

## Quelques expériences inspirées par le monopôle magnétique leptonique de G. Lochak

G. DE LACHEZE-MUREL<sup>1</sup>, D. FARGUE<sup>1</sup>, C. DAVIAU<sup>1</sup>,  
M. KARATCHENTZEFF<sup>1</sup>, A. MARIZY<sup>1</sup>, D. PRIEM<sup>2</sup>, G. RACINEUX<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fondation Louis de Broglie, 23 rue Marsoulan, 75012 Paris, France  
email: [claude.daviau@nordnet.fr](mailto:claude.daviau@nordnet.fr), [danielfargue@sfr.fr](mailto:danielfargue@sfr.fr),

<sup>2</sup> Institut de recherche en génie civil et mécanique (GeM) UMR CNRS 6183,  
Université de Nantes, Centrale Nantes,  
email: [guillaume.racineux@ec-nantes.fr](mailto:guillaume.racineux@ec-nantes.fr), [didierpriem@orange.fr](mailto:didierpriem@orange.fr)

RÉSUMÉ. Nous rapportons les résultats de quelques mesures ayant montré une augmentation du taux de deutérium dans l'eau à la suite de décharges électriques de quelques kV du type de celles utilisées en électroformage, avec ou sans fil métallique pour initier la création d'un arc. Elles ont été suggérées par la recherche d'effets dus au monopôle magnétique de Georges Lochak.

### 1 Introduction

Dès 1983 Georges Lochak proposait une famille d'équations issue de l'équation de Dirac de l'électron, comme pouvant décrire des monopôles magnétiques [1]. Elles possèdent en effet toutes les propriétés de symétrie caractéristiques de ce type de particule, comme l'avait déjà prévu P. Curie [2]. Ces monopôles n'ont pas de charge électrique mais une charge magnétique. Ils ne sont pas des bosons mais des fermions légers, peuvent être insérés dans un modèle plus général de physique relativiste comme leptons, insensibles aux interactions fortes, avec un terme de masse non linéaire, et une invariance de jauge différente de l'invariance de jauge de l'électron [3] [4]. Cette physique du monopôle magnétique a été étudiée conjointement par Georges Lochak et Harald Stumpf [5]. Un cas particulier simple du terme général de masse est le cas où ce terme est nul, auquel cas l'onde a des propriétés similaires à l'onde d'un neutrino, avec une onde purement gauche, ou purement droite, mais avec en plus une charge magnétique.

Cette équation décrit une particule sans masse qui peut être considérée comme un neutrino magnétiquement excité dont la charge mag-

nétique obéit à la relation de Dirac la reliant à la charge électrique de l'électron. Ce monopôle magnétique est alors un lepton et peut être inséré dans un schéma général des particules, à condition d'envisager des extensions de la théorie quantique des champs, comme l'ont proposé plusieurs auteurs [3], [5].

La création éventuelle de ces monopôles reste mystérieuse et la détection en est difficile malgré la valeur importante de la charge magnétique élémentaire (en unités de Gauss, qui permettent de comparer directement magnétisme et électricité,  $137/2$  fois la charge de l'électron). <sup>1</sup>

En effet, l'antiparticule d'un monopôle est un monopôle de même charge, ce qui empêche leur création simultanée, et l'interaction d'un monopôle avec une charge électrique comme un électron lié ne provoque aucun changement de niveau d'énergie, à l'inverse d'un photon. Une mesure directe du champ créé (par son flux magnétique, par effet Cerenkov etc.) serait en principe possible, mais n'a malheureusement pas encore été faite à notre connaissance.

C'est pourquoi nous ne disposons pour l'instant que d'indices, correspondant à des phénomènes difficilement explicables autrement et qui pourraient être liés à l'action de ces monopôles.

C'est le cas du "rayonnement étrange" qui se manifeste lors de décharges électriques provoquées par l'explosion d'un fil de titane dans l'eau, étudiées par L. Urutskoev [7] et que nous avons reprises au laboratoire de Génie mécanique de l'Ecole Centrale de Nantes [9] qui était équipé du matériel nécessaire pour ses études liées à l'électroformage.

