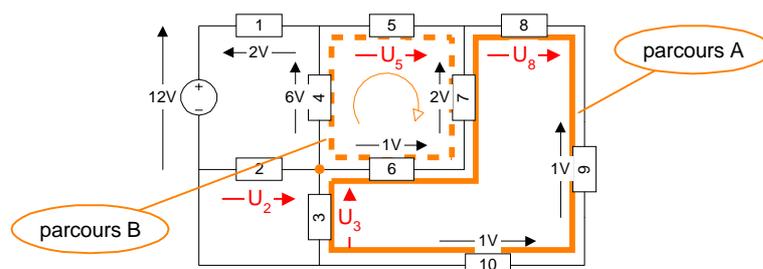
Ex 3.3 : Calculer les tensions aux bornes des dipôles 2, 3, 5 et 8.



On commence par choisir un sens aux tensions recherchées, c'est-à-dire dessiner une flèche à côté du dipôle dans le sens le plus probable de la tension. Ce choix n'a pas tellement d'importance. Si la réponse est négative, on saura alors que la tension est orientée dans l'autre sens.



Ensuite, on cherche un parcours (une maille) ne comportant qu'une seule tension inconnue. Par exemple, le parcours A (figure suivante) ne convient pas car il conduit à une loi des tensions (une équation) à 2 inconnues (U_3 et U_8) impossible à résoudre.



Le parcours B, par contre, permet d'écrire l'équation suivante (en choisissant de tourner dans le sens des aiguilles d'une montre et en partant du noeud entre les dipôles 4 et 6).

$$+6V + U_5 - 2V - 1V = 0$$

On trouve donc, en résolvant l'équation,

$$U_5 = 2 + 1 - 6 \text{ [V]}$$

$$U_5 = -3V$$

La réponse négative pour U_5 est correcte! Elle montre simplement que la tension est en fait orientée dans l'autre sens. Si l'on ne change pas la flèche, la réponse est donc bien $-3V$.

Ensuite, de manière analogue, on peut écrire

$$+12V - 2V - 6V - U_2 = 0$$

$$U_2 = 12 - 2 - 6 [V]$$

$$U_2 = +4V$$

Ensuite, on pourrait écrire

$$+U_2 - U_3 = 0$$

$$+4V - U_3 = 0$$

$$U_3 = +4V$$

Mais il est plus simple d'observer que les dipôles 2 et 3 sont en parallèle et donc que leur tension sont égales.

Enfin, maintenant que l'on connaît U_3 , on peut utiliser le parcours A et écrire (sens anti-horloger en partant du noeud entre les dipôles 7 et 8)

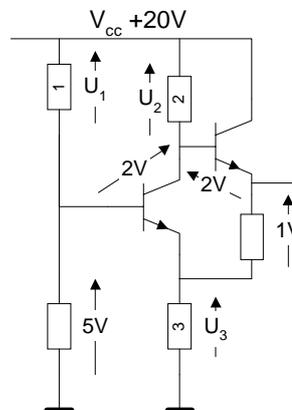
$$-2V - 1V - U_3 + 1V + 1V - U_8 = 0$$

$$-2 - 1 - 4 + 1 + 1 [V] = +U_8$$

$$U_8 = -5V$$

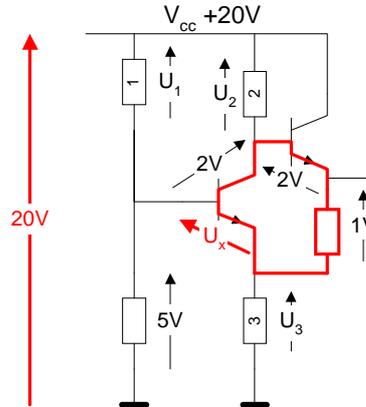
Cette loi des tensions s'applique toujours, quel que soit le dipôle ou les points du circuit entre lesquels on désigne une tension. Analysez bien l'exemple suivant.

Ex 3.4 : Calculer les tensions aux bornes des dipôles 1, 2 et 3.



Pour résoudre cet exercice, il faut comprendre que le principe de la loi des tensions reste valable quel que soit le parcours. Pour faciliter les choses, on peut

ajouter la tension U_x sur le schéma entre la tension de 5V et U_3 . Ensuite, on remarquera que la maille adéquate pour trouver U_x passe par les deux tripôles. Enfin, on notera que de la masse à la ligne de tension, il y a $5V + U_1$ ou $20V$.



