

# Un nouveau monopôle magnétique expérimentalement observable avec des effets nucléaires, chimiques, biologiques et cosmologiques.

Georges Lochak

Fondation Louis de Broglie, 23, rue Marsoulan, F-75012 Paris

## 1 - Introduction :

Le monopôle magnétique a été imaginé par Maxwell (1873), et ses lois de symétrie ont été décrites par Pierre Curie (1894). Dirac (1931) a calculé sa charge à partir de celle de l'électron, mais il a supposé qu'il devait être très lourd, pour expliquer qu'on ne l'observait pas, mais c'est faux : on le verra. Le monopôle est ainsi devenu une particule mythique réputée inobservable, une sorte de serpent de mer.

Le monopôle dont nous parlons ici, prévu théoriquement par Lochak (1983), est au contraire sans masse ou très léger, comme le photon ou le neutrino : **c'est un neutrino magnétiquement excité et il a été expérimentalement produit et observé.**

## 2 - Quelques mots sur la théorie :

Elle n'est pas basée sur la théorie du monopôle de Dirac mais sur sa célèbre théorie de l'électron (1928). La théorie consiste à prouver que l'équation de Dirac possède, outre son versant électrique connu, **un second versant qui est magnétique**. Il s'agit d'une particule sans masse, comme le neutrino, avec les mêmes lois de symétrie qui sont celles prévues par Curie depuis plus d'un siècle.

Contrairement aux autres théories du monopôle qui le rattachent aux « interactions fortes » qui règnent dans le noyau atomique, ce nouveau monopôle est doué « d'interactions faibles », comme le neutrino et la radioactivité bêta (celle qui émet des électrons et des neutrinos).

Mais il semble que personne ne se soit avisé (ce serait alors le mérite de l'auteur de ces lignes) que si l'on tente les mêmes démarches que celles qui ont abouti à l'équation de l'électron, on trouve une autre particule, non plus un électron mais un *monopôle magnétique*.

## III – Peut-on parler d'un monopôle? Raisons théoriques :

- 1) Tout d'abord, on trouve que la charge de la particule est obligatoirement une charge magnétique, pour des raisons de symétrie.
- 2) Toutes les lois de symétrie sur l'espace, le temps et la charge sont celles de Curie (Voir Bibliographie : Curie [3] et Lochak).
- 3) Les forces d'interaction électromagnétiques qu'on appelle ici les **pseudo-potentiels** sont ceux qu'on attendait et découlent de l'invariance de jauge. Ils apparaissent dans ma théorie du « photon magnétique » et déjà dans la théorie de la lumière de de Broglie [13], [14]. Prévus par Cabibbo et Ferrari [12],
- 4) Les courants électrique et magnétique, qui se conservent en vertu de l'équation, ont une forme qui élimine une objection contre l'hypothèse du monopôle magnétique (voir [8], [10]).

**A l'approximation de la mécanique classique, les équations du monopôle tendent [8], [10] vers l'équation de Poincaré [15] et satisfont à l'effet Birkeland.** Cet effet consiste en ce qu'un pôle d'aimant (donc un monopôle fixe) focalise les électrons dans un tube de Crookes : c'est une vieille expérience du XIX<sup>e</sup> siècle. Par symétrie, les monopôles légers doivent en faire autant dans le champ créé par une charge électrique fixe. C'est ce que dit mon équation du monopôle et on a donc là *une première confirmation expérimentale de la théorie* (même si la confirmation est indirecte).

En outre, on peut donner la version quantique de ce raisonnement et de celui de Poincaré. De là, on trouve que les phénomènes d'interaction entre un monopôle magnétique et une charge électrique se ramènent à des lois de mouvement d'une toupie obéissant à la mécanique quantique. Et de là, se déduit, sous une forme simple et plus générale, la relation de Dirac dont nous parlions plus haut, qui relie la charge électrique à la charge magnétique.

Enfin, on montre que **le monopôle décrit ici n'est rien d'autre qu'un neutrino magnétiquement excité** (un neutrino est une particule ultra légère et sans charge électrique qui est émise en concomitance avec un électron lors d'une *désintégration bêta*).