Le premier effet qui suggère la possibilité de la présence de monopôles est la production de traces relevées sur des émulsions photographiques (films à rayons X). Ces traces [7], [8], [10] ne ressemblent pas à celles provoquées par des particules ionisées, sont sensibles à un champ magnétique [7], et présentent souvent des indices de chiralité propre au magnétisme [11].

Lors de ces mêmes expériences on a aussi constaté [7], [12] un ensemble de transmutations qui se traduisent en particulier par un changement dans la composition isotopique du titane composant le fil qui explose en

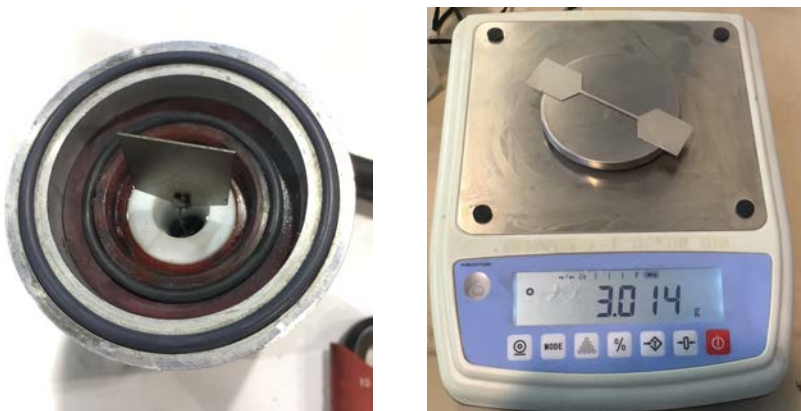
---

<sup>1</sup>A titre d'exemple, un tel monopôle (donc de charge magnétique  $3,29 \cdot 10^{-9}$  SI), acquiert en parcourant 0,1 m dans un champ de 1 Gauss =  $10^{-4}$  Tesla une énergie supplémentaire de  $3,29 \cdot 10^{-14}$  J = 205 keV qui serait donc acquise par un électron dans une différence de potentiel de 205 kV, ou un champ de 2,05 MV/m dans les mêmes circonstances.

déclenchant la décharge. C'est une autre transformation nucléaire associée, la production de deutérium à partir de l'hydrogène de l'eau, prévue par Georges Lochak [6] que nous avons cherché à mettre en évidence et qui fait l'objet de présent article.

## 2 Premier dispositif expérimental

Le principe du dispositif a déjà été décrit ailleurs [9] [10] . Nous en rappelons brièvement le principe. Dans un récipient clos en aluminium, conçu pour résister à la pression, on place une chambre isolée électriquement de 22 cm<sup>3</sup> en téflon et polyuréthane (voir les photos ci-dessous). Elle est remplie d'eau et traversée par un fil de titane qui explose lors de la décharge d'un condensateur (408  $\mu$ F, 3 à 7 kV) et initie un arc électrique dans l'eau. La durée de l'impulsion est typiquement de 70  $\mu$ s pour un pic de courant de 30 à 40 kA, et l'énergie dissipée va de 3 à 10 kJ.



**Fig. 1.** Sur la photo de gauche on voit, avant fermeture, le récipient en aluminium ainsi que la cavité isolante emplies d'eau et l'éprouvette de titane qui servira de fusible. Les joints toriques serviront à l'étanchéité du dispositif. La photo de droite montre le rétrécissement qui constitue le "fil" de titane qui sert de fusible et déclenche la production de l'arc.



**Fig. 2.** Vue de l'ensemble du dispositif, fermement maintenu dans une presse à cause de la violence des décharges. Le manomètre sert à vérifier le vide primaire dans la cavité avant la décharge. Le gaz est recueilli dans la petite bonbonne en inox sur la droite, une fois la décharge effectuée. Il est ensuite envoyé à l'analyse.