Tout cela nous permet d'écrire, dans l'ordre, les équations suivantes.

$$+U_x + 2V - 2V - 1V = 0 \quad \text{donc} \quad U_x = +1V$$

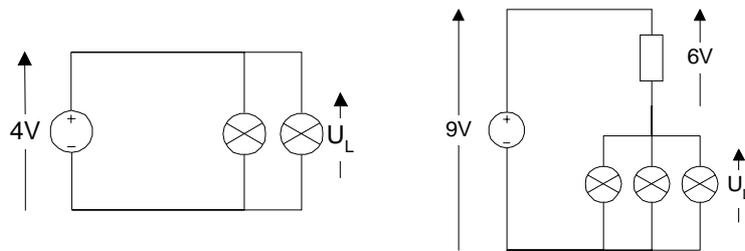
$$+5V + U_1 = 20V \quad \text{donc} \quad U_1 = +15V$$

$$+U_1 - U_2 - 2V = 0 \quad \text{donc} \quad U_2 = +13V$$

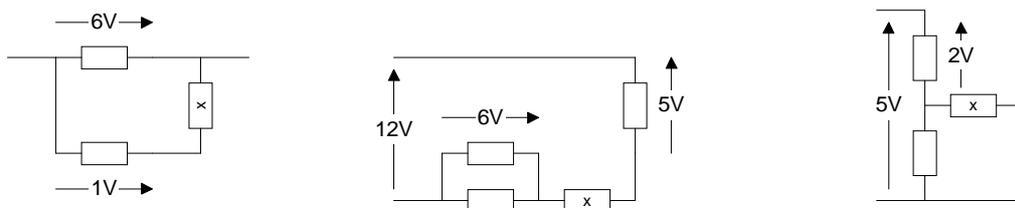
$$+5V - U_x - U_3 = 0 \quad \text{donc} \quad U_3 = +4V$$

• Exercices sur la loi des tensions

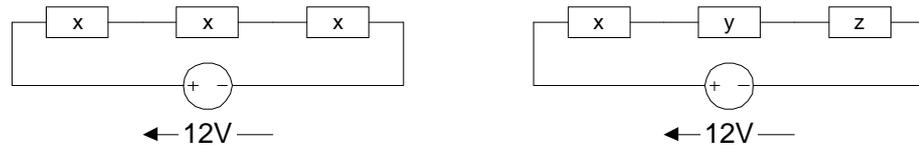
Ex 3.5 : Que vaut la tension U_L aux bornes de l'ampoule dans les deux circuits suivants?



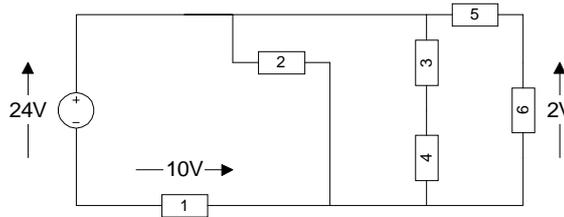
Ex 3.6 : Déterminer le sens de la tension aux bornes du dipôle x dans les circuits suivants et calculer sa valeur.



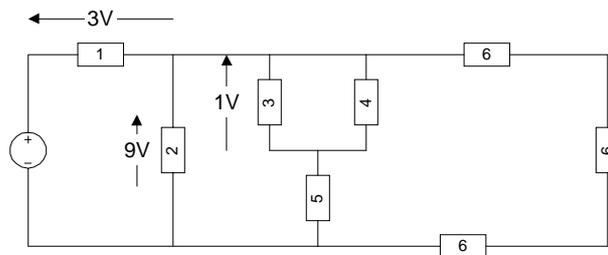
Ex 3.7 : Déterminer le sens de la tension aux bornes du dipôle x dans les circuits suivants et calculer sa valeur.



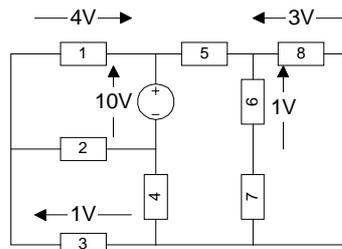
Ex 3.8 : Dans le circuit suivant, déterminer le sens de la tension aux bornes des dipôles 2 et 5 puis calculer leur valeur.



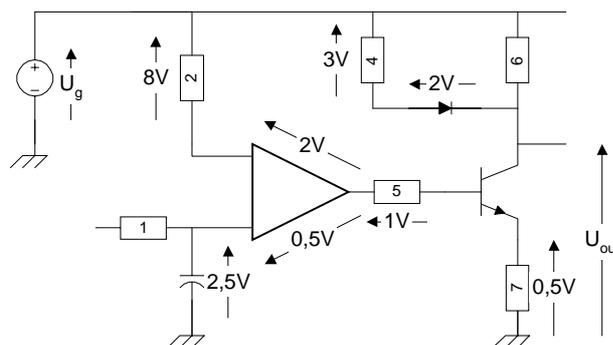
Ex 3.9 : Calculer (et indiquer leur sens sur le schéma) les tensions des dipôles 4, 5, 6 et du générateur.