On voit donc qu'un neutrino, qui n'a en général pas de charge, peut acquérir une charge magnétique, mais non pas une charge électrique. De plus, cela signifie que **ce monopôle n'a pas seulement des interactions électromagnétiques, il peut intervenir dans des interactions nucléaires.**

**IV – Peut-on parler d'un monopôle? Raisons expérimentales :** Les premières expériences datent de 1998 à l'Institut Kurtchatov, à Moscou, sous la direction de *Léonid Urutskoïev*. Ce dernier reste l'inspirateur d'une tendance, développée également à l'Institut Unifié de Recherches Nucléaires de Doubna, sous la direction de *Vladimir Kouznetsov*, à l'Institut de Physique Générale de L'Académie des Sciences de Russie, sous la direction de *Henri Rukhadze*, et à l'Université de Kazan, sous la direction de *Nicolas Ivoïlov* (qui fait partie de l'équipe d'Urutskoïev).

Comme il arrive souvent, c'est une idée adventive de la théorie, ici : *l'hypothèse de l'action des monopôles sur les interactions faibles*, qui a attiré l'attention :

L'équipe d'Urutskoïev a découvert une *redistribution des isotopes* dans des feuilles de titane, sous l'effet de décharges électriques (0,1 ms, 5 kV, 60 kJ) en milieu liquide, ainsi que *l'apparition d'éléments chimiques initialement absents*. Et cela sans aucune radioactivité. L'effet est répétable avec une grande précision [16], [17], [18] et [19]. Le caractère nucléaire de l'effet observé, l'absence d'interactions fortes et les basses énergies mises en jeu ont suggéré le rôle *d'interactions faibles*, mais la petite section efficace de ces dernières a suggéré la présence d'un *catalyseur*, qui restait à trouver.

Or le phénomène produit un « rayonnement étrange ». En partie électromagnétique, il comprend les raies des éléments créés par suite de la décharge électrique et déjà identifiés par spectrographie de masse sur les débris de titane. Mais il transporte « autre chose » : des *particules*, qui laissent sur les émulsions photographiques des *traces*, que les spécialistes n'avaient encore jamais rencontrées : discontinues (en forme de chenilles), épaisses, elles correspondraient à 1 GeV pour une charge électrique. Ce que dément l'absence d'électrons  $\delta$  et le fait que les particules traversent des mètres d'air et d'autres matériaux. Elles ne sont donc pas électriques mais, cependant, pas neutres puisqu'elles laissent des traces et que les particules neutres n'en laissent pas.

#### **Ces particules réagissent à un champ magnétique :**

1) Un *champ magnétique* de 20 *ærstedes* appliqué à la source du rayonnement transforme complètement les traces en des sortes de « *comètes* » même à plusieurs mètres de la source (Urutskoïev).

2) Les particules en question sont focalisées par des bobines magnétiques, qui créent ainsi des faisceaux (Ivoïlov)

3) Il se trouve que l'élément le plus sensible à *l'effet Mössbauer* est en même temps magnétique, c'est le fer cinquante-sept :  $Fe^{57}$ , qui est un *piège à monopôles*. Un échantillon de  $Fe^{57}$  est soumis au « rayonnement étrange » à quelques mètres de la source, avec un pôle d'aimant qui écarte les monopôles (supposés) d'un signe et attire les autres. On retire ensuite l'échantillon et l'on étudie par effet Mössbauer sa raie  $\gamma$  caractéristique : *la raie est nettement déplacée*. On recommence l'expérience en changeant le pôle d'aimant : *le déplacement est dans l'autre sens*. Ce qui suggère évidemment qu'on a successivement piégé les monopôles nord et sud dans un mélange incident (Urutskoïev et Ivoïlov).