## 2.1 Analyse du gaz

Lors de la décharge une partie de l'eau est vaporisée et la température très élevée entraîne sa dissociation en hydrogène et oxygène gazeux. L'oxygène réagit alors avec le titane si bien que le gaz résiduel ne contient pratiquement plus que de l'hydrogène. Des analyses du gaz récupéré juste après le tir ont été réalisées au CEA, Centre de Saclay : CEA/DEN/DANS/DPC L3MR Laboratoire de Mesures et de Modélisation de la Migration des Radionucléides.

Sur 3 analyses de gaz, les résultats sont les suivants (précision  $\pm 1$  ppm):

Table 1: Rapport D/H dans le gaz

échantillon	valeur (ppm)	incertitude	écart à la référence
référence	150	1,5	
2015	168	1,7	18
2018 (A)	217	2,2	67
2018 (B)	226	2,3	76

Les données en ppm sont "en volume" (donc en moles).

Ces écarts sont significatifs et suggèrent la possibilité de réactions nucléaires lors d'expériences ayant mis en jeu des électrons de seulement 7 keV et un champ électrique de 175 kV/m (correspondant à 7 kV sur 4 cm).

## 2.2 Analyse de l'eau

Dans d'autres expériences nous avons recueilli l'eau restant dans la cuve, et procédé à des analyses après décantation. Celles des résidus solides ont été décrites ailleurs [10].

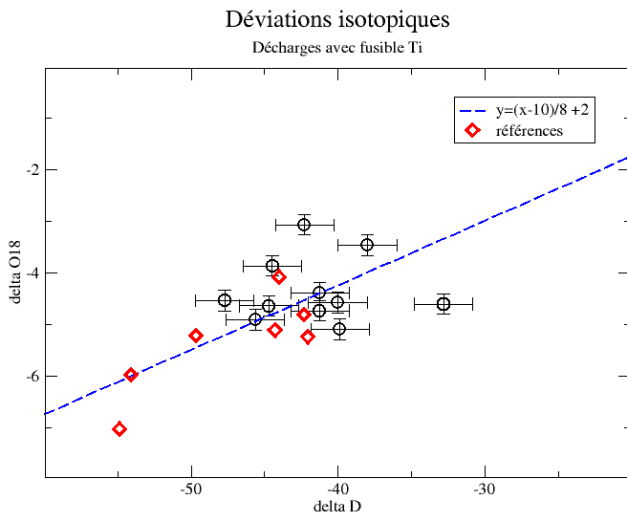
Les résultats doivent être interprétés selon la méthode classique utilisée en hydrologie qui combine la mesure de la variation de la teneur en deutérium avec celle de l'isotope 18 de l'oxygène [14]. En effet il nous faut distinguer le changement dû à des phénomènes classiques comme l'évaporation ou l'électrolyse, qui favorisent la présence des éléments lourds dans le liquide, d'un enrichissement en deutérium qui serait dû à un phénomène original.

Or les variations de HDO et de  $\text{H}_2^{18}\text{O}$  sont corrélées dans ces évaporations et se regroupent dans un diagramme  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  vs D/H sur ce qu'on nomme la "droite météorique" utilisée dans l'étude des précipitations en météorologie. Toute mesure de ces deux variations proche de cette droite peut être attribuée à un simple phénomène d'évaporation. Seuls les points en-dehors peuvent témoigner d'un changement isotopique dû à une transmutation.

Lors de deux séries d'expériences nous avons obtenu les résultats suivants, exprimés comme il est habituel par les variations en ‰

$$\delta O^{18} = \left( \frac{x}{x_{\text{VSMOW}}} - 1 \right) \times 1000 \text{ avec } x = \frac{O^{18}}{O^{16}}$$

VSMOW désignant le standard des eaux météoriques (définition similaire en D/H).

