

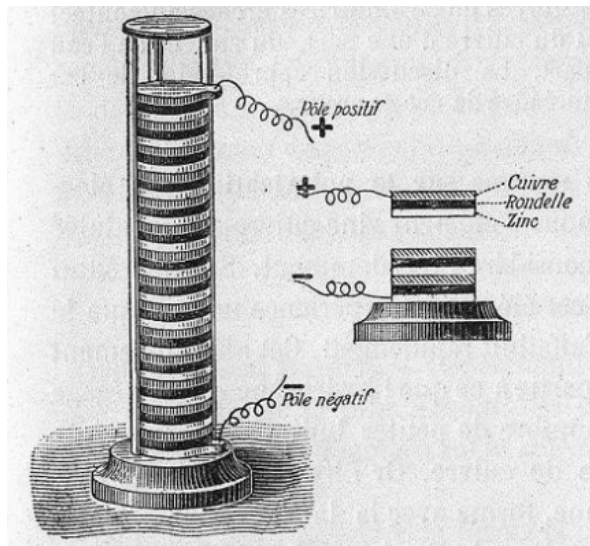


Chapitre C10

Piles et oxydoréduction

📖 Chapitre 19 page 327

I. La Pile de Volta



Dans une lettre qu'il adresse au président de la Société Royale de Physique à Londres, le 20 mars 1800, l'italien Alessandro Volta (1745 – 1827), décrit minutieusement les expériences qui lui ont permis de réaliser la pile qui porte son nom :

« Oui, l'appareil dont je vous parle, et qui vous étonnera sans doute, n'est qu'un assemblage de bons conducteurs de différentes espèces, arrangés d'une certaine manière. Vingt, quarante, soixante pièces de cuivre, ou mieux d'argent appliquées chacune à une pièce d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, et un nombre égal de couches d'eau, ou de quelque autre humeur qui soit meilleure conductrice que l'eau, simple, comme l'eau salée, la lessive ou des morceaux de carton imbibés de ces humeurs ; de telles couches

interposées à chaque couple ou combinaison des deux métaux différents ; une telle suite alternative, et toujours dans le même ordre, de ces trois espèces de conducteur, voilà tout ce que constitue mon nouvel instrument....il est capable de donner la commotion toutes les fois qu'on le touche convenablement, quelque fréquents que soient ces atouchements.»

Q1. Décrire comment Volta a réalisé sa première pile et justifier ainsi le nom de «pile » donné à cet objet.

Q2. Que signifie le mot « humeur » dans ce texte ?

Q3. Proposer une liste de matériel qui permettra de réaliser cette pile.

Q4. Comment peut-on s'assurer qu'il s'agit bien d'une pile ?

Q5. Réaliser l'expérience à l'aide du matériel disponible. Justifier la réponse précédente et noter vos observations.

II. La pile Daniell :

En 1836, le physicien et chimiste anglais Daniell (1790-1845) améliore la pile Volta en utilisant des plaques de cuivre et de zinc, une solution de sulfate de cuivre (II), une solution de sulfate de zinc.

➤ Ouvrir l'animation : « 1S-TPC11-voltaicCellEMF.swf » et réaliser une telle pile sur l'ordinateur. Répondre par VRAI ou FAUX aux propositions suivantes en justifiant les réponses.

Q6. Le métal doit être en contact avec la solution contenant le cation métallique correspondant.

Q7. La tension aux bornes de la pile ne dépend pas des métaux présents.

Q8. La tension aux bornes de la pile dépend beaucoup des concentrations des ions présents.

- En vous inspirant de l'animation précédente, réaliser expérimentalement cette pile Daniell.

Q9. Schématiser la pile, représenter le voltmètre permettant de mesurer la tension U_{CuZn} . Préciser la position des bornes COM et V.

Q10. Mesurer cette tension et reporter sa valeur dans le compte-rendu.

Q11. Identifier les bornes positive et négative de cette pile.

Q12. Que se passe-t-il si on enlève le pont de jonction (pont salin) qui relie les deux solutions ?

III. Interprétation microscopique du fonctionnement d'une pile :

- Remplacer le voltmètre par une résistance de 11Ω associée en série avec un ampèremètre.

Q13. Noter la valeur de l'intensité du courant. Que devient cette valeur après avoir retiré le pont salin ?

Q14. Indiquer sur un schéma du circuit, les bornes mA et COM de l'ampèremètre. Préciser le sens du courant. Est-il conforme à la polarité de la pile établie précédemment ?