4) Ce qui précède montre que le « rayonnement étrange » crée un *magnétisme induit durable* : ainsi, l'irradiation avait lieu à Moscou, chez Urutskoïev et la mesure Mössbauer à Kazan, chez Ivoïlov après quelques heures de transport d'avion, de l'échantillon de  $Fe^{57}$ . Autre signe de magnétisme induit, on a remarqué que les débris de titane, après la décharge électrique, sont attirés par un aimant (le titane n'est pas un métal magnétique). Par ailleurs, on a constaté qu'une boîte de Piétri irradiée à quelques mètres de la source, puis éloignée et conservée dans une armoire sur une émulsion photographique enveloppée dans du papier noir, fait apparaître dans l'émulsion les traces caractéristiques en chenilles (observation dédiée aux mânes d'Henri Becquerel !).

Mais tous les effets induits par les monopôles disparaissent au bout d'environ trois jours : signe d'une *durée de vie* que la théorie actuelle ne prévoit pas.

Ne subsistent que les transitions nucléaires ou chimiques.

#### **Autres effets à distance :**

a) *Action chimique* : les monopôles *détruisent du nitrate d'ammonium* ( $NH_4NO_3$ ) à plusieurs mètres de distance. Expériences réalisées, à la suite de la catastrophe AZF de Toulouse, par L. Urutskoïev, avec la participation d'un spécialiste en explosifs.

Le but était de vérifier s'il était possible qu'une forte décharge électrique, en émettant un flot de monopôles, mette le feu à distance à un stock de nitrates. L'idée est venue de ce que le même soupçon a été émis auparavant à propos d'une explosion électrique survenue dans la salle des machines de Tchernobyl quelques secondes avant la catastrophe nucléaire, aurait pu en être la cause en envoyant un flot de monopôles dans le réacteur.

Dans les deux cas, la réponse est positive quant à la possibilité, mais évidemment sans prouver qu'il en a été véritablement ainsi. En tout cas, l'expérience sur le nitrate d'ammonium prouve l'action à distance du « rayonnement étrange ».

b) *Action biologique* : Une équipe de biologistes dirigée par Pryakhine, de Chelyabinsk, a pratiqué des expériences avec la participation d'Urutskoïev. Ils ont soumis des souris au rayonnement « étrange » des monopôles, à une distance de 1 m de la source [20] et ont constaté que le rayonnement augmente le nombre de cellules dans la moelle osseuse par augmentation de la division cellulaire. Le rayonnement ne semble pas produire d'effet genotoxique, mais il conduit, au contraire, à faire décroître une fois et demie l'effet genotoxique d'une radiation  $\gamma$  survenue ensuite. Les biologistes y voient une « réponse adaptative ».

c) *Les images chirales* : A Kazan, Ivoïlov a créé des monopôles de beaucoup plus faible énergie que ceux d'Urutskoïev. Ils laissent les mêmes traces dans les émulsions photographiques, mais de forme plus tourmentée.

En outre, Ivoïlov a su créer un miroir à monopôles, et distinguer sur la même pellicule, la trace « aller » d'un monopôle allant *vers* le miroir, de la trace « retour ». Les traces étant de formes complexes, on peut être sûr que, sur une paire, il s'agit de la particule.

Or, les deux traces sont *identiques*, à de légères déformations près. Le fait qu'elles soient identiques (et non pas inversées comme les images optiques) est une marque de la *chiralité du monopôle*<sup>1</sup>, prévue par la théorie. Elles sont tournées  $180^\circ$  l'une par rapport à l'autre dans le plan de l'image, ce qui est une autre preuve de la chiralité la *symétrie par rapport à un centre* car c'est, là encore, une propriété de la chiralité.

Tout ceci montre combien la théorie du monopôle est dominée par les lois de symétrie, comme l'avaient parfaitement compris Maxwell et Curie.

---

<sup>1</sup> Rappelons que la *chiralité* est la propriété, pour un objet quelconque, d'être droit ou gauche, comme la main (*keir* en grec), propriété découverte par Pasteur sur les cristaux d'acide lactique : il y a donc des monopôles gauches ou droits ce que Pierre Curie avait prévu, et qui découle de la présente théorie de l'auteur.

### L'enrichissement de l'uranium, la radioactivité $\beta$ :

Nous venons de décrire des effets à distance qui suggèrent que les phénomènes produits par des décharges électriques en milieu liquide sont dus à la propagation d'un rayonnement transportant des particules dont certains effets montrent qu'elles doivent être chargées de magnétisme.