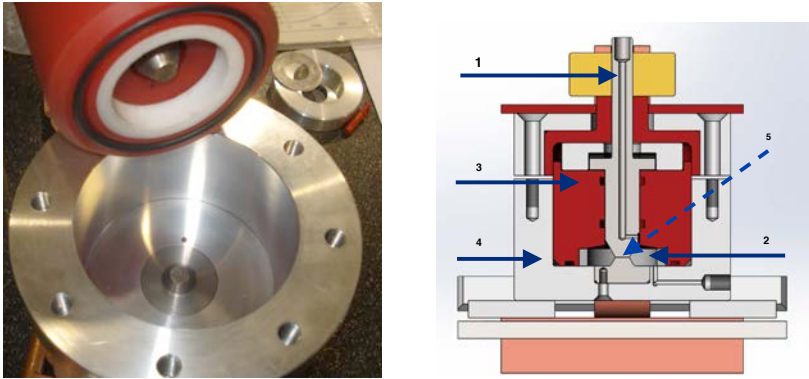


**Fig. 3.** Mesures des écarts relatifs (en ‰), par rapport à l'eau du standard VSMOW, des rapports D/H et  $O^{18}/O^{16}$  effectuées au CEA . Les mesures notées "références" désignent celles de l'eau utilisée, avant les tirs. Elles sont données ici avec leurs barres d'erreur typiques  $\pm 2$  pour D/H et  $\pm 0,2$  pour  $^{18}O/^{16}O$ .

On voit que, contrairement aux mesures effectuées dans le gaz, sur l'ensemble des 13 mesures, aucune ne semble vraiment dévier du standard, car elles sont trop proches de la "droite météorique" qui décrit de simples phénomènes d'évaporation/électrolyse.

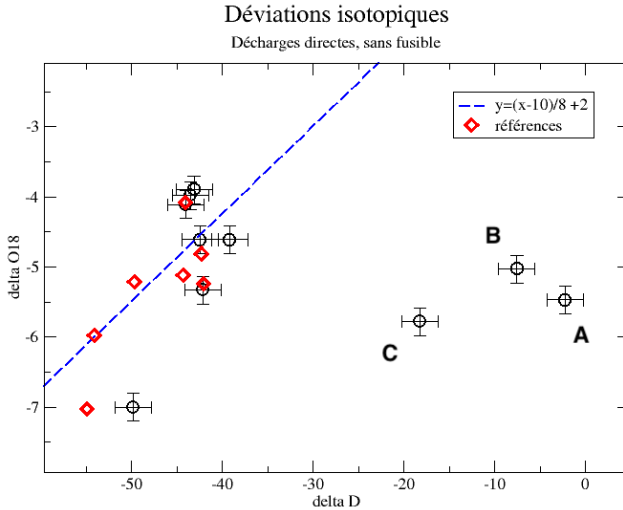
### 3 Deuxième dispositif expérimental

Dans un article précédent [15] nous avons déjà décrit la cuve de décharge, que nous rappelons brièvement ici. Le principe est similaire au précédent, mais ici la décharge est rendue possible simplement par la proximité des électrodes, de l'ordre de quelques millimètres. Cette cuve ne permet de recueillir que le liquide, il n'y a donc pas d'analyse de gaz.



**Fig. 4.** La deuxième cuve de décharge, conçue sans fil d'amorçage (électrodes en contact); 1, électrode positive, 2 chambre contenant l'eau, 3 isolant, 4 cuve en aluminium, à la masse, 5 emplacement de la décharge.

Dans cet article [15], à la suite de 23 tirs effectués à 3 kV, chacun d'énergie 2 kJ, nous avons trouvé un enrichissement très important, le rapport D/H passant de 157 ppm pour la référence à 194 ppm, et très peu de différence pour l'oxygène (donc bien en-dehors de la droite météorique). Ce résultat nous semble maintenant douteux, d'autant plus que des mesures faites quelques mois plus tard sur les mêmes échantillons ont montré une augmentation jusqu'à 390 ppm pour l'eau de la cuve et 200 ppm pour la référence. Le plus probable est une pollution mais cette lente évolution reste inexpliquée.



**Fig. 5.** Mesures des écarts relatifs (en ‰), par rapport à l'eau du standard VSMOW, des rapports D/H et  $O^{18}/O^{16}$  effectuées au CEA . Les mesures notées "références" désignent celles de l'eau utilisée, avant les tirs. Elles sont données ici avec leurs barres d'erreur typiques  $\pm 2$  pour D/H et  $\pm 0,2$  pour  $^{18}O/^{16}O$ .