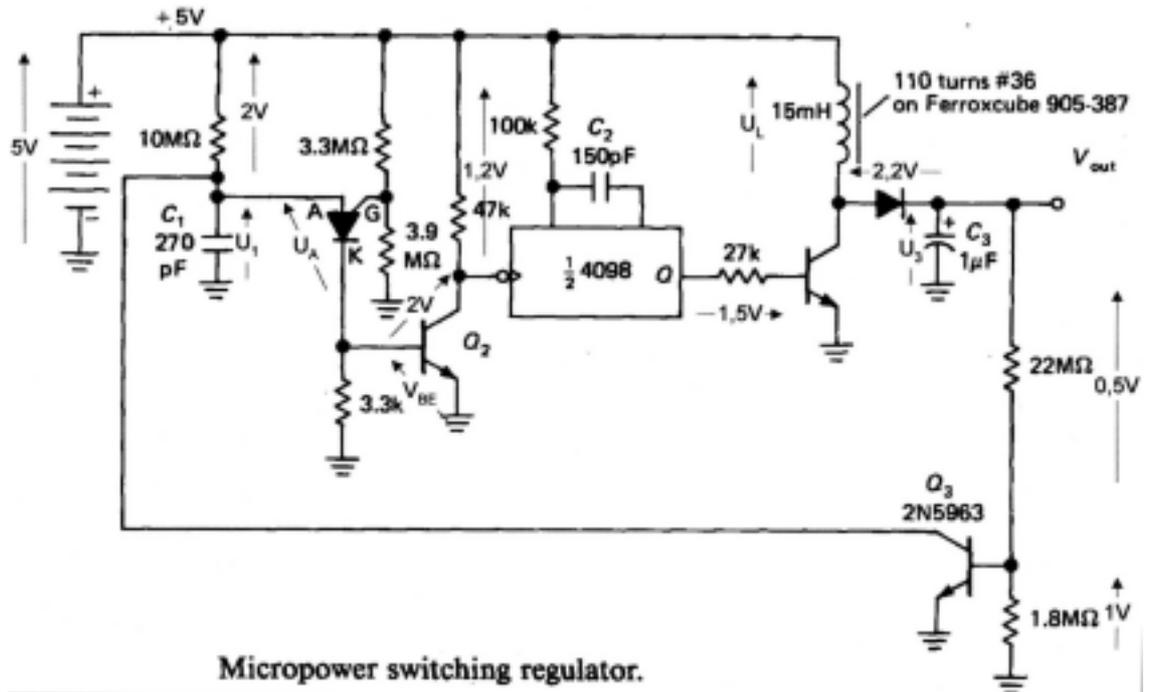
Ex 3.10 : Dans le circuit suivant, déterminer le sens de la tension aux bornes des dipôles 2, 4, 5 et 7 puis calculer leur valeur.



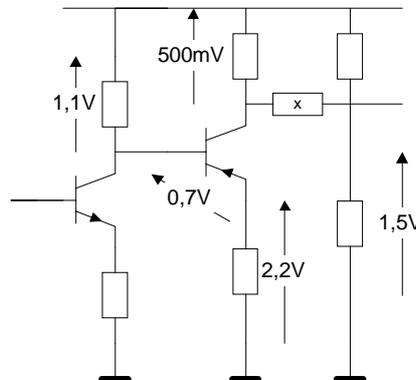
Ex 3.11 : Calculer les tensions U_{out} et U_g dans le circuit suivant (examen janvier 2000). N.B. Ce circuit ainsi que les valeurs de tensions ne sont pas réalistes.



Ex 3.12 : Calculer les tensions U_1 , U_L , U_3 , V_{BE} , U_A dans le circuit ci-dessous (examen fictif janvier 2000). N.B. Ce circuit ainsi que les valeurs de tensions ne sont pas réalistes.



Ex 3.13 : Calculer la tension du dipôle x et indiquer son sens. (examen janvier 2001) N.B. Ce circuit ainsi que les valeurs de tensions ne sont pas réalistes.



