# « [Science et technique] Le cyclotron », *La Lutte syndicale. Organe officiel de la Fédération suisse des ouvriers sur métaux et horlogers* (6 août 1947)[[1]](#footnote-1)

[fr] L’article présente le cyclotron, inventé par le physicien américain Ernest Lawrence, comme un instrument majeur de la recherche atomique. Il en décrit le fonctionnement technique, basé sur l’accélération de particules grâce à un champ magnétique et à des ondes haute fréquence, et souligne ses capacités impressionnantes atteintes aussi bien aux États-Unis qu’à l’EPF de Zurich. Considéré comme source de neutrons, l’appareil permet des transmutations nucléaires et la production de radioéléments artificiels, déjà utilisés en biologie et en médecine. L’auteur insiste à la fois sur les dangers liés à ces projectiles et sur les perspectives révolutionnaires ouvertes par la maîtrise de l’énergie intra-atomique, pressentie comme une transformation économique sans précédent.

[de] Der Artikel stellt den vom amerikanischen Physiker Ernest Lawrence erfundenen Zyklotron als ein zentrales Instrument der Atomforschung vor. Er beschreibt dessen technische Funktionsweise, die auf der Beschleunigung von Teilchen durch ein Magnetfeld und hochfrequente Wellen beruht, und hebt die beeindruckenden Leistungen hervor, die sowohl in den Vereinigten Staaten als auch an der ETH Zürich erreicht wurden. Als Neutronenquelle genutzt, ermöglicht das Gerät Kerntransmutationen und die Herstellung künstlicher Radioelemente, die bereits in Biologie und Medizin Anwendung finden. Der Autor betont sowohl die Gefahren, die mit diesen Projektilen verbunden sind, als auch die revolutionären Perspektiven, die sich aus der Beherrschung der intraatomaren Energie ergeben, welche als eine ökonomische Umwälzung ohnegleichen gilt.

[it] L’articolo presenta il ciclotrone, inventato dal fisico americano Ernest Lawrence, come uno strumento fondamentale della ricerca atomica. Ne descrive il funzionamento tecnico, basato sull’accelerazione delle particelle tramite un campo magnetico e onde ad alta frequenza, e sottolinea le capacità impressionanti raggiunte sia negli Stati Uniti che al Politecnico federale di Zurigo. Considerato una fonte di neutroni, l’apparecchio consente trasmutazioni nucleari e la produzione di radioelementi artificiali, già impiegati in biologia e medicina. L’autore insiste sia sui pericoli legati a questi proiettili, sia sulle prospettive rivoluzionarie aperte dal controllo dell’energia intra-atomica, vista come una trasformazione economica senza precedenti.

[en] The article presents the cyclotron, invented by American physicist Ernest Lawrence, as a key instrument in atomic research. It describes its technical operation, based on the acceleration of particles through a magnetic field and high-frequency waves, and highlights the impressive capabilities achieved both in the United States and at ETH Zurich. Used as a source of neutrons, the device enables nuclear transmutations and the production of artificial radioelements, already applied in biology and medicine. The author emphasizes both the dangers associated with these projectiles and the revolutionary prospects opened by the mastery of intra-atomic energy, seen as an unprecedented economic transformation.

L’un des plus puissants instruments que l’homme ait imaginés, pour dompter les forces de la nature, est le cyclotron.

Celui-ci, considéré comme appartenant à l’arsenal de l’artillerie atomique, est capable de lancer à des vitesses initiales prodigieuses des projectiles qui ne sont autres que des noyaux d’atomes.

Ces projectiles, à la sortie du cyclotron, sont projetés sur une cible ; ceux-ci peuvent être, par exemple, des noyaux d’hydrogène ordinaire ou protons, ou bien des noyaux d’hydrogène lourd ou deutons, ou encore des noyaux d’hélium ou particules alpha.

On a choisi ces noyaux parce qu’ils sont stables et sont les seuls que les physiciens sachent produire aujourd’hui en quantité suffisante ou que l’on puisse trouver dans la nature ; certains corps radioactifs naturels sont en effet des sources de particules alpha.

Généralement, le cyclotron n’est pas utilisé pour bombarder directement les éléments que l’on veut transformer ; il est employé comme source de neutrons. Les neutrons, dépourvus de toute charge électrique, éprouvent moins de difficultés que les particules, chargées électriquement, à franchir la barrière de potentiel qui défend le noyau.

Ils constituent aujourd’hui le moyen le plus efficace que nous possédions pour transmuter les éléments. Le cyclotron utilise le plus souvent la réaction des deutons sur le lithium : le projectile lancé par l’appareil heurte une cible garnie de lithium ; il fracasse les noyaux de lithium en donnant naissance à de l’hélium, avec une abondante projection de neutrons.

Le cyclotron, inventé par le physicien américain Lawrence, est le générateur à très grande vitesse le plus élégant et le plus ingénieux qui existe ; dans cet appareil, une tension relativement basse, mais alternative, à haute fréquence, accélère plusieurs fois le même atome. La particule, se déplaçant de plus en plus rapidement, doit toujours être ramenée en synchronisme dans le champ électrique alternatif ; sa déviation est obtenue par un fort champ magnétique.

Une image contenant croquis, diagramme, dessin, Dessin technique

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Les deux moitiés A et B (voir figure) d’une boîte métallique cylindrique, d’environ 1 m de diamètre et 25 centimètres de haut, dans laquelle on fait un vide très poussé, sont séparées l’une de l’autre par un intervalle diamétral.