Presque tous les effets décrits plus haut ne sont pas nucléaires, alors que nous disions que ce sont des transmutations, notamment des changements de composition isotopique de certains éléments, qui ont attiré l'attention d'Urutskoiev et l'on conduit à rejoindre la théorie exposée ici.

Certains physiciens ont suggéré que ces transmutations pourraient être dues à des accumulations d'électrons, les *clusters*, créés par la décharge électrique, mais rendus fugaces par la proximité des électrons et la répulsion coulombienne. Urutskoiev et moi n'y croyons pas car la théorie en question ne dispose pas d'une équation capable de prévoir des effets. Je me contenterai de renvoyer le lecteur à [18] et aux travaux cités.

1) *L'enrichissement de l'uranium* : C'est sur cet exemple qu'a opéré Urutskoiev. Dans l'éprouvette en polystyrène comprimé, pleine d'eau, traversée par le mince conducteur de titane qui explosera sous l'effet de la décharge électrique, on dilue dans l'eau une certaine quantité de sels d'uranium ( $UO_2SO_4$ ) [18], avec la proportion naturelle des deux isotopes  $^{238}U$ ,  $^{235}U$ , facilement mesurable grâce à la radioactivité.

On constate qu'à la suite de la décharge, l'uranium s'est fortement enrichi en  $^{235}U$ . Mais on montre qu'il n'y a pas eu de transmutation de l'isotope  $^{238}U$  en  $^{235}U$  : ils ont seulement baissé l'un et l'autre dans des proportions différentes, au profit de  $^{235}U$ . Mais où s'est produit le phénomène ?

Il y a deux possibilités :

a) Soit la quantité d'isotopes baisse uniquement dans l'uranium qui se trouve dans la zone plasmatisée très mince qui entoure le conducteur de titane (donc par l'accumulation de charges électriques qui s'y produit) ;

b) Soit cette quantité baisse dans l'ensemble de l'éprouvette, étant donné que les sels d'uranium y sont uniformément dilués. On peut prévoir une grande différence (les volumes de l'ensemble de l'éprouvette et de la zone plasmatisée sont dans un rapport de l'ordre de 2000). Je passe sur cette mesure en renvoyant aux travaux d'Urutskoiev : disons seulement qu'elle montre que le phénomène ne s'est pas cantonné à la zone plasmatisée et qu'il se produit, pour le moins, sur une grande partie du volume.

C'est la thèse d'un phénomène causé par un *rayonnement émis* par le conducteur de titane et se propageant dans l'espace qui est favorisée, confirmant les exemples cités plus haut : autrement dit, c'est la thèse du *monopôle* qui sort renforcée. A la différence des exemples précédents, il s'agit ici d'un phénomène nucléaire.

2) *La radioactivité  $\beta$* . Signalons d'abord qu'il existe des atomes qui possèdent des états nucléaires suffisamment instables pour que leur durée de vie soit influencée par l'état chimique de l'atome, donc par l'état du cortège électronique [21], [22], [23], [24].

C'est le cas de certaines radioactivités  $\beta$  : ainsi, le noyau du rhénium  $^{187}R$  voit sa durée de vie  $\beta$  diminuer de  $3.10^{10}$  ans à 30 ans si l'atome est entièrement ionisé [24], on a donc un rapport de  $10^{-9}$  !

Urutskoiev a rapproché ce phénomène de l'effet Kadomtsev qui consiste en la déformation du cortège atomique sous l'effet d'un champ magnétique très intense [25]. L'atome prend la forme d'un cigare autour duquel s'enroulent les trajectoires électroniques. Bien que l'analyse quantique soit plus subtile, on peut dire de façon intuitive que cet allongement des trajectoires éloigne les électrons du noyau pendant une partie de leur révolution, ce qui équivaut à une ionisation partielle.

