

Communication  
de Monsieur Robert Mainard



Séance du 19 mars 2004



Un Physicien Nancéien Blondlot

DÉBUT DE LA CARRIÈRE

René **Blondlot**, est né à Nancy en 1849, ville où il a vécu la plus grande partie de son existence. Son père Nicolas, professeur à la Faculté de Médecine, était connu comme spécialiste de toxicologie, en particulier par ses travaux sur l'Arsenic et l'Antimoine.

René **Blondlot** fit ses études de Physique à Paris où il prépara une thèse de doctorat qu'il soutint, à la *Sorbonne*, en 1881. Ce travail s'intitulait :

«*Recherches expérimentales sur les capacités de polarisation voltaïque*».

Le jury, présidé par le Professeur **Desaing** comprenait aussi les professeurs **Troost** et **Jamin**. Tous étaient des savants confirmés, en particulier le dernier d'entre eux, **Jamin**, considéré, à l'époque, comme le meilleur opticien français. Membre de l'*Académie des Sciences* dont il fut d'ailleurs le secrétaire perpétuel, **Jamin** avait montré, dans certains de ses travaux, l'incompatibilité entre le principe d'égalité de l'action et de la réaction et les lois de l'électromagnétisme, c'est-à-dire, de fait, l'incompatibilité entre *la mécanique newtonienne* et *la théorie de Maxwell*.

Il avait, par ailleurs, imaginé un dispositif, connu sous le nom de «*miroirs de Jamin*» qui permet d'obtenir de belles franges d'interférence lumineuse et qui fut utilisé dans l'interféromètre de **Michelson** avec



lequel ce dernier physicien mit en évidence l'invariance de la vitesse de la lumière, résultat à la base de la théorie d'**Einstein** de la relativité restreinte.

Ce prestigieux Jury accorda au candidat le titre de Docteur avec la mention très honorable et ses félicitations. La soutenance fut qualifiée de brillante par les scientifiques présents.

Après sa thèse **Blondlot** fut immédiatement nommé préparateur au Laboratoire de Recherches Physiques de la Sorbonne puis, en 1882,

professeur à la *Faculté des Sciences de Nancy*, sa ville natale, où il fera toute sa carrière.

Il est peut-être bon d'évoquer dans quelle atmosphère baignait cette ville lorraine, à la fin du dix-neuvième siècle, l'ambiance particulière qui y régnait pouvant contribuer à l'explication de certains des événements qui s'y déroulèrent ultérieurement.

La ville de Nancy, au cœur de la belle époque, était décrite par les visiteurs étrangers comme une cité dont le raffinement rappelait, toutes proportions gardées, celui d'Athènes. En 1900, en effet, la ville regorgeait des œuvres de toute nature de «*l'école de Nancy*» lesquelles avaient été particulièrement remarquées à l'exposition internationale de Paris où le style *Art Nouveau* s'était exprimé, tout à la fois, dans la cristallerie, les céramiques, la poterie, les bibelots, les meubles la sculpture sur bois et l'architecture.

Dans la ville même de nouveaux immeubles, à l'aspect typique, avaient été érigés dans nombre de quartiers, montrant leur aspect caractéristique, avec notamment leurs balcons magnifiquement ouvragés. Partout des boutiques, investissant les différents quartiers de la ville, jusqu'aux abords de *la place Stanislas*, offraient à l'amateur éventuel les diverses créations de l'Art Nouveau.

Il convient de rappeler aussi, comme élément essentiel de cette visible prospérité, qu'après 1870, beaucoup d'alsaciens, fuyant l'occupation allemande et souhaitant demeurer français, émigrèrent en Lorraine, avec comme bagages leurs traditions industrielles, commerciales et culturelles. En particulier l'apport universitaire fut considérable et contribua largement à faire de Nancy, à cette époque, l'une des premières villes universitaires de France. Le gouvernement français décida, en effet, suite à l'annexion de l'Alsace par l'Allemagne, de transférer à Nancy les différentes facultés strasbourgeoises.

Ceci traduisait, d'ailleurs, une volonté nationale, clairement affichée, de faire en quelque sorte de cette ville, devenue ville frontière, et vis-à-vis de Strasbourg désormais ville universitaire allemande, une sentinelle intellectuelle nationale si bien qu'elle fut dotée, en Mai 1871, par l'Assemblée Nationale, de quatre facultés.

Des universitaires alsaciens furent, parallèlement, nommés à Nancy, de sorte que la *Faculté des Sciences*, par exemple, compta neuf chaires, ce qui faisait de cette faculté l'une des plus richement pourvue du pays. D'une manière générale Nancy fut, à cette époque, une Académie de province particulièrement privilégiée.

Cette politique du gouvernement français, la richesse de l'apport alsacien, l'efficacité de l'action de certains universitaires, parmi lesquels

on peut citer **Bichat** et **Haller** et l'aide financière de certains industriels, dont le plus prestigieux fut **Solvay** firent de Nancy, à la fin du dix-neuvième siècle, une place forte de l'*Université Française*, tant au plan de l'enseignement que de celui de la recherche.

Au plan pédagogique, notamment, un effort considérable, entrepris pour rapprocher université et industrie, se traduisit d'abord par l'introduction d'enseignements à caractère appliqué dans le cursus de la *Faculté des Sciences*, ensuite par la création de nouveaux instituts. C'est ainsi que furent ouverts un *Institut Chimique* en 1890 puis une *Ecole de Brasserie et Malterie* en 1896 et enfin un *Institut Electrotechnique* en 1900. Ces nouveaux établissements avaient vocation à former des cadres et des ingénieurs pour les entreprises locales mais aussi nationales. Ils visaient, aussi, à attirer des étudiants étrangers.

Quand **Haller** arriva à la *Sorbonne*, nommé pour y enseigner la chimie organique, il déclara au conseil de la *Faculté des Sciences de Paris* qu'il avait été surpris d'y trouver des laboratoires d'enseignement moins bien équipés que ceux de Nancy. De même quand **Henri-Gustave Vogt** arriva dans cette ville, venant du *polytechnicum de Zurich*, il affirma n'avoir pas vu de laboratoires d'enseignement comparables nulle part en France. C'est dire les efforts qui avaient été déployés par les différentes instances tant locales que nationales pour faire de l'Université nancéienne un pôle particulièrement attractif.

De façon identique, au plan de la recherche, Nancy pouvait, en 1900, supporter la comparaison avec n'importe quelle autre ville universitaire française.

D'ailleurs à l'exposition universelle de Paris, en 1900, l'*Université de Nancy*, comme l'Art Nouveau de la même ville, remporta beaucoup de succès et à cette occasion **Louis Liard**, alors Directeur des Enseignements Supérieurs, félicita les universitaires nancéiens et apostropha les parisiens en leur disant, en substance :

«*Allez à Nancy voir ce qu'il s'y passe et faites de même*»

Dans cette ambiance nancéienne de début de siècle, un homme jouissait de la considération générale : René Blondlot, physicien, Professeur à la *Faculté des Sciences*, issu d'une vieille famille de la ville et ami du grand **Henri Poincaré**. Ses nombreux travaux scientifiques lui avaient valu une réputation ayant largement dépassé le cadre national.

## BLONDLOT ENSEIGNANT

Bien qu'il ait été connu surtout pour ses travaux scientifiques et son activité de chercheur, il convient de ne pas oublier que Blondlot fut d'abord professeur de physique à la Faculté des Sciences de Nancy et qu'il y enseigna en faisant preuve de qualités pédagogiques indéniables. Il fut l'auteur d'ouvrages didactiques qui, en leur temps, firent autorité.

Le premier ouvrage, intitulé :

*«Introduction à l'étude de l'électricité statique»*

fut rédigé en collaboration avec **Ernest Bichat**, en 1885, pour sa première édition. Les auteurs y traitaient de l'électricité en équilibre, et à un niveau se situant «**entre un enseignement élémentaire et une étude plus approfondie de la science**», ce livre étant essentiellement destiné aux candidats à la licence ès sciences physiques. Dans la partie théorique étaient présentés et développés les calculs indispensables à la bonne compréhension des phénomènes, tandis que la partie expérimentale visait à décrire les appareillages tout au moins dans leurs organes essentiels.

**Bichat** et **Blondlot** reconnaissaient, certes, les emprunts qu'ils avaient été amenés à faire aux meilleurs ouvrages spécialisés de l'époque tels que ceux de **C. Maxwell**, de **Sir W. Thomson**, de **Mascart** et **Joubert** et enfin de **M.-G. Wiedemann**, mais sans oublier de mettre l'accent sur le fait que nombre des raisonnements et des démonstrations utilisés dans leur livre présentaient un caractère tout à fait original.

La deuxième édition, publiée en 1907, après le décès de **Bichat** et intitulée :

*«Introduction à l'étude de l'électricité statique et du magnétisme»*

fut, d'ailleurs, l'œuvre du seul **Blondlot**. Indépendamment du fait que le magnétisme avait été ajouté au texte initial, celui-ci fut considérablement amélioré à partir des notes prises par les auteurs, pendant les vingt deux années qui avaient séparé les deux éditions.

**Blondlot** précisait aussi, dans un avertissement donné en préface, le profit qu'il avait pu tirer de la lecture d'auteurs allemands comme **Kirchhoff** et **Mach** ou encore du cours dispensé par **Potier** à l'*Ecole Polytechnique*. Il avait, en la circonstance, élargi son lectorat potentiel car cette seconde édition était destinée non seulement aux étudiants de licence de physique mais aussi aux candidats à l'*Ecole Polytechnique*.