• Calculs et problèmes sur la tension (théorie + niveaux 1 à 6)

Ex 3.14 : Entourer la bonne réponse (niv. 1)

- Pour faire passer du courant dans un dipôle, il faut que la tension aux bornes du dipôle soit - quelconque - nulle - non nulle - positive - négative.
- Lorsque la tension aux bornes d'un dipôle passif augmente, le courant qui le traverse - augmente - diminue - reste identique.
- Lorsque la tension aux bornes d'un dipôle diminue, le courant qui le traverse - augmente - diminue - reste identique.
- Pour augmenter le courant qui passe dans un dipôle passif, on doit - augmenter - diminuer - maintenir - la tension à ses bornes.
- Pour diminuer le courant qui passe dans un dipôle passif, on doit - augmenter - diminuer - maintenir - la tension à ses bornes.
- Dans une lampe de poche allumée, la tension aux bornes de l'ampoule dépend de - la pile - l'ampoule - du fil électrique utilisé
- Dans une lampe de poche allumée, pour changer la tension aux bornes de l'ampoule, on doit - changer d'ampoule - changer de pile - changer les fils.

- Dans une maison belge, la tension aux bornes de la prise d'une chaîne hi-fi allumée dépend de - la prise - de la puissance de la chaîne hi-fi - des fusibles - du nombre de h.p. utilisés.
- Une pile *non utilisée* génère - une tension - un courant - une tension avec un courant.
- Une pile *utilisée* génère - une tension - un courant - une tension avec un courant.
- Le courant est - la cause - la conséquence - l'opposition - l'inverse - de la tension.

Ex 3.15 : Quelle tension est créée avec un travail de 200J sur 50C? (niv. 2)

Ex 3.16 : Quelle tension est créée avec un travail de 600J sur 500C ? (niv. 2)

Ex 3.17 : Quelle quantité de charge est-elle contenue dans une pile 9V qui a "coûté" 1,8J ? (niv. 3)

Ex 3.18 : Quelle est l'énergie stockée dans une batterie d'accumulateurs de 6V qui contient $9 \cdot 10^{-5}C$ (niv. 4)

Ex 3.19 : Quelle est l'énergie stockée dans une batterie d'accumulateurs de 12V qui contient $50 \cdot 10^{-3}C$ (niv. 4)

Ex 3.20 : Quelle est l'énergie stockée dans une batterie d'accumulateurs de 12V qui contient 60Ah ? (niv. 4+)

Ex 3.21 : Quelle tension peut-on créer avec un travail de 15kJ sur $3\mu C$? (niv. 5)

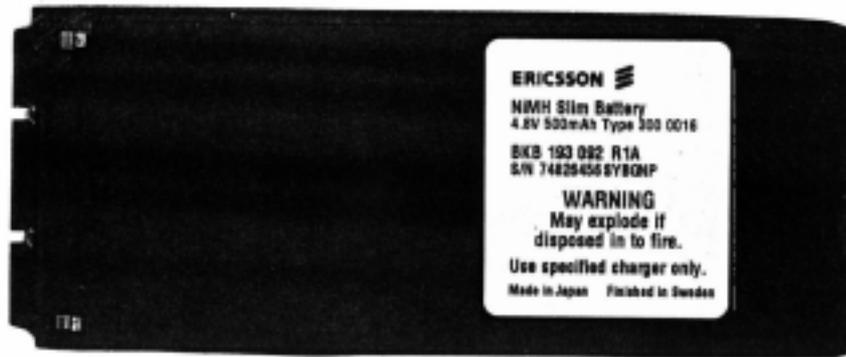
Ex 3.22 : Quelle tension est créée avec un travail de 6mJ sur $30\mu C$? (niv. 5)

Ex 3.23 : Quelle quantité de charge faut-il pour créer une tension de 300kV avec 90mJ ? (niv. / examen janvier 2001)

Ex 3.24 : Quelle est l'énergie stockée dans la batterie rechargeable ? (niv. 6)



Ex 3.25 : Quelle est l'énergie stockée dans la batterie de GSM suivante ? (niv. 6)



Ex 3.26 : Quelle est l'énergie stockée dans la batterie GSM un peu spéciale ci-dessous ? (niv. 6)



Ex 3.27 : Calculer l'énergie totale contenue dans l'accu CP300H détaillé ci-dessous (niv 6 / examen janvier 2001)

ACCUS POUR TÉLÉPHONIE



CP 300 H



T 335



3 V 280

Accumulateurs Ni-MH pour téléphones portables.
 Les modèles 3,6 V sont équipés d'un connecteur.

		mAh	V	Ø x H (mm)
CP300H	Ni-MH	300	2	25,1 x 7,55
T 335 "Trafle"	Ni-MH	300	3,6	520 x 48 x 11
3V280 (cylindrique)	Cd-Ni	280	3,6	24 x 26

Designation		Reference	FRF TTC
CP300H	2 V	21.2964	27,00
T 335 "Trafle"	3,6 V	21.2965	84,00
3V280 (cylindrique)	3,6 V	21.2969	59,00