Si le noyau est radioactif  $\beta$  on peut s'attendre à une réduction du temps de vie. Mais malheureusement, il faudrait des champs magnétiques géants, de l'ordre de  $10^9$  œersteds pour atteindre une déformation suffisante du cortège électronique. Cependant, Urutskoiev a remarqué que, contrairement à une particule électrique, un monopôle peut s'approcher de très près d'un noyau atomique, si bien qu'il peut créer localement, en passant dans la matière, un champ magnétique de cet ordre.

Des expériences d'Ivoilov [26] paraissent confirmer cette hypothèse d'Urutskoiev : *le temps de vie d'un échantillon radioactif  $\beta$  semble bien diminuer sous l'irradiation par des monopôles.*

Enfin, les monopôles légers dont nous parlons, étant des états excités du neutrino, comme nous l'avons dit plus haut, on peut prévoir [10] que, dans certains cas, un corps radioactif bêta pourrait se désintégrer en émettant un monopôle magnétique au lieu d'un neutrino<sup>2</sup>.

Cette prévision semble bien, elle aussi, se vérifier dans une expérience d'Ivoilov [26]. Ceci vient en renfort de l'idée émise depuis longtemps [10], d'une observation arctique.

### **Les possibilités d'observation dans des zones arctiques.**

D'après une théorie bien confirmée par l'observation, l'énergie que nous recevons du soleil serait due à un cycle de réactions nucléaires émettant des *neutrinos*. Ces particules arrivent, en effet, sur terre en grand nombre, mais ce nombre est inférieur aux prévisions théoriques. Il en existe une explication assez contournée, qui laisse place à d'autres hypothèses, dont celle que voici.

Nous savons que monopôle léger dont il est question ici est un neutrino *magnétiquement excité*, qui peut se substituer au neutrino habituel quand l'émission bêta dont il est issu se produit dans un champ magnétique.

La question est la suivante [10] : une telle émission de monopôles légers au lieu de neutrinos peut-elle se produire sur le soleil ? Cette hypothèse est renforcée par les expériences citées plus haut sur l'influence des champs magnétiques sur la radioactivité bêta, puisqu'il règne de tels champs intenses sur le soleil.

Il pourrait alors se produire ce qui suit :

1) Un certain nombre de ces monopôles pourraient, soit être piégés sur le soleil, soit nous parvenir sur terre. Ceux qui seraient piégés sur le soleil, comme ils correspondent à des neutrinos prévus par la théorie, seraient de ce fait manquants dans l'émission, ce qui expliquerait leur déficit dans les observations terrestres.

2) Certains autres monopôles pourraient s'échapper du soleil, une partie allant vers la terre, comme le font les neutrinos. Mais, étant chargés de magnétisme, ils iraient le long des lignes du champ magnétique terrestre et seraient attirés par le pôle terrestre de signe opposé.

**Donc un certain nombre de ces monopôles arriverait dans les régions polaires, le magnétisme terrestre séparant les deux signes possibles. Or nous savons expérimentalement que ces monopôles laissent des traces sur les émulsions photographiques nucléaires ou sur les émulsions à rayons X. Il serait donc possible de les enregistrer lors d'une expédition polaire. Telle est l'observation qui est suggérée.**

En outre, ces monopôles étant attirés par les pôles, ce que les neutrinos ne font pas, il s'ensuivrait que les neutrinos auxquels les monopôles se seraient substitués manqueraient à l'observation, dans des laboratoires qui ne se trouvent évidemment pas dans les régions polaires. Et cela viendrait s'ajouter au déficit observé.

---

<sup>2</sup> Stricto sensu, il y a deux radioactivités bêta : 1) Bêta moins, émettant un électron et un antineutrino ; 2) Bêta plus, émettant un positron et un neutrino. Elles correspondent à des chiralités opposées et les monopôles magnétiques, versions excitées des neutrinos, se partagent de même.