Un autre volume intitulé :

*«Introduction à l'étude de la thermodynamique»*

fut rédigé par **Blondlot** seul et donna lieu à trois éditions de 1888 à 1927. Dans cet ouvrage, destiné avant tout aux étudiants de la licence

de physique, l'auteur insistait d'abord sur l'origine expérimentale des premier et second principes de la thermodynamique et s'appliquait ensuite à «**systematiser la partie purement mathématique par l'emploi d'une méthode uniforme**» réduisant, autant que faire se peut, le rôle de la mémoire. La matière du livre avait été puisée, en partie, dans les ouvrages et mémoires les plus reconnus de l'époque tels que ceux de **Lippmann** et de **Thomson**, notamment en ce qui concerne l'exposé du principe de **Carnot** et l'évaluation des températures absolues. Toutefois un certain nombre de points, dont quelques uns ont été conservés de nos jours, furent présentés de la façon la plus originale, comme, par exemple, la définition précise du travail extérieur, l'établissement rigoureux de l'expression de la quantité de chaleur absorbée par un corps lors d'une transformation infiniment petite ou encore l'exposition cohérente des conditions de réversibilité.

Pour ce livre comme pour les précédents, l'auteur fit bénéficier les seconde et troisième éditions de l'expérience acquise au cours de l'enseignement dispensé dans la discipline durant de longues années.

Les ouvrages didactiques de **Blondlot** témoignaient, comme d'ailleurs toute son œuvre, de ce que ce physicien possédait un sens inné de l'expérimentation, de vastes connaissances théoriques et une culture scientifique très étendue.

A cet égard nous pouvons juger de l'appréciation de ses contemporains en rappelant cette citation, extraite de l'ouvrage classique de Mécanique Rationnelle de **Paul Appel** :

*«Nous adopterons un mode d'exposition emprunté presque textuellement à M. Blondlot, Professeur à l'Université de Nancy et s'inspirant surtout de Kirchhoff et de Mach» (Autographie Nancy 1898).*

## BLONDLOT ET LA RECHERCHE

Les travaux scientifiques de **Blondlot** ont été considérables. Ils ont donné lieu à nombre de publications, essentiellement consignées dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* et dans le *Journal de Physique théorique et appliquée*. Nous nous contenterons d'exposer succinctement les plus marquants, ceux que nous estimons les plus importants, et qui ont été effectués, approximativement, de 1880 à 1906.

**Blondlot** a, la plupart du temps, effectué ses recherches au sein de son équipe à la *Faculté des Sciences* de Nancy parmi ses collaborateurs, assistants et techniciens, qu'il citait d'ailleurs très volontiers dans ses articles, mais il a aussi entretenu des collaborations étroites et fructueuses avec **Ernest Bichat** ou **Pierre Curie**.

### I-Electromètre de Bichat et Blondlot

Cet appareil, que Blondlot conçut, avec l'aide de **Bichat**, ne présente plus guère qu'un intérêt historique mais son étude, même succincte, donne la mesure du génie inventif de **Blondlot**, en tant qu'instrumentaliste.

On cite encore, d'ailleurs, cet électromètre dans les ouvrages de physique au chapitre **Electrostatique**.

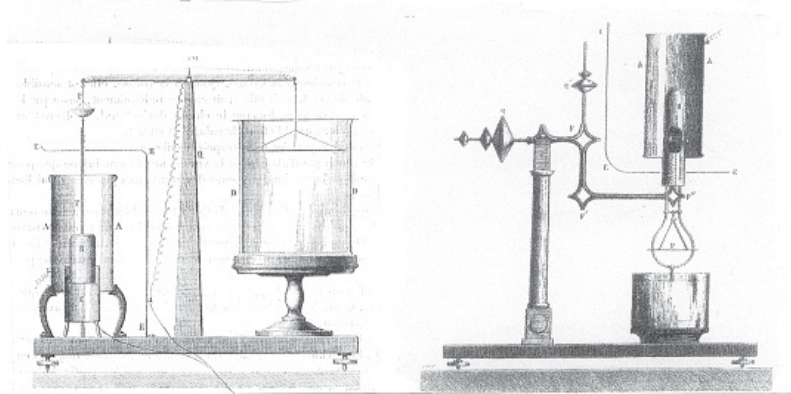


Figure I

Figure II

Contrairement aux appareils similaires de l'époque, qui comportaient essentiellement des plateaux, celui de **Bichat** et **Blondlot** était formé de deux cylindres coaxiaux, le cylindre intérieur B étant, en partie, enfoncé dans le cylindre extérieur A (Voir figure I). On pouvait démontrer que B était attiré par A selon une force verticale F dirigée de bas en haut et qui pouvait s'exprimer sous la forme :

$$F = \frac{1}{2} V^2 \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\pi \epsilon_0 V^2}{\log \frac{R}{r}}$$

Dans cette relation V représentait la différence de potentiel électrique entre les armatures cylindriques A et B du condensateur dont C était la capacité, R et r les rayons respectifs des cylindres extérieur et intérieur,  $\log R/r$  le logarithme décimal de leur rapport et enfin ( $\epsilon$  la constante diélectrique du vide qui vaut :

$$8,854374 \cdot 10^{-12}$$

Le cylindre B était porté par un fléau de balance et on équilibrait la force F par des masses marquées placées dans un plateau P suspendu au



cylindre, cette force  $F$  étant indépendante de la valeur de  $x$ , longueur des parties en regard.

L'appareil oscillait alors comme une balance et la mesure s'effectuait comme une pesée. On la rendait plus commode en ajoutant à l'appareil un amortisseur à air  $C$  et en mesurant, à l'aide d'un miroir fixé sur le fléau, l'angle que faisait la balance avec sa position d'équilibre.

L'avantage de cet appareil sur les électromètres à plateaux était multiple :

D'abord sa construction était simple et aisée.

D'utilisation simple, il permettait d'obtenir facilement un équilibre stable à chaque mesure de potentiel électrique qui se réduisait, en fait, à une pesée et à une mesure de longueur, c'est-à-dire à des mesures purement mécaniques.

Il permettait aussi la détermination de potentiels relativement élevés avec une précision satisfaisante.

On pouvait faire enfin des mesures en mode continu.

La formule donnant le carré du potentiel  $V$  en fonction de la masse  $m$ , nécessaire pour équilibrer l'attraction des deux cylindres, s'exprimait sous la forme :

$$V^2 = \frac{mg}{\pi\epsilon_0} \log \frac{R}{r}$$

Dans laquelle  $m$  désignait la somme des masses marquées disposées sur le plateau à l'équilibre.

Il convient de préciser que nous avons donné, ici, la formule dans le système MKS, alors que, dans ses publications, **Blondlot** l'écrivait en CGS.

Ultérieurement **Blondlot** a proposé une version quelque peu modifiée et plus élaborée de l'appareil représenté sur la figure I, impropre à la mesure des tensions très élevées en raison de perturbations qui apparaissaient dans son fonctionnement par suite de la difficulté de faire coïncider, à ces hautes tensions, les axes des deux cylindres, comme l'exigeait la théorie.

Dans le nouvel électromètre, représenté sur la figure II, le cylindre intérieur  $B$  était soutenu, vers le milieu de sa hauteur, par un ingénieux dispositif de couteaux à échancrure arrondie, le fléau  $F, F', F''$  étant coudé de façon à ce que les arêtes des couteaux de suspension du cylindre mobile d'une part, et du fléau d'autre part, soient sur un même plan horizontal.



Des contrepoids Q et Q' permettaient le réglage fin de l'appareil et un dispositif d'amortissement C réduisait les oscillations de la balance.

Un plateau P destiné à recevoir des masses marquées et un écran protecteur E complétaient l'ensemble.

Ce nouveau dispositif présentait l'avantage d'éliminer pratiquement toutes les perturbations qui se manifestaient dans le premier modèle et de maintenir vertical le cylindre mobile.

On obtenait ainsi une stabilité absolue et les mesures pouvaient s'étendre jusqu'à des potentiels de l'ordre de trente mille volts, correspondant à une distance explosive d'à peu près 2,5 cm. Cet appareil s'est, par la suite, toujours avéré fiable et d'un emploi facile.

La formule exprimant le carré du potentiel électrique était, par ailleurs, la même que celle donnée précédemment.

Blondlot signala qu'un modèle de l'instrument avait été parfaitement réalisé par un certain M. D. Gaiffe de Nancy.

## **II - Détermination expérimentale de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques.**

Blondlot a étudié pendant de nombreuses années la propagation des ondes électromagnétiques dans différents milieux naturels, notamment isolants, comme la glace. Ses recherches lui ont permis de mettre en évidence les lois suivantes :

**La longueur d'onde, correspondant à un résonateur donné est indépendante du milieu ambiant.**

**La vitesse de propagation varie en raison inverse de la racine carrée du pouvoir inducteur spécifique du milieu.**

**Par l'emploi du résonateur de forme appropriée, il a pu calculer, avec une précision bien supérieure à celle qu'avait obtenue Herz, la longueur d'onde correspondante, conforme à ce que prévoyait la théorie.**

Le travail de **Blondlot** sur la détermination expérimentale de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques, que nous allons décrire maintenant, fit l'objet d'un mémoire présenté à la fin de 1891, à l'*Académie des Sciences* par **Henri Poincaré** devant une commission comportant encore **MM. Fizeau** et **H. Becquerel**.

Il faut signaler que des tentatives, faites antérieurement pour déterminer expérimentalement la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques, avaient abouti à des échecs répétés.

**Blondlot**, imagina alors une méthode nouvelle, s'inspirant des travaux de **Sarrasin** et de **De la Rive**.

Pour cela, Il partait de l'expression :

$$\lambda = VT$$

où  $\lambda$  et T sont, respectivement, la longueur d'onde et la période propres du résonateur employé dans l'expérience.

**Blondlot** utilisait un résonateur de dimensions faibles par rapport à la longueur d'onde si bien que l'intensité du courant oscillatoire pouvait y être considérée comme à peu près la même dans toute portion du circuit. On pouvait alors d'une part appliquer la formule de Thomson pour calculer la période et, d'autre part, la fréquence du courant étant grande, négliger la valeur de la résistance, suivant une remarque de **Lippmann**.