Ces deux parties renferment chacune une électrode d’accélération, isolée l’une de l’autre, ainsi que de la boîte métallique. Elles sont reliées au pôle d’un générateur de courant de très haute fréquence, sous une tension d’environ 50 000 volts. De plus, la boîte est placée dans le champ d’un puissant électro-aimant, représenté sur la figure par les flèches *F*.

Au milieu de la boîte métallique se trouve une source d’ions qui émet des noyaux d’atomes positifs entre les deux électrodes.

Supposons qu’il s’agisse d’un noyau positif, un deuton *D* par exemple, introduit dans l’intervalle des deux parties de la boîte.

À un moment donné, l’un des côtés de la boîte est positif et l’autre négatif ; le deuton est attiré dans la partie de la boîte négative. Sous l’effet de cette attraction, combinée avec l’action du champ magnétique, il décrit une trajectoire spirale qui, au bout d’un court laps de temps, l’amène dans l’autre partie de la boîte ; mais la fréquence du générateur est choisie telle qu’à ce moment la polarité des deux moitiés de la boîte ait changé de signe ; le deuton, en passant de l’une à l’autre, subit donc une nouvelle accélération ; il continue la course spirale et revient au voisinage de l’autre boîte au moment où celle-ci change de polarité et ainsi de suite.

À chaque passage d’une moitié de boîte à l’autre, la vitesse du projectile augmente et finit par atteindre un chiffre extrêmement élevé. Cette vitesse de rotation de 15 000 000 de tours par seconde, sur une circonférence de 50 centimètres de rayon, correspond à 30 000 kilomètres à la seconde, soit un dixième de la vitesse de la lumière.

Le projectile sort à un moment donné de l’appareil et vient frapper la cible qui, sous ce coup, projette des neutrons *N*.

La vitesse de sortie du projectile dépend avant tout des dimensions des boîtes, de la puissance de l’électro-aimant et de la fréquence développée par le générateur haute fréquence.

L’École polytechnique fédérale de Zurich possède un cyclotron d’une certaine importance : l’électro-aimant, construit par la Fabrique de machines Oerlikon, pèse 40 tonnes. Il a des pôles de 90 centimètres de diamètre, produisant une intensité de champ de 18 000 A/cm dans l’entrefer de 15 centimètres. La puissance aux bornes des bobines de l’électro-aimant est de 200 kW.

L’installation haute fréquence de ce cyclotron a été construite par Brown & Boveri. Il s’agit d’un générateur à haute fréquence de 50 kW produisant des ondes courtes de 20 mètres de longueur, dont la fréquence est ensuite quadruplée dans deux étages doubleurs successifs.

La chambre du cyclotron comportant les deux boîtes a été construite par l’Institut de physique de l’École polytechnique fédérale.

Aux États-Unis, berceau des cyclotrons, il existe une vingtaine de ces appareils en service dans différentes universités. L’un d’eux se trouvant à l’Université de Berkeley, en Californie, a un aimant pesant 400 tonnes et des pôles de 2,5 mètres de diamètre.

La même université avait commandé, en 1941, un appareil dont le noyau magnétique devait peser 4900 tonnes et dont le diamètre des pièces polaires devait être de 4,5 mètres. La plus grande dimension de cet appareil devait avoir 17 mètres. Les rayons émis seraient de 100 millions d’électrons-volts, correspondant à l’énergie radioactive de l’ultra-rayonnement cosmique.

Nous savons maintenant avec certitude que la transformation des atomes est la formidable source d’énergie à laquelle la vie des étoiles s’alimente. Elle fournit, en effet, plusieurs millions de fois plus d’énergie que les réactions chimiques.

Dans le cas du soleil, qui perd par rayonnement des quantités énormes d’énergie, celui-ci n’aurait pu subsister que 3000 ans s’il n’avait été alimenté que par la combustion du charbon et de l’oxygène dont cet astre est constitué.

On est arrivé à déterminer le phénomène qui se produit pour maintenir sa combustion éternelle, si l’on peut employer ce terme. L’hydrogène est transformé en hélium, le carbone servant de catalyseur, le phénomène se produisant en cinq étapes et développant environ 150 000 000 de grandes calories par gramme d’hydrogène transformé,

Malgré la température extrêmement élevée devant régner au centre du soleil, soit 20 000 000 de degrés, cette réaction atomique ne se produit que très lentement, heureusement.

Les projectiles lancés par le cyclotron sont fort dangereux pour l’homme. Aussi, de grandes précautions doivent être prises dans l’usage de l’appareil : il faut l’entourer de murs en ciment, maintenant une certaine épaisseur de terre, et la porte qui y donne accès, d’une construction analogue, est munie de galets, permettant son déplacement sur rails.

Parmi les réactions que peut provoquer un neutron pénétrant dans un noyau, il est une catégorie particulièrement intéressante : c’est celle qui donne naissance aux radioéléments artificiels. Certains d’entre eux ont déjà trouvé de remarquables applications en biologie et en physique.

Le phosphore, par exemple, bombardé par les deutons, devient temporairement radioactif. Le rayonnement qu’il émet permet de suivre et de photographier son parcours et sa répartition dans les tissus vivants, lorsqu’il est injecté dans le corps de l’homme ou absorbé.

Le phosphore rouge, radioactivé par bombardement, est transformé en phosphate de soude. L’injection de ce sel dans le corps peut guérir la maladie de la moelle des os, caractérisée par un excès de globules rouges du sang.

Dans le monde entier, de nombreux savants sont maintenant à l’œuvre, armés de cyclotrons, pour étudier les phénomènes de transmutation artificiels. On entrevoit la captation de l’énergie intra-atomique, concentrée dans le noyau des atomes, ce qui sera la plus grande révolution économique que le monde ait jamais connue.

1. [NdE] Signé Cl. [↑](#footnote-ref-1)