## Bibliographie

- [1] J.C. Maxwell, *A treatise on electricity and magnetism* (1873), Third Edition Clarendon Press (1891), Dover (1954).
- [2] P. Curie, Sur la symétrie dans les phénomènes physiques, *Journal de Physique*, 3<sup>e</sup> série, t.III, 1894, p. 393. (*Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **19**, 1994, p.137).
- [3] P. Curie, Sur la possibilité d'existence de la conductibilité magnétique et du magnétisme libre, id. p.415. (*Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **19**, 1994, p.159).
- [4] G. Lochak, Les symétries P,T,C, les solutions à énergie négatives et la représentation des antiparticules dans les équations spinorielles, partie I, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **22**, 1997, p.1 ; partie II, id. **22**, 1997, p. 187.
- [5] P. A. M. Dirac, *Proc.Roy Soc Ser. A* **133**, 1931, p.60.
- [6] W. Pauli, *Annales de l'Institut Henri Poincaré*, **6**, 1936, p. 109.
- [7] 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 1/2 *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **8**, 1983, p. 345 (I). **9**, 1984, p. 5 (II).
- [8] G. Lochak, Wave equation for a magnetic monopole, *IJTP*, **24**, 1985, p. 1019.
- [9] G. Lochak, The symmetry between electricity and magnetism and the wave equation of a spin 1/2 magnetic monopole, in : Information, complexity and control in quantum physics Springer, Wien, 1987.
- [10] G. Lochak, The Symmetry between Electricity and Magnetism and the Problem of the Existence of a Magnetic Monopole, contribution au recueil : Advanced Electromagnetism, Ed. T.W. Barrett, D.M. Grimes, World Scientific, Singapore, 1995, p. 105-148.
- [11] G. Lochak, L'équation de Dirac sur le cône de lumière. Electrons de Majorana et monopôles magnétiques, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **28**, 2003, p. 403.
- [12] N. Cabibbo & G. Ferrari, *Nuovo Cimento*, **23**, 1962, p. 1147.
- [13] G. Lochak, Sur la présence d'un second photon dans la théorie de la lumière de Louis de Broglie, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **20**, 1995, p. 111.
- [14] Th. Borne, G. Lochak, H. Stumpf, *Nonperturbative quantum field theory and the structure of the matter*, Kluwer, Dordrecht, 2000.
- [15] H. Poincaré, *Comptes rendus*, **123**, 1896, p. 530.
- [16] L. Urutskoiev, V. Liksonov, V. Tsinoev, Observation of transmutation of chemical elements during electric discharge, *Journal de radioélectronique*, N°3, 2000 (en russe), *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **27**, 2002, p. 701 (en français).
- [17] V. Kuznetsov, G. Mishinsky, F. Penkov, V. Arbutov, Zhemenik, Low energy transmutation of atomic nuclei of chemical elements, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **28**, 2003, p. 173.
- [18] G. Lochak, L. Urutskoiev, *Comptes rendus de la Conférence sur les Transmutations à Basse Energie, Marseille, 31/10, 2004 – 05/11, 2004* : Conférence citée par la suite comme CCTBEM 2004.
- [19] Rapports de participants russes aux : CCTBEM 2004.
- [20] E. Priakhine, L. Urutskoiev, G. Tryapitsina, A. Akleyev, Assessment of the biological effects of « strang » radiation, CCTBEM 2004.
- [21] R. Daudel, M. Jean, . Lecoin, *J. Phys. Radium*, **8**, 1947, p. 238.
- [22] K. T. Brainbridge, M. Goldhaber, E. Wilson, *Phys. Rev.* **84**, 1951, p. 1260.
- [23] I. S. Batkin, *Izvestia of the Academy of Sciences of S.S.S.R.* (en russe) **40**, 1976, p.1980.
- [24] F. Bosch, T. Faesterman, J. Friese, F. Heine, P. Kienle, E. Wefers, Zeitelhack, K. Beckert, B. Franzke, O. Klepper, C. Kozuharov, G. Menzel, R. Moshhammer, F. Nolden, H. Reich, B. Schlitt, M. Steck, T. Stölker, T. Winkler, K. Takahashi, *Phys. Letters.* **77**, 1996, p. 5190.
- [25] B. Kadomtsev, *Oeuvres choisies* (en russe) t. I, II, Fizmatlit, Moscou, 2003, La matière dans un champ magnétique surpuissant, II p.483.
- [26] N. Ivoilov, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, **31**, 2006, p. 115.