On avait donc :

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

C étant la capacité du condensateur et L le coefficient de self-induction du circuit.

C était mesurée par la méthode classique de **Maxwell**.

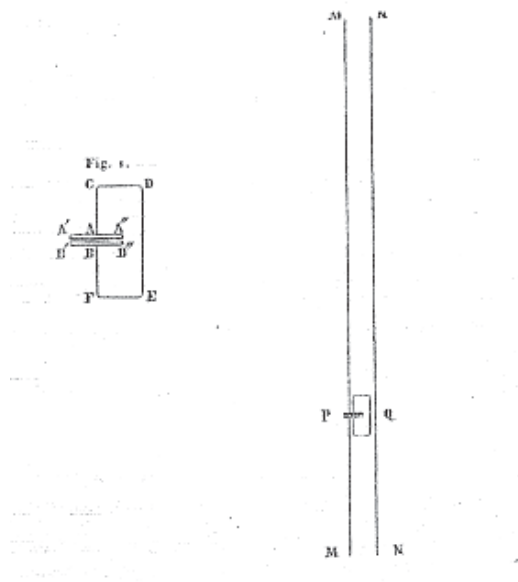


Figure III

Le coefficient de self-induction  $L$  était, quant à lui, calculé en considérant le circuit du résonateur fermé par le déplacement électrique entre les armatures du condensateur et en décomposant le courant en courants élémentaires linéaires juxtaposés. On considérait alors l'action de deux éléments l'un sur l'autre et pour avoir le potentiel du courant total on sommait sur tous les couples, ainsi formés, d'éléments linéaires. Connaissant  $C$  et  $L$  **Blondlot** pouvait alors calculer  $T$ .

Il procédait ensuite à la mesure de  $\lambda$  en étudiant la propagation de l'onde le long de fils métalliques puisque la longueur d'onde  $y$  avait la même valeur que dans l'air d'après les travaux de **Sarrasin** et **De la Rive**.

Ainsi en déplaçant son résonateur muni d'un micromètre à étincelle, le long de deux fils parallèles  $MN$  et  $M'N'$  (Voir Figure III), **Blondlot** recherchait la position des nœuds et des ventres de l'onde. Le résonateur, figuré en  $PQ$  sur la figure, était placé de telle façon que les deux grands côtés du circuit soient dans le plan des fils  $MN$  et  $M'N'$ , compris entre eux et parallèlement à ceux-ci. La distance de deux nœuds consécutifs était égale à  $\lambda/2$ , celle entre deux nœuds quelconques, comprenant  $n$  nœuds entre eux, à  $(n+1)\lambda/2$ .

**Blondlot** signala qu'il avait effectué 23 expériences avec différents résonateurs et différents diamètres de fil, paramètres qui sont sans influence sur la vitesse.

La moyenne de ses résultats donnait une vitesse de 297 600 km/s ce qui, au degré d'approximation des expériences, **était égal au rapport des unités électromagnétique et électrostatique d'électricité et aussi à la vitesse de la lumière**.

Mais il convient de préciser que ce n'était pas là une mesure directe de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques.

### III - Sur la double réfraction diélectrique : simultanée des phénomènes électrique et optique.

De même **Blondlot** s'intéressa au phénomène connu sous le nom d'*Effet Kerr*, caractérisé par l'apparition d'une biréfringence quand certaines substances cristallines sont soumises à l'action d'un champ électrique. Ces recherches furent longtemps poursuivies à l'*Institut de Physique de Nancy* par le Professeur **de Mallemann** et son équipe.

**Blondlot** étudia, en particulier, la double réfraction diélectrique en vue de montrer la simultanéité des phénomènes électrique et optique. Pour cela il s'était proposé de rechercher, avant beaucoup d'autres, si la double réfraction du diélectrique d'un condensateur se produit et cesse

en même temps que la charge ou bien s'il existe un intervalle de temps appréciable, soit entre la production du phénomène électrique et celle du phénomène lumineux, soit entre les instants de cessation des deux phénomènes.

A cet effet **Blondlot** conçut une première expérience et, pour la réaliser, il construisit un condensateur formé de deux plaques rectangulaires en laiton, parallèles et disposées à l'intérieur d'un tube horizontal, rempli de sulfure de carbone et fermé à ses extrémités par deux lamelles transparentes. Deux fils de platine reliaient les armatures du condensateur aux pôles d'une batterie de condensateurs (Voir Figure IV).

Un faisceau de lumière parallèle traversait un polariseur, le tube et un analyseur qui l'éteignait. Si on appliquait une tension électrique la lumière reparaisait.

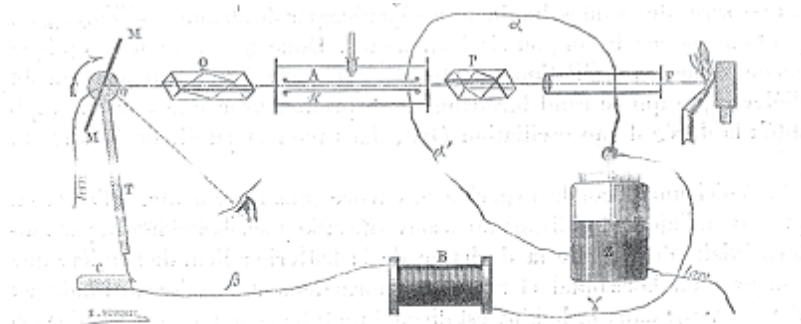


Figure IV

La différence de marche entre les composantes horizontale et verticale du rayon était, d'après **Kerr** et **Quincke**, proportionnelle au carré du potentiel électrique  $V$ .

Par suite **Blondlot** en conclut que l'intensité qui sortait de l'analyseur devait être de la forme  $A \sin^2 KV^2$  où  $A$  et  $K$  étaient des constantes. Il rendait ensuite oscillatoire la tension appliquée aux armatures du condensateur en incorporant une bobine d'induction dans le circuit d'alimentation. Il constatait alors, en recevant le rayon émergent de l'analyseur sur un miroir mobile autour d'un axe, l'existence de bandes lumineuses séparées par des bandes obscures. Le phénomène optique accompagnait donc les oscillations électriques et par suite la modification du diélectrique qui le rendait biréfringent se produisait avec une extrême rapidité, inférieure à la durée d'une oscillation électrique, qui était de l'ordre de  $5 \cdot 10^{-5}$  seconde.

**Blondlot** réalisa ensuite une seconde expérience où il fit en sorte que les images de deux fentes  $F$  et  $F'$  se trouvent dans le prolongement

l'une de l'autre sur un miroir tournant (Voir Figure V). L'image de F provenait du montage précédent et son intensité était toujours de la forme  $A \sin^2 KV^2$ . L'image F' était véhiculée par un rayon qui traversait un tube rempli de sulfure de carbone placé à l'intérieur de la bobine produisant les oscillations électriques. Ce tube était disposé entre un nicol polariseur et un nicol analyseur qui éteignait le rayon en l'absence de courant électrique. Quand le courant passait, il résultait du montage que l'intensité de l'image de F' variait comme  $dV/dt$  c'est-à-dire comme l'intensité du courant qui parcourait la bobine.

Donc quand  $dV/dt$  était nul, le courant était nul et l'intensité de l'image de F' était nulle aussi. Or ces époques correspondaient aux maxima et minima de V et par suite aux maxima de  $A \sin^2 KV^2$ , intensité de l'image de F.

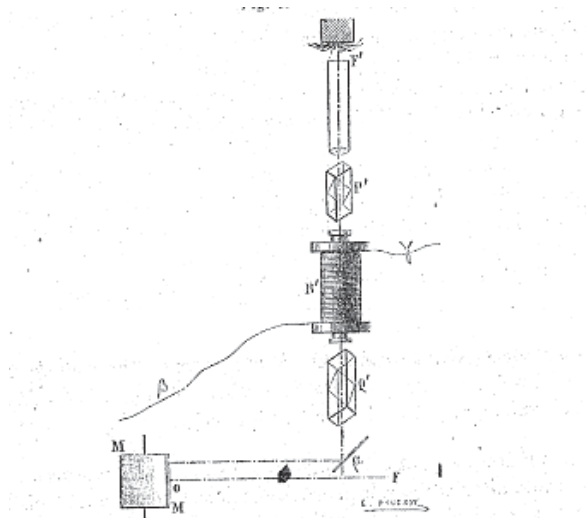


Figure V

En examinant les deux images sur le miroir tournant il obtenait pour chacune d'elles une série de bandes lumineuses séparées par des bandes noires.

Les bandes noires de l'image de F' semblaient, effectivement, dans le prolongement des bandes lumineuses de l'image de F.

Les éclipses de l'image de F' se produisaient donc bien aux époques des maxima de l'image de F.

Toutefois **Blondlot** concédait que les sensations visuelles n'avaient pas une précision suffisante pour que l'on puisse affirmer que les bandes noires de l'image de F' correspondaient exactement aux maxima de

l'image de F mais il précisait que l'on pouvait au moins conclure que le retard, s'il existait, ne pouvait être qu'une fraction d'une demi-oscillation, c'est-à-dire de  $2,5 \cdot 10^{-5}$  seconde.

#### IV - Mesure directe de la vitesse des ondes électromagnétiques

Une période particulièrement riche et importante de la vie scientifique de **Blondlot** est celle où il a été amené à déterminer la vitesse avec laquelle une perturbation électrique se propage dans le vide.

Cette mesure est, en effet, aussi importante que la mesure de la vitesse de la lumière.

Il faut rappeler que la théorie de **Maxwell** consistait à admettre que la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques était égale à une grandeur désignée sous le nom de rapport des unités électromagnétique et électrostatique de charge. Le fait que cette vitesse ainsi calculée théoriquement coïncidait avec la vitesse de la lumière constituait un argument essentiel pour assimiler phénomènes électromagnétiques et phénomènes lumineux.