Sur les 10 expériences la plupart n'ont pas donné d'évolution franche sauf trois, A, B, C sur le graphe.

- A:** 20 000 décharges d'un condensateur de 60 nF chargé à 12 kV soit en tout 86 kJ et 14,4 C. Accroissement de D/H de 7,4 ppm.
- B:** 24 décharges d'un condensateur de 408  $\mu$ F chargé à 3,13 kV soit en tout 48 kJ et 30,6 C. Accroissement de D/H de 7,4 ppm.
- C** 100 décharges d'un condensateur de 408  $\mu$ F chargé à 3,13 kV soit en tout 200 kJ et 127,7 C. Rapport D/H de 153 ppm (pas de référence, mais l'eau que nous utilisons fait en général 148 à 149 ppm). Accroissement probable de 4 ppm.



Là encore on constate la difficulté à reproduire les expériences, mais ceci est un caractère bien connu lié à l'instabilité de ce type de décharges.

## 4 Conclusions provisoires

Nous sommes bien conscients que ces résultats ne représentent qu'une première approche du problème de l'existence d'une formation de deutérium à partir d'hydrogène par un processus lié aux interactions faibles, comme proposé par Georges Lochak.

Les analyses de gaz ci-dessus montrent un net accroissement de la teneur en deutérium alors que des processus comme l'évaporation auraient plutôt tendance à défavoriser la concentration d'éléments lourds dans le gaz [16]. Il semble donc y avoir un phénomène à expliquer.

Les résultats des mesures effectuées dans l'eau appellent deux remarques.

Les expériences avec fusible en titane (figure 3) ne donnent pas d'augmentation de la teneur en deutérium vraiment significative. Mais les décharges ont eu lieu dans un volume rempli d'eau liquide de  $20 \text{ cm}^3$  qui est assez important au regard du volume probable du plasma dans lequel l'arc est produit et qui ne peut beaucoup différer du volume du fil de titane lui-même. Ceci peut expliquer la différence avec les mesures faites dans le gaz récupéré lors d'expériences similaires. Ce pourrait simplement être dû au fait que la production de deutérium a lieu dans le plasma gazeux qui ne représente qu'une faible part de la masse d'eau, et qu'il s'est trouvé préférentiellement sous forme gazeuse.

Les expériences faites avec la deuxième cuve, directement entre deux électrodes massives mais très proches (moins de 1 mm) ont été réalisées avec des volumes plus faibles et représentent l'accumulation de nombreuses décharges. Elles sont difficiles à effectuer, à cause de l'altération rapide de ces électrodes mais il semble bien comme le montre la figure 5 (points A, B, C) que lorsqu'on arrive à les répéter suffisamment, il y ait production de deutérium.

Nous n'avons pour le moment pas de preuves expérimentales au sens de la physique des particules à charge électrique, seulement des indices concordants de l'existence des monopôles magnétiques leptoniques de Georges Lochak. Mais les expériences que nous avons décrites ici nous semblent suffisamment suggestives pour mériter d'être poursuivies et soumises à un examen plus approfondi.

## Remerciements

Nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont aidés à réaliser ces expériences et en particulier Emmanuel Bon (à qui l'on doit le dessin des cuves de décharge), Emmanuel Marché au laboratoire de l'École centrale de Nantes, ainsi que Delphine Durand et Sébastien Savoye du CEN Saclay, qui se sont occupés des analyses.