Q15. Quels sont les porteurs de charge en mouvement dans le circuit extérieur de la pile ? Indiquer leur sens de déplacement. On pourra s'aider de l'animation précédente.

Q16. Décrire ce qui se passe :

- au niveau de la plaque de cuivre,
- au niveau de la plaque de zinc.

Q17. Écrire la demi-équation de la réaction ayant lieu à l'anode de la pile. Préciser s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

Q18. Écrire la demi-équation de la réaction ayant lieu à la cathode de la pile. Préciser s'il s'agit d'une oxydation ou d'une réduction.

Q19. En déduire l'équation globale de fonctionnement de la pile.

IV. La pile à combustible :

« Le dihydrogène répond à deux défis de notre société : développer de nouvelles énergies et réduire leur impact sur l'environnement. Le dihydrogène est une énergie prometteuse pour rendre les véhicules propres, grâce aux récentes innovations pour le produire, le stocker et le distribuer.

Aujourd'hui, plus de 80 % de l'énergie produite et consommée dans le monde est issue de sources fossiles non renouvelables : charbon, pétrole ou gaz naturel. Or ces ressources sont limitées. Leur utilisation est à l'origine de pollutions atmosphériques importantes qui participent à la multiplication des événements climatiques majeurs ou à la fonte des glaces. Il faut donc trouver de nouvelles sources d'énergie plus propre. Le dihydrogène est une des solutions pour répondre à ce double défi, énergétique et environnemental puisque son utilisation n'émet que de l'eau.

Qu'est-ce que l'hydrogène ?

❖ Hydrogène : H.

- Élément le plus simple : 1 proton, 1 électron.
- Atome le plus léger.
- Élément le plus abondant dans l'Univers.
- Se sépare difficilement de ses compagnons C ou O.
- Est un des constituants de l'eau (H_2O).
- Est un constituant du méthane (CH_4).
- Associé à son jumeau, il forme un gaz, H_2 .

❖ Dihydrogène : H₂.

- Gaz le moins dense.
- 1 kg de dihydrogène contient autant d'énergie que 2,4 kg de gaz naturel ou 2,8 kg d'essence.
- Est déjà utilisé comme carburant des fusées.
- Est déjà utilisé pour enlever le soufre des carburants issus du pétrole.

La pile à combustible

Le dihydrogène n'est pas une source, c'est un vecteur d'énergie. En effet, il faut un apport d'énergie pour le séparer des éléments auxquels il est lié à l'état naturel. Il libère à son tour de l'énergie lorsqu'il se combine à nouveau avec d'autres éléments.

La pile à combustible utilise ce principe : le dihydrogène réagit avec l'oxygène pour former de l'eau et créer un courant électrique. Totalement silencieuse, elle produit une tension de 110 ou 230 V, pour une puissance de 500 à 2500 W.

Comment fabrique-t-on de le dihydrogène ?

Le dihydrogène n'existe pas sous forme libre dans la nature, il faut le dissocier des atomes auxquels il est lié. Cela se fait principalement par reformage⁽¹⁾ à partir du gaz naturel ou par électrolyse⁽²⁾ à partir de l'eau. Actuellement, la majorité du dihydrogène produit l'est à partir de méthane.

Bilan environnemental de la pile à hydrogène

Afin de comparer les quantités de CO₂, gaz à effet de serre, émises par des voitures à essence et des voitures équipées de piles à hydrogène, il faut prendre en considération les émissions liées à la production du carburant et à son utilisation dans le véhicule.

Et demain ?

Le dihydrogène est aujourd'hui une molécule essentiellement utilisée dans l'industrie.

Plusieurs défis restent à relever pour permettre une plus large diffusion. Les ingénieurs s'emploient à développer des technologies vertes pour produire le dihydrogène, à améliorer son stockage et son réseau de distribution et enfin à diminuer le coût de la pile à hydrogène.

Aujourd'hui déjà, le dihydrogène est utilisé pour propulser des voitures ou comme source d'électricité pour alimenter des sites isolés.

(1) reformage : procédé industriel permettant, par chauffage, de transformer le méthane en dihydrogène et dioxyde de carbone.

(2) électrolyse : décomposition chimique produite par un courant électrique. »

d'après www.cite-sciences.fr – observatoire des innovations

Q20. Pourquoi le dihydrogène n'est-il pas une source d'énergie ?

Q21. D'où provient le dihydrogène utilisé dans les piles à combustible ?

Q22. Quels sont les progrès à réaliser pour une plus large utilisation de la pile à combustible ?