La vitesse de la lumière avait déjà été mesurée expérimentalement par **Fizeau** et **Foucault** dès 1849 mais celle des perturbations ou ondes électriques n'avait pas encore fait l'objet de tentatives concluantes. Cette question fondamentale n'avait été résolue ni par **Wheatstone** ni par **Fizeau** malgré des tentatives intéressantes. Le problème était complexe car il convenait d'utiliser des fils conducteurs métalliques pour guider les ondes électromagnétiques et ceux-ci apportaient des troubles considérables quand la perturbation électrique était autre chose qu'un signal bref.

Malgré ces difficultés **Blondlot** s'attaqua à la détermination de la vitesse de propagation d'une telle perturbation.

En 1893, il publia, en effet, aux *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences* un article intitulé :

*«Détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre, à l'aide d'une méthode indépendante de toute théorie».*

Nous nous attarderons, quelque peu, sur ce travail de **Blondlot**, qui est, peut-être, le plus remarquable qu'il ait jamais réalisé.

Nous essaierons de décrire, le plus simplement possible, son appareillage et sa méthode.

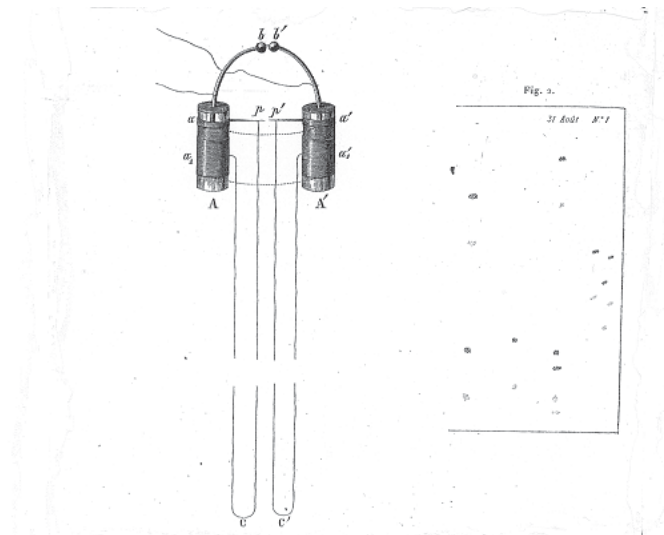


Figure VI

L'essentiel de son appareillage était constitué par deux condensateurs cylindriques parfaitement identiques, qu'il désignait, dans son article, par A et A', chacun d'entre eux étant fabriqué avec un verre de lampe revêtu intérieurement et extérieurement de feuilles d'étain (Voir Figure VI).

Chacune des deux armatures était scindée en deux parties annulaires isolées l'une de l'autre et qu'il désignait par a et  $a_1$  sur le condensateur A et par  $a'$  et  $a'_1$  sur le condensateur A'. Les armatures internes des deux condensateurs étaient reliées, respectivement, aux pôles d'une bobine d'induction et les boules b et b' qui terminent ces pôles laissent entre elles un intervalle de quelques millimètres. Des armatures extérieures de a et a' portaient deux fils courts en laiton, terminés par des pointes p et p' distantes environ d'un demi-millimètre. La droite pp' était horizontale. Des armatures extérieures de  $a_1$  et  $a'_1$  portaient deux fils  $a_1 c p$  et  $a'_1 c' p'$  ayant chacun 1 029 mètres de longueur et aboutissant aux mêmes pointes p et p' que les précédentes.

Lorsque la bobine fonctionnait, les deux condensateurs se chargeaient par l'intermédiaire de deux cordes mouillées, représentées sur la figure par des tirets, qui permettaient le passage des charges électriques d'une armature extérieure à l'autre. La décharge survenait alors brusquement entre les boules b et b', éliminant les charges de armatures internes des condensateurs. A ce moment les charges des armatures externes devenaient libres et une différence de potentiel apparaissait subitement entre a et a' d'une part et entre  $a_1$  et  $a'_1$  d'autre part, les cordes mouillées ne



jouant aucun rôle, cette fois-ci, en raison de l'extrême rapidité des phénomènes. Les armatures  $a$  et  $a'$  se déchargeaient aussitôt mutuellement par une étincelle entre les points  $p$  et  $p'$ .

De même les armatures  $a_1$  et  $a'_1$ , reliées aux mêmes pointes par les longs fils  $a_1cp$  et  $a'_1c'p'$ , se déchargeaient par une étincelle entre  $p$  et  $p'$ , mais cette fois, l'étincelle n'éclatait qu'après que la perturbation originelle ait parcouru, en suivant les longs fils  $a_1cp$ ,  $a'_1c'p'$ , une distance de 1 029 mètres le long du conducteur.

On avait ainsi, entre les pointes  $p$  et  $p'$ , deux étincelles successives, qui se produisaient à deux instants séparés par le temps nécessaire à la perturbation électromagnétique pour parcourir un chemin de 1 029 mètres le long du fil de cuivre. Par conséquent pour déterminer la vitesse de cette propagation, il suffisait de mesurer l'intervalle de temps qui s'écoulait entre les deux étincelles.

A cet effet **Blondlot** utilisait un dispositif avec un miroir concave mobile autour d'un axe parallèle à  $pp'$ . Il concentrait la lumière de l'étincelle à l'aide du miroir et en recevait l'image sur un écran vertical. Lorsque le miroir était mis en rotation rapide l'image des étincelles se dédoublait et il était relativement aisé, connaissant la vitesse de rotation du miroir, la distance de celui-ci à l'écran et l'écartement des deux images, d'en déduire l'intervalle de temps qui s'était écoulé entre les deux étincelles.

En substituant à l'écran une plaque sensible, **Blondlot** obtenait deux images photographiques dont il mesurait, après coup, l'écartement.

Le miroir était mis en rotation par une machine de Gramme, la vitesse de rotation était déterminée à l'aide du son d'axe, le nombre de tours par seconde étant compris entre 233 et 309.

La ligne était formée de fil de cuivre dit de haute conductibilité, ayant 3 millimètres de diamètre. Elle avait été fixée par **Blondlot** et ses collaborateurs aux poteaux de la ligne téléphonique qui joignait la préfecture de Nancy à l'asile de Maréville.

L'expérimentateur faisait fonctionner la bobine d'induction de manière continue et il arrivait toujours qu'au bout de quelques minutes des images viennent se former sur la plaque.

Dans son compte-rendu à l'Académie des Sciences **Blondlot** donnait le schéma de l'appareillage ainsi que la reproduction d'une plaque photographique montrant que l'expérience avait été répétée neuf fois (Voir Figure VI). A chaque expérience isolée correspondaient deux images en négatif placées sur une même verticale. L'image supérieure était celle de l'étincelle inhérente au circuit le plus court, l'image supérieure plus

faible correspond au circuit le plus long. Pour atténuer cette différence **Blondlot** avait, comme nous l'avons vu, construit ses condensateurs en conséquence, donnant à l'anneau de l'armature externe ( $a_1$  ou  $a'_1$ ) du circuit le plus long, une plus grande longueur.

Il mesurait ensuite l'écartement des images avec le plus grand soin, traçant un trait horizontal médian dans chaque image et mesurant la distance des traits à l'aide d'une machine à diviser.

Dans son article **Blondlot** donnait ensuite le tableau de ses résultats dont la moyenne s'établissait, pour la vitesse de propagation, à la valeur de 296 000 kilomètres par seconde ainsi que le tableau d'expériences réalisées avec un circuit de plus grande longueur (1 821,4 mètres) pour laquelle la moyenne des résultats atteignait 298 000 kilomètres par seconde.

La similitude des résultats obtenus avec les deux lignes montrait que le mouvement de propagation était bien uniforme ainsi que le faisait justement observer l'expérimentateur. Par ailleurs le nombre trouvé est en bon accord avec celui obtenu avec la méthode que nous avons précédemment exposée. Les résultats ont l'avantage, précisait **Blondlot** non seulement d'être indépendants de toute théorie mais même de l'existence d'oscillations et d'ondulations électromagnétiques.

Il faut préciser que deux autres physiciens de l'époque **MM. Fizeau** et **Gounelle** avaient trouvé une vitesse de propagation de la perturbation électrique dans des fils conducteurs de 177 700 Kilomètres par seconde ce que **Blondlot** expliquait par la conception différente des appareillages.

Il convient aussi de signaler que dans son compte-rendu **Blondlot** remerciait très chaleureusement M. **Consigny**, ingénieur des Postes et Télégraphes ainsi que M. le Directeur de l'asile de Maréville qui avaient facilité l'installation de ses expériences. Il exprima aussi, comme il le faisait toujours, sa reconnaissance à ses aides dévoués **MM. Colin** et **Dufour** dont, dit-il, l'habile et zélé concours lui a permis de mener ses expériences à bonne fin. La valeur de la vitesse d'une perturbation électrique trouvée par **Blondlot** était très proche de celle de 300 000 kms/seconde calculée pour la lumière à la fois à partir d'expériences optiques et aussi à partir du rapport entre les unités de charges électrodynamiques et électrostatiques.

A la publication de ses travaux **Blondlot** fut couvert d'éloges par la communauté scientifique. Ainsi **Eleuthère Mascart** louangea l'originalité de la méthode, le grand **Poincaré** qualifia le travail du physicien nancéien comme «*une expérience cruciale*» pour la théorie de **Maxwell**. Enfin le célèbre physicien anglais **J.-J. Thomson** considéra les résultats de **Blondlot** comme des mesures exemplaires de la vitesse des ondes électriques.

## V - Quelques autres travaux de Blondlot

Les travaux du physicien nancéien sont tellement nombreux et variés qu'il est très difficile d'en donner une description exhaustive. Aussi nous contenterons-nous d'en décrire encore quelques uns, choisis surtout pour permettre d'apprécier la diversité de son œuvre.

### *Transmission de l'électricité dans les gaz à haute température*

**Blondlot** s'est aussi intéressé à la transmission de l'électricité à faible tension par l'intermédiaire de l'air chaud.

Reprenant des travaux effectués par **Becquerel**, dont il confirma, d'ailleurs, les résultats, il présenta, sur ce thème, un mémoire à l'Académie des Sciences. Il réalisa d'abord un circuit, représenté sur la figure, comprenant deux petites électrodes en platine, une pile et un électromètre capillaire, les électrodes étant placées dans une atmosphère à haute température (Voir Figure VII). Il vérifia que ce n'était qu'à la température de la «*chaleur rouge*», pour reprendre son expression, que le courant commençait à passer. Il montra que, cette température étant atteinte, le courant passait même pour des forces électromotrices très faibles.

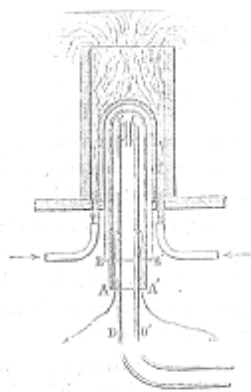


Figure VII

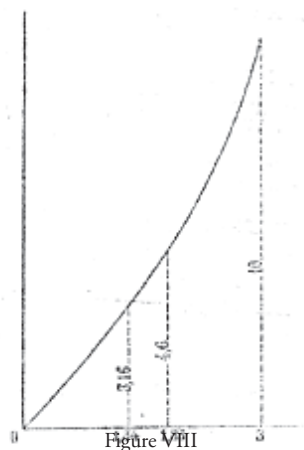


Figure VIII

Mais dans cette expérience le résultat le plus intéressant qu'il obtint, fut de mettre en évidence le fait que les lois de transmission de l'électricité à travers un gaz chaud ne suivaient pas «**le principe d'Ohm**» ce qu'il réussit à montrer après avoir imaginé un dispositif permettant de maintenir constante la température du gaz. Le débit d'électricité n'était pas comme pour les liquides et les solides proportionnel à la différence de potentiel mais croissait plus vite que celle-ci, comme le montre la courbe ci-dessus (Voir Figure VIII). Il apparaissait que les gaz n'avaient donc, semblait-il, pas à proprement parler de résistance électrique.

*Blondlot* expliquait ses résultats par l'existence de courants de convection, imaginés par Faraday.

#### *Transport du cuivre à travers une couche gazeuse*

Etudiant le transport de l'électricité à travers des gaz incandescents **Blondlot** avait constaté que le cuivre pouvait être transporté à travers une couche gazeuse, ce phénomène ayant été mis en évidence par une expérimentation décrite comme suit.

Il plaçait, d'abord, deux disques parallèles, l'un de cuivre, l'autre de platine, à faible distance l'un de l'autre, dans une atmosphère gazeuse et les portait à haute température. Il observait alors, en l'absence de tout courant électrique, la formation, sur la face du disque de platine en regard de celui de cuivre d'un composé chimique contenant du cuivre et du platine. **Blondlot** put montrer ensuite que l'agent transporteur était l'azote. Il put aussi constater qu'il n'y avait pas, en effet, de migration du cuivre dans l'hydrogène pur et que l'oxygène n'intervenait pas dans le phénomène.

Lors du phénomène de transport il se formait un composé direct d'azote et de cuivre qui venait, soit s'incorporer en totalité dans le platine, soit se décomposer en présence de celui-ci en lui cédant son cuivre. Le composé cuivrique formé était alors dissociable à température élevée.

#### *Différences de potentiel électrique entre les liquides :*

En se fondant sur des travaux de **Lippmann** et de **Helmoltz**, **Blondlot** montra dans un travail réalisé en commun avec **Bichat** comment, en utilisant un électromètre capillaire, on pouvait mesurer d'abord les différences de potentiel entre le mercure et divers électrolytes puis ensuite la différence de potentiel entre deux électrolytes. La méthode utilisée présentait un intérêt certain car l'air n'y jouait aucun rôle contrairement à ce qui se passait dans d'autres méthodes comme celle décrite par **Volta**.

**Blondlot** avait, ensuite, procédé à l'étude de la propagation des ondes électromagnétiques dans divers milieux naturels. Il réussit à démontrer un certain nombre de lois importantes qui pouvaient être résumées comme suit :

*Sur la théorie du diamagnétisme*

Au début de 1888 **Blondlot** publia aux *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, une note sur la théorie du diamagnétisme. Dans cet article il reprit et défendit la conception d'**E. Becquerel**. En réalité **Blondlot** estimait, à priori, que tous les corps étaient paramagnétiques, un corps diamagnétique étant simplement un corps moins magnétique que le vide. Il fonda cette conclusion sur une expérience faisant intervenir des solutions de perchlorates de fer de dilutions différentes et dont le comportement était différent quand on les soumettait à l'action d'un champ magnétique. Cette conception du diamagnétisme s'opposait à celle de **Weber** et **Tyndall** qui considéraient qu'un corps comme le Bismuth, par exemple, diamagnétique par excellence, prenait sous l'influence d'un champ magnétique une polarité inverse de celle que prenait le fer.

*Action des rayons ultraviolets sur le passage de l'électricité dans l'air*

En 1888 encore, dans une nouvelle note à l'*Académie* **Blondlot** faisait état de ses recherches visant à étudier l'action des radiations ultraviolettes sur le passage de l'électricité à travers l'air, placé entre deux armatures soumises à une faible tension électrique. Il complétait ainsi les travaux de **Stoletow** qui avait constaté le passage de l'électricité entre une toile et une plaque métalliques, disposées parallèlement l'une à l'autre, quand on irradiait la plaque avec un arc électrique.

**Blondlot** montra, de plus, à l'aide d'un montage approprié que l'eau était parfaitement transparente aux rayons efficaces qui provoquaient le passage du courant.

*Action combinée de l'insufflation et de l'illumination sur un conducteur*

**Blondlot** s'intéressa aussi à l'action combinée de l'insufflation d'air et de l'illumination sur les couches électriques qui revêtent les corps conducteurs. Dans son expérience il avait disposé une plaque de laiton et un grillage du même alliage parallèlement, en utilisant comme appareil de mesure soit un électromètre soit un galvanomètre.

En faisant tomber un faisceau de lumière actinique sur la plaque, à travers le grillage on constatait que cette plaque prenait une charge positive, qui se trouvait multipliée par six ou sept, quand on insufflait de l'air sec sur le plateau. **Blondlot** vérifia, aussi, que la charge négative

ainsi enlevée au plateau par l'insufflation n'était pas prise à la charge statique de celui-ci.

Il expliquait les faits observés en admettant que l'action combinée de la lumière et de l'insufflation d'air agissait, non seulement sur la charge apparente de la surface du plateau due à son électrisation préalable, mais encore sur la moitié, située dans l'air, de la couche double qui produit la différence de potentiel entre l'air et le métal.

*Détermination des constantes diélectriques. Application à celle du verre*

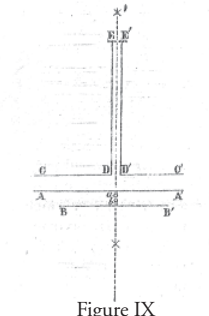
Dans le courant de l'année 1891 **Blondlot** adressa à l'Académie une note qui fut présentée par **M. Lippmann** :

«*Sur la détermination de la constante diélectrique du verre à l'aide d'oscillations électriques très rapides*».

**Thomson** et **Lecher** avaient, antérieurement, mesuré la constante diélectrique de certaines substances en utilisant les oscillations électriques très rapides de **Hertz**. Ils étaient arrivés à des résultats contradictoires, le premier obtenant des constantes plus faibles qu'avec de basses fréquences, le second, au contraire, des constantes plus élevées

Ces conclusions surprenantes incitèrent **Blondlot** à effectuer de nouvelles recherches, par une méthode tout à fait nouvelle et indépendante des théories existantes, ne se servant d'aucune formule, grâce à un dispositif original de sa conception. Il put, ainsi, comparer les pouvoirs inducteurs des corps diélectriques quand ils sont le siège d'oscillations hertziennes très rapides.

Son dispositif comprenant essentiellement un condensateur  $AA'$ ,  $BB'$  était alimenté par une bobine d'induction de telle façon qu'un champ électromagnétique soit créé du côté de  $AA'$  opposé à  $BB'$ . Le plan, de trace  $XX'$ , sur la figure IX, était plan de symétrie de l'ensemble et **Blondlot** fixait alors dans le champ deux plaques  $CD$  et  $C'D'$  parallèles à  $AA'$  et symétriques par rapport à  $XX'$ .



Il soudait aux milieux D et D' des plaques deux fils qui aboutissaient en E et E' à deux pointes de charbon très voisines. La bobine fonctionnant on n'observait aucune lueur entre E et E' en raison de la symétrie de l'appareil.

Si on interposait une lame de verre entre AA' et CD des étincelles jaillissaient entre E et E'. L'appareil fonctionnait comme un pont qui était alors déséquilibré. Si on introduisait ensuite entre AA' et C'D' une lame de soufre dont on pouvait faire varier l'épaisseur jusqu'à ce que les condensateurs AA',CD avec le verre et AA' C'D' avec le soufre ait même capacité, les étincelles disparaissant alors entre E et E'.

Réciproquement lorsque les étincelles disparaissaient, au cours de la mesure, les capacités étaient alors identiques des deux côtés de l'appareil et on pouvait, par un calcul simple, déterminer la constante diélectrique d'une substance connaissant celle de l'autre.

Ayant déterminé, préalablement, la constante diélectrique relative du soufre par la méthode de Curie (2,94) Blondlot en déduisit celle du verre :  $2,80 = (1,67)^2$  ce qui montrait que la loi de Maxwell n'était pas vérifiée l'indice moyen du verre se situant à 1,51.

**Blondlot a encore réalisé la mesure directe d'une quantité d'électricité en unités électromagnétiques en appliquant ses résultats à la construction d'un compteur d'électricité.**

**Il a aussi étudié l'action d'un champ magnétique sur un liquide, un gaz ou une flamme.**

**Il a enfin mis au point une méthode propre à déceler de très petites charges électriques.**

Mais nous n'avons décrit qu'une partie de ses travaux, l'ensemble de son œuvre scientifique étant, comme nous l'avons déjà exprimé, considérable.

## BLONDLOT ET POINCARÉ

Nous avons pu disposer, grâce aux «*Archives Henri Poincaré*» et aux travaux de Monsieur Heitzmann, Professeur à l'Université de Nancy II, et de son équipe, de la correspondance de Blondlot à Poincaré. Malheureusement le courrier inverse n'a pu, à ce jour, être retrouvé, ayant vraisemblablement disparu lors de la succession de Blondlot.

Néanmoins les documents consultés apportent des informations générales très importantes. L'amitié entre les deux hommes était profonde et sincère quoique dépourvue de toute espèce de familiarité. Cette



amitié ne s'est jamais démentie même après le début de 1903, date des premières publications de **Blondlot** sur les rayons N. Alors qu'il était installé à Paris, **Poincaré** ne manquait jamais de rendre visite à **Blondlot** lors de ses passages à Nancy.

**Poincaré** suivait de très près les travaux du physicien. Celui-ci entretenait, d'ailleurs, régulièrement le mathématicien de ses projets d'expériences, sollicitant son avis en toute circonstance. **Poincaré** répondait, lui demandait certains éclaircissements ou lui suggérait parfois des modifications de ses manipulations, voire des expériences nouvelles.

**Blondlot** communiquait et expliquait les résultats de ses recherches avant publication à **Poincaré** ce qui était d'autant plus facile que celui-ci présentait la plupart des travaux du nancéien aux comptes rendus de l'*Académie des Sciences*.

## BLONDLOT ET LES HONNEURS

Ses nombreux travaux, **Blondlot** les a réalisés la plupart du temps seul, mais aussi en collaboration tantôt avec **Ernest Bichat** tantôt avec **Pierre Curie**. Comme son activité pédagogique son œuvre scientifique témoigne qu'il était tout à la fois un très brillant expérimentateur ayant un sens physique extraordinaire et un théoricien dont la culture scientifique était très étendue.

De si éminentes qualités ainsi que les résultats remarquables de ses travaux ne pouvaient pas ne pas attirer sur lui et sous diverses formes les distinctions les plus hautes.

En 1894, **Blondlot** fut élu membre correspondant de l'*Académie des Sciences* dans la section de Physique en remplacement de M. **Helmoltz**, précédemment élu étranger. Comme concurrent il avait M. **Gouy**, un brillant thermodynamicien qui avait introduit, en particulier, une notion nouvelle : l'énergie libre de **Gouy**. Sur 43 votants **Blondlot** en obtint 42. Ces chiffres suffisent à donner la mesure de sa popularité parmi les scientifiques français.

En 1893 l'*Académie des Sciences* lui décerna le prix **Gaston Plantié** et en 1899 le prix **Lacaze**.

Il convient de signaler que pour l'attribution de ce dernier prix la commission de l'*Académie des Sciences* se prononça à l'unanimité. Or cette commission était composée de quatre savants d'une renommée internationale dans leur spécialité, **Mascart**, **Cailletet**, **Lippmann** et **Becquerel**. En effet **Mascart** s'était illustré en **Optique** et **Cailletet** dans le domaine de la liquéfaction des gaz. Quant à **Becquerel** et **Lippmann**

ils avaient obtenu tous les deux le prix **Nobel**, le premier pour sa découverte de la radioactivité naturelle, le second pour la mise au point de la photographie en couleur par une méthode interférentielle.

En 1904 enfin, et il faut retenir cette date pour des raisons qui seront exposées ultérieurement, un prix prestigieux, le prix **Le Comte** était décerné par l'Académie des Sciences.

Ce prix d'un montant de Cinquante mille francs-or, soit cinq fois le traitement annuel d'un professeur d'université comme **Blondlot**, soit à peu près deux cents à deux cent cinquante mille de nos euros, était décerné sur proposition d'une Commission qui réunissait **Poincaré**, **Mascart**, **Berthelot**, **Moinau** et **Henri Becquerel**. Certains membres de la Commission souhaitaient proposer **Pierre Curie** qui, en 1903, avait obtenu le *prix Nobel de Physique*.

Mais, en définitive, **Blondlot** obtint le prix **Le Comte**, **Poincaré** ayant rédigé le rapport de présentation dans lequel il réduisait à quelques lignes les derniers travaux de **Blondlot** sur les célèbres rayons N.

## LES DERNIERS TRAVAUX DE BLONDLOT

### La polarisation des rayons X

Notre dessein n'était pas de mettre en lumière l'histoire trop fameuse des rayons N, mais d'essayer de comprendre comment un scientifique du niveau intellectuel et moral de **René Blondlot**, sans omettre les nombreux autres savants de l'époque qui l'ont suivi, ait pu montrer une telle absence de sens critique. Nous essaierons de tenter un semblant d'explication après avoir examiné la genèse de l'affaire.

Quand **Blondlot** déclara, à la fin de 1902, avoir démontré que les rayons X se déplaçaient à la vitesse de la lumière il suscita, tout de suite, un vif intérêt, dans les milieux scientifiques, même si son travail fut ultérieurement très critiqué.

Il s'intéressa ensuite, en Janvier 1903, à la polarisation des rayons X, mais plutôt que de chercher, d'abord, à les polariser, après les multiples échecs subis par nombre de chercheurs, il se demanda si ces rayons n'étaient pas déjà polarisés à leur émission. La symétrie de l'appareil générateur autorisait, pensait-il, cette hypothèse.

Il convient de préciser qu'à cette époque le processus de formation des rayons X était assez mal connu et que la symétrie qu'imaginait **Blondlot** était loin d'être réalisée.

**Blondot** considéra donc que le rayon X et le rayon cathodique qui lui donne naissance, déterminaient un certain plan P. On pouvait alors imaginer que le rayon X était polarisé, soit parallèlement, soit normalement à ce plan. Mais, en supposant que cette polarisation soit effective, comment la reconnaître ? Que pouvait-on utiliser, alors, comme analyseur ?

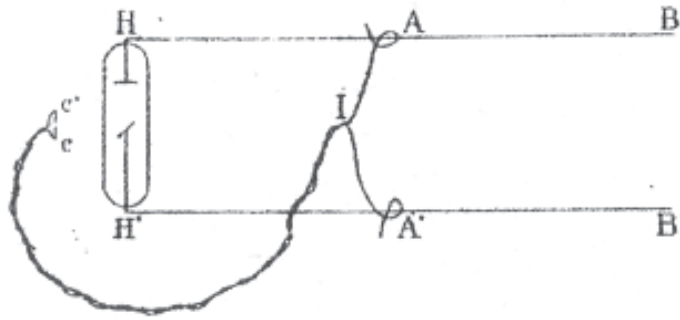


Figure X

**Blondlot** pensa résoudre le problème en construisant un détecteur du type de ceux utilisés par Herz, avec deux fils conducteurs communicant en A et A' ( Voir la figure X) avec les extrémités B et B' de la bobine de **Ruhmkorff** alimentant le tube à rayons cathodiques, celui-ci étant du type «**Focus**». Dans le montage que réalisa le nancien ( Voir Figure XI) une feuille d'aluminium de 40 cm de côté isolait le tube de l'étincelle électrique pour éviter l'influence électrique directe des électrodes de ce tube sur l'étincelle.

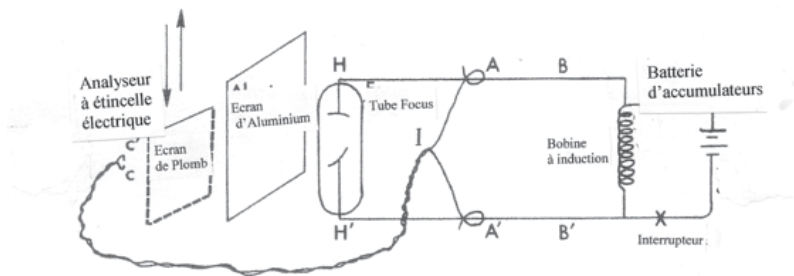


Figure XI

Quand les rayons X étaient émis, une étincelle apparaissait simultanément entre les bornes c et c' du détecteur, puisque celles-ci étaient reliées à la même bobine que le tube.

L'idée de **Blondlot** était donc d'utiliser l'action amplifiante des rayons X sur cette petite étincelle, celle-ci étant à elle-même son axe de symétrie. Il soumettait alors la petite étincelle, produite par le dispositif, à l'action du tube «**focus**», en disposant l'axe de l'étincelle tantôt parallèlement, tantôt perpendiculairement à l'axe du tube cathodique lui-même, c'est-à-dire, en fait, tantôt dans le plan P, tantôt perpendiculairement à ce plan.

Quand l'étincelle était parallèle à ce plan il y avait action car si l'on interposait une lame de verre, l'étincelle diminuait d'éclat. Si au contraire l'axe de l'étincelle était normale au plan, l'action était absolument nulle et l'interposition d'un verre n'y changeait rien.

**Blondlot** affirma, dans une lettre à **Poincaré**, que le phénomène était alors d'une netteté absolue, tout à fait constant et facile à observer. Pour rendre l'expérience plus parlante, **Blondlot** réalisa par la suite un montage dans lequel il fixa, sur une sorte de bonnette, le petit excitateur qui produisait l'étincelle de façon à faire passer rapidement celle-ci de la position parallèle à l'axe du tube «**Focus**», à la position perpendiculaire. Il observait alors, facilement, disait-il, la variation d'éclat de l'étincelle quand il faisait passer celle-ci d'une position à l'autre.

**Blondlot** voulut comparer le phénomène précédent, concernant les rayons X, à l'action d'une lumière violette polarisée sur une étincelle électrique. Il remplaça, alors, le tube à rayons cathodiques par un excitateur à boules d'aluminium productrice de rayons ultraviolets et disposa un **Foucault**, comme polariseur, entre la source et l'étincelle. Il constata, avec netteté, précise-t-il, qu'il y avait renforcement de la lumière quand la section principale du **Foucault** était parallèle à l'étincelle réceptrice et aucun effet quand la section principale était perpendiculaire à cette étincelle. Dans le premier cas une lame de verre diminuait son éclat, dans le second elle était sans effet.

**Blondlot** déduisit, de ces observations, que le petit détecteur à étincelle constituait un réactif utilisable pour toutes les vibrations polarisées et il lui sembla bien qu'après cela il ne pouvait rester de doute sur la nature polarisée des rayons X, émis par le tube «**Focus**».

Par ailleurs il pensait apporter une réponse valable et définitive à la question de savoir si la vibration de la lumière polarisée était parallèle ou normale au plan de polarisation. En effet la vibration du rayon X, provenant du mouvement longitudinal du rayon cathodique générateur, ne pouvait être que dans le plan de ces deux rayons. Or l'action sur l'étincelle montrait, par analogie, que ce plan devait être assimilé à la section principale du Foucault.

Or dans le **Foucault** c'était le rayon extraordinaire qui passait et d'après Fresnel il vibrait dans la section principale. **Blondlot** en tira la conclusion que l'hypothèse de Fresnel était en accord avec l'observation.

Dans une autre expérience **Blondlot** focalisa les rayons X à travers une fente aménagée dans une plaque de plomb et interposa, entre la fente et l'étincelle, un cristal de quartz puis un morceau de sucre. Il rapporta que la position du maximum de brillance de l'étincelle avait changé et en conclut que les cristaux avaient provoqué une rotation du plan de polarisation des rayons X.

On peut certainement s'étonner que le physicien nancéen ait pu utiliser la variation d'éclat d'une petite étincelle électrique pour détecter des phénomènes de cette importance. D'abord, en premier lieu, on savait que les variations d'intensité d'une telle étincelle, au voisinage d'un tube cathodique, faisaient intervenir des phénomènes très complexes, assez mal connus à l'époque. Ensuite, en second lieu, l'appréciation des variations d'éclat de l'étincelle, dans les conditions de l'expérience, ne pouvait que revêtir un caractère très subjectif.

Ces remarques laissaient apparaître comme discutable la fiabilité du phénomène. Mais **Blondlot** avait, antérieurement, expérimenté cette méthode avec succès, méthode qui, d'ailleurs, demeurait, à l'époque, favorite chez les physiciens français de l'optique.

Il est néanmoins probable qu'il accorda une trop grande confiance en ce détecteur rudimentaire et que là se situe, au moins en partie, l'origine des problèmes auxquels il fut, ultérieurement, confronté.

Il faut bien noter aussi qu'il repérait la variation de brillance de l'étincelle et non la longueur de celle-ci comme l'avait fait **Hertz**. L'action des rayons X sur la longueur de l'étincelle d'une décharge électrique était bien connue. Toutefois **Blondlot** déclara que la variation de brillance de l'étincelle était un effet différent de sa variation de longueur, bien qu'il attribuât les deux phénomènes à la même cause, à savoir une diminution de la résistance de l'air au passage de l'électricité.

Il soutenait qu'une étincelle courte, faible (de l'ordre de 0,1 mm) était nécessaire pour détecter la variation de brillance, car avec une étincelle forte, chaude, la diminution de résistance de l'air, due aux rayons X, n'eut pas été appréciable.

Ainsi dans une publication de février 1903, **Blondlot** affirma que la brillance était la propriété principale de l'étincelle. Il insista fortement sur le fait que cette étincelle devait être courte et faible et soutint que sa variation de brillance, quand elle se déplaçait perpendiculairement aux rayons X, démontrait la polarisation de ceux-ci.

## Les rayons N

### *Les nouveaux rayons de Blondlot*

Mais **Blondlot** constata alors que le rayonnement qu'il étudiait subissait la réfraction par un prisme de quartz. Ce ne pouvait donc être des rayons X. Ainsi l'éclat de l'étincelle variait quand on disposait un prisme de quartz entre elle et le tube à rayons cathodique. Pour retrouver l'éclat maximum de l'étincelle il lui fallait déplacer le dispositif supportant celle-ci vers la base du prisme. Par ailleurs en abaissant la tension du tube cathodique, de façon qu'il n'y ait plus de fluorescence, donc comme le pensait Blondlot, plus de rayons X émis, il y avait encore variation d'éclat de l'étincelle.

**Blondlot en déduisit alors l'existence d'une radiation nouvelle, différente des rayons X qui traversait le papier noir, le bois et l'aluminium.**

Cette radiation était polarisée à l'émission, elle pouvait être réfléchie, réfractée et diffractée, toutes ces propriétés étant détectées à l'analyseur à étincelle. Ces rayons, par ailleurs, ne produisaient pas de fluorescence des écrans au bromure ou au cyanure et n'avaient pas d'effet photographique direct.

Ne cherchant pas d'autres explications au phénomène observé, **Blondlot** estima avoir découvert une radiation nouvelle, qu'il appela «RAYONS N» (N comme Nancy) ce qu'il annonça très officiellement au printemps 1903.

Il faut bien rappeler que, dans la période 1895-1905, l'annonce d'une radiation nouvelle n'était pas surprenante. Les rayonnements découverts ou redécouverts aux propriétés démontrées ou réfutées, interprétés ou réinterprétés foisonnaient : rayons cathodiques, rayons de **Becquerel**, rayons alpha, bêta et gamma, «lumière noire» et enfin rayons N.

Ainsi les propriétés des rayons X étaient âprement discutées et des méthodes différentes d'étude de ceux-ci, conduisaient à des résultats différents. C'est ainsi que **C. G. Barkla** rapporta, en 1905, ce que les historiens des sciences considèrent comme la première détection réussie de polarisation de rayons X par une méthode électrique ou d'ionisation. **H. Haga** tenta une expérience semblable par une méthode photographique mais échoua.

### *Propriétés générales des rayons N et premières critiques*

Il faut bien convenir, comme nous l'avons déjà évoqué, que la méthode de **Blondlot** d'étude de la polarisation par l'observation de la variation d'éclat d'une étincelle était inférieure, en fiabilité, à celles de ses

collègues étrangers utilisant des effets photographiques ou des mesures d'ionisation. Mais sans trop se préoccuper des lacunes de sa méthode d'investigation, il persista dans l'annonce de sa découverte.

Le fait, qu'il trouvait des indices de réfraction des rayons N dans le quartz semblables à ceux de la lumière rouge, incita **Blondlot** à rechercher, parmi les émetteurs connus de cette lumière, d'autres sources productrices des nouveaux rayons. Se fondant sur les travaux de **Rubens** dans l'infrarouge lointain, il repéra, toujours avec son détecteur à étincelle la présence de rayons N dans l'émission d'une lampe Auer et en déduisit des indices de réfraction dans le quartz supérieurs à 2, le plus grand faisant 2,93.

Ces indices différents, d'après **Blondlot**, correspondaient à des groupes séparés de rayons, dans différentes parties du spectre des rayons N émis par le bec Auer. Dans le montage utilisé, la lampe était logée dans une enceinte de tôle de fer ondulée, munie d'une fenêtre d'aluminium de 0,1 mm d'épaisseur à travers laquelle passaient les rayons N avant d'être focalisés par une lentille de quartz.

**Rubens**, un brillant physicien allemand, trouva les résultats de **Blondlot** impossibles à admettre.

L'hypothèse que des ondes électromagnétiques de grandes longueur d'onde puissent traverser une fenêtre d'aluminium de 0,1 mm était contraire tout à la fois à la théorie de **Maxwell** et à ses propres observations. D'ailleurs, avec **Lummer** et **Hagen** il ne réussit pas à retrouver les résultats de **Blondlot**. De plus on savait que le quartz était opaque aux radiations infrarouges de longueur d'onde supérieure à 4,20 microns. Or les longueurs d'onde des rayons N, calculées par **Sagnac**, à partir des résultats de **Blondlot**, étaient quatre fois plus grandes que les plus grandes longueurs d'onde de **Rubens**. Il semblait donc impossible qu'elles aient pu traverser le quartz. **Blondlot** concéda, alors, que les rayons N n'étaient, sans doute, pas exactement semblables aux radiations infrarouges de **Rubens**, mais pouvaient peut-être se situer quelque part dans la région inexplorée du spectre, entre les rayons de **Rubens** et ceux de plus courtes longueurs d'onde.

Il convient aussi de remarquer que beaucoup des propriétés attribuées par **Blondlot** aux rayons N étaient semblables à celles rapportées pour le rayonnement radioactif, comme par exemple l'action sur l'étincelle électrique. Par contre, l'irradiation aux rayons N n'excitait pas directement la fluorescence, mais augmentait l'éclat des corps phosphorescents qui avaient été préalablement exposés au soleil. C'était aussi une propriété du rayonnement infrarouge, comme l'avait montré **Becquerel**, mais **Blon-**



**Blot** refusa d'inclure les rayons N dans ce domaine spectral, au prétexte qu'ils étaient sans influence, par exemple, sur un thermocouple.

**Blondlot** décida de mettre au point un nouveau dispositif qui devait permettre, pensait-il, une meilleure détection des nouveaux rayons. C'est ainsi qu'il répartit une solution de sulfure de calcium en petits dépôts circulaires de quelques millimètres de diamètre, destinés à servir de récepteurs, sur un écran de carton noir. D'après l'expérimentateur, ces nouveaux récepteurs devenaient distincts et lumineux quand on les éclairait avec un émetteur de rayons N, comme, par exemple, une lampe *Auer*, munie de sa fenêtre d'aluminium. Le phénomène était encore plus sensible quand les rayons N étaient focalisés par une fenêtre de quartz.

C'est à l'occasion des premières publications, sur cette nouvelle méthode de détection, que **Blondlot** commença, dans ses articles et sa correspondance, à dispenser maints conseils, sur la conduite à tenir, pour bien observer le phénomène. Ces conseils contribuèrent grandement à renforcer le clan des sceptiques.

Le nancéien précisait, en effet, que l'observateur ne devait pas regarder directement l'écran et ne jouer qu'un rôle exclusivement passif sous peine de ne voir les effets des rayons N.

Quoi qu'il en soit, ce nouveau type de détecteur permit à **Blondlot** d'établir une liste d'*émetteurs primaires* de rayons N comme le soleil, tous les corps incandescents, l'acier trempé et d'une manière générale tout matériau soumis à contrainte interne, suggérant que l'énergie des rayons émis pouvait provenir, en quelque sorte, d'une énergie potentielle intérieure liée à une quelconque tension mécanique interne de la matière.

Par ailleurs il constata aussi que des corps comme le quartz ou le feldspath, après exposition aux rayons N, réémettaient ces rayons. A *ces émetteurs secondaires* il ajouta les fluides internes de l'œil.

Il ajouta, encore, que les rayons N n'étaient sans doute pas sans influence sur certains phénomènes de la vie animale ou végétale.

#### *Les rayons N et les effets biologiques et psychologiques*

Une propriété particulièrement excitante des rayons N fut révélée par un membre éminent de la *Faculté de Médecine de Nancy*, **Auguste Charpentier**. Il découvrit, en effet, que les rayons N étaient émis par les muscles des animaux et même par certaines parties du corps humain. **Lambert**, de la même *Faculté de Médecine* nota, quant à lui, l'émission de rayons N par les ferments organiques, et **Meyer**, un assistant de

**Blondlot**, détecta que des plantes, dans l'obscurité, émettaient le même rayonnement.

Les publications de **Charpentier** firent sensation à l'*Académie des Sciences* de Décembre 1903 à Juillet 1904. Il déclara d'abord que les rayons N étaient émis par les muscles et le système nerveux humains mais ne s'intéressa, très vite, qu'à l'émission du système nerveux.

Le physicien et physiologiste de *la Sorbonne*, **Arsène d'Arsonval**, très enthousiasmé par le nouveau phénomène, précisa que ce rayonnement augmentait de façon notable quand le sujet examiné exerçait un effort intellectuel quelconque, par exemple quand il faisait un discours, les rayons semblant émaner de la zone dite de Broca du cerveau. **D'Arsonval** écrivit, à ce sujet :

*«On peut observer un accroissement de l'éclat du corps phosphorescent (c'est-à-dire du récepteur, sous l'influence du rayonnement N émis par le sujet). Il y a une certaine relation quantitative entre le degré d'activité psychique et la phosphorescence de l'écran».*

Des effets étaient aussi signalés en ce qui concerne la sensibilité animale. Ainsi si on éliminait la sensibilité nerveuse par une dose de curare ou si on faisait se contracter un muscle électriquement, l'activité des rayons N disparaissait.

Deux membres de l'*Institut Général Psychologique*, **Courtier** et **Youriévitch** vinrent au laboratoire **Blondlot** où ils assistèrent à une démonstration des propriétés des rayons N. Celui-ci avait, d'ailleurs, adapté son dispositif à la détection des rayons émis par le corps humain.

Des expériences furent aussi réalisées sur l'hyperacuité visuelle provoquée. Après exposition aux rayons N les yeux d'un expérimentateur pouvaient lire une page de texte faiblement éclairée qu'ils ne pouvaient discerner auparavant.

Quelques membres de l'*Institut Général Psychologique* qui comportait dans son comité directeur de vieux positivistes comme **d'Arsonval**, **Théodule Ribot** et **Liard** alors directeur des Enseignements supérieurs, émirent l'idée que les rayons N pouvaient peut-être aider à la compréhension de certains phénomènes médicaux et parapsychologiques, tel que l'hyperacuité visuelle des hystériques.

**D'Arsonval** alla jusqu'à émettre l'hypothèse qu'il existait, peut-être, autour de chaque individu une atmosphère particulière dont les caractéristiques physiques pouvaient parfaitement être déterminées. Autrement dit l'aura des spiritualistes trouvait son explication physique par les rayons N.

Il y eut même une discussion sévère entre **Charpentier** et **Carl Huter**, un spiritualiste, pour savoir qui aurait la priorité de la découverte des propriétés spécifiques des rayons N.

### Contestations et autres critiques

#### *La mise en cause de la méthode de détection*

Bien que nombre d'études, effectuées par plusieurs chercheurs, semblent avoir confirmé, pendant quelque temps, les travaux de **Blondlot**, un certain trouble n'avait, néanmoins, pas tardé à gagner les milieux scientifiques.

Ayant bien appréhendé cette attitude, Blondlot notait, déjà, dans sa publication de novembre 1903, que l'aptitude à reconnaître de faibles changements d'intensité lumineuse variait d'une personne à l'autre. Certains observateurs, par exemple, percevaient au premier coup d'œil les variations prévues tandis que, pour d'autres, elles se situaient à la limite de leur perception visuelle.

Dans bien des rapports, de nombreux scientifiques, comme le jeune physicien français **Jean Perrin**, critiquèrent la nature subjective de la méthode de détection utilisée par **Blondlot** ; ils l'exprimèrent, en particulier, dans une lettre adressée à la revue anglaise *Nature*. Ils supposaient que les effets attribués aux rayons N sur les surfaces phosphorescentes pouvaient être produits simplement par la chaleur du corps humain ou par celle dégagée par le rayonnement infrarouge de la lampe. En fait, bien des physiciens mettaient en doute les résultats de **Blondlot** et considéraient les observations qu'il rapportait comme des phénomènes plus psychophysiologiques que physiques.

Certains physiciens allemands comme **Lummer** et **Rubens** pensaient, quant à eux, que les observations de Blondlot pouvaient s'expliquer à partir des caractéristiques de la physiologie de l'œil. En effet la vision périphérique qui est due aux bâtonnets de la rétine intervient dans l'obscurité. Une plaque de plomb, par exemple, étant interposée entre la source de lumière et un écran phosphorescent, et l'observateur dirigeant, alors, son regard vers l'écran il y a inactivation des bâtonnets. S'il continue à fixer l'écran il ne voit pas de changement de brillance, mais s'il regarde légèrement de côté, à la périphérie, il aperçoit une faible luminosité blanche.

L'astuce de la vision périphérique avait, d'ailleurs, été utilisée depuis longtemps par les astronomes.

Les sources d'erreurs liées à l'utilisation d'un écran luminescent avaient, aussi, été évoquées dans un colloque de l'*Institut Général*

*Psychologique.* D'Arsonval reconnaissait déjà en Décembre 1903 que l'échauffement de l'écran augmentait la phosphorescence. Mais il ajouta qu'une expérience de contrôle avait été menée à Nancy, par l'étude des rayons N émis par des animaux à sang froid.

Ultérieurement Courtier rapporta la visite qu'il fit à Nancy, pour assister aux expériences de Blondlot, au cours desquelles certains observateurs déclarèrent avoir constaté un accroissement de l'intensité lumineuse du détecteur à étincelle, mais où d'autres assurèrent n'avoir rien vu.

Il rapporta aussi que Charpentier, expert reconnu de la physiologie oculaire, spécialiste de la rétine, était bien conscient des problèmes rencontrés dans l'observation visuelle des rayons N.

Ainsi, en accord avec Courtier, d'Arsonval rapporta qu'un observateur qui pouvait à peine percevoir une certaine lumière, pouvait détecter, quand il rouvrait les yeux, après un confinement prolongé dans une pièce sombre, une lumière un millier de fois moins intense que la lumière initiale. De plus cette sensibilité différentielle variait au cours de l'expérience de détection des rayons N. Ainsi, en regardant directement l'écran de sulfure de calcium on pouvait observer qu'il brillait d'abord et perdait ensuite de sa luminosité ; mais après avoir fermé les yeux un moment on percevait immédiatement, en les rouvrant, un augmentation de luminosité de l'écran. Tous ces phénomènes, parfaitement connus, venaient encore compliquer les observations.

Toutefois, Blondlot et Charpentier pensaient et affirmaient que la seule prise en compte de ces effets constituait une garantie suffisante contre les sources d'erreurs qu'ils induisaient.

Néanmoins de sérieuses objections se manifestèrent de plus en plus contre la méthode de détection visuelle des variations d'éclat d'une étincelle, plus arbitraire que celle faisant intervenir la longueur de l'étincelle.

John Burke avait avancé que la plaque de plomb, interposée entre la source de rayons N et l'étincelle, pouvait elle-même doper les oscillations de cette étincelle.

Paul Langevin, après avoir été sur place assister aux expériences de Blondlot, avait essayé de reproduire celles-ci dans le laboratoire de Mascart au *collège de France* mais avait échoué. Dans son montage expérimental, Langevin avait utilisé un dispositif électrique permettant d'obtenir une étincelle très stable. Malgré ce dispositif il ne détecta aucun effet. A cette contre expérience de Langevin, Blondlot répliqua en précisant, de nouveau, que l'étincelle électrique devait être instable courte et faible. Mais, peu convaincu, Langevin demanda comment,