## Références

- [1] G. Lochak : *Sur un monopôle de masse nulle décrit par l'équation de Dirac et sur une équation générale non linéaire qui contient des monopôles de spin  $\frac{1}{2}$* . Ann. Fond. Louis de Broglie, **8** n° 4 p. 345 (1983) and **9** n° 1 p. 5 (1984)  
 G. Lochak : *The symmetry between electricity and magnetism and the wave equation of a spin  $\frac{1}{2}$  magnetic monopole*. Proceedings of the 4-th International Seminar on the Mathematical Theory of dynamical systems and Microphysics. CISM 1985  
 G. Lochak : *Wave equation for a magnetic monopole*. Int. J. of Th. Phys. **24** n°10 p. 1019 (1985)  
 G. Lochak : *The Equation of a Light Leptonic Magnetic Monopole and its Experimental Aspects*, Z. Naturforsch. **62a**, pp. 231-246 (2007).
- [2] P. Curie, *Sur la symétrie dans les phénomènes physiques, symétrie d'un champ électrique et d'un champ magnétique* Journal de Physique, 3e série, t.III, 1894, p. 393
- [3] C. Daviau, J. Bertrand, *L'onde leptonique générale : électron + monopôle magnétique*, Ann. Fond. Louis de Broglie, **41**, 2016, pp. 73 - 97
- [4] C. Daviau, J. Bertrand, T. Socroun, D. Girardot, *Developing the Theory of Everything*, Ann. Fond. Louis de Broglie, Mémos, 2022, <https://fondationlouisdebroglie.org/MEMOS/ToE2.pdf>
- [5] G. Lochak, H. Stumpf *The leptonic magnetic monopole, theory and experiments*, Advances in imaging and electron physics, volume 189, Elsevier, Amsterdam, 2015
- [6] G. Lochak : *Un lepton magnétique capable d'intervenir dans les interactions faibles*, Ann. Fond. Louis de Broglie, **29** Hors-série 3, p. 1165 (2004)
- [7] L.I. Urutskoev, V.I. Liksonov, V.G. Tsinoev, Applied Physics (Russia) **4** p. 83 (2000)

- L.I. Urutskoev, V.I. Liksonov : *Observation of transformation of chemical elements during electric discharge* Ann. Fond. Louis de Broglie, **27** n°4 p. 701-726 (2002)
- L.I. Urutskoev : *Review of experimental results on low-energy transformation of nucleus*, Ann. Fond. Louis de Broglie, **29** Hors-série 3, p. 1149-1164 p. 701-726 (2004)
- [8] N.G. Ivoilov, *Low Energy Generation of the “Strange” Radiation*, Ann. Fond. Louis de Broglie, **31** p. 115 (2006)
- [9] D. Priem, G. Racineux, G. Lochak, C. Daviau, D. Fargue, M. Karatchentzeff, H. Lehn *Explosion électrique d’un fil de titane dans de l’eau en milieu confiné* Ann. Fond. Louis de Broglie, **33** n° 1-2 P. 129 (2008)
- [10] D. Priem, C. Daviau, G. Racineux, *Transmutations et tracks de monopôles obtenues lors de décharges électriques* Ann. Fond. Louis de Broglie, **34** n° 1 p. 103 (2009)
- [11] C. Daviau, J. Bertrand, *The standard Model of Quantum Physics in Clifford Algebra*, C. Daviau, J. Bertrand, World Scientific, Singapore 2016
- [12] V.D. Kuznetsov, G.V. Mishinsky, F.M. Penkov, V.I. Arbutov, V.I. Zhemnik, *Low Energy Transmutation of Atomic Nuclei of Chemical Elements*, Ann. Fond. Louis de Broglie, **28** p.173 (2003)
- [13] Ivoilov N.G., Urutskoev L.I. *The influence of “strange” radiation on Mössbauer spectrum of Fe57 in metallic foils*, Rus Applied Physics, 2004, no 5; Ann. Fond. Louis de Broglie, **29** p.1177 (2004)
- [14] H. Craig, *Isotopic variations in meteoric waters*, Science, **133** p. 1702 (1961)
- [15] G. de Lacheze-Murel, E. Bon, C. Daviau, D. Fargue, M. Karatchentzeff, G. Lochak, A. Marizy, D. Priem, G. Racineux, *Enrichissement d’eau en deutérium lors d’une décharge électrique*, Ann. Fond. Louis de Broglie, **41** p. 67 (2016)
- [16] M. Majoube, J. Chim. Phys., *Fractionnement en oxygène 18 et en deutérium entre l’eau et sa vapeur*, **68** (1971) 1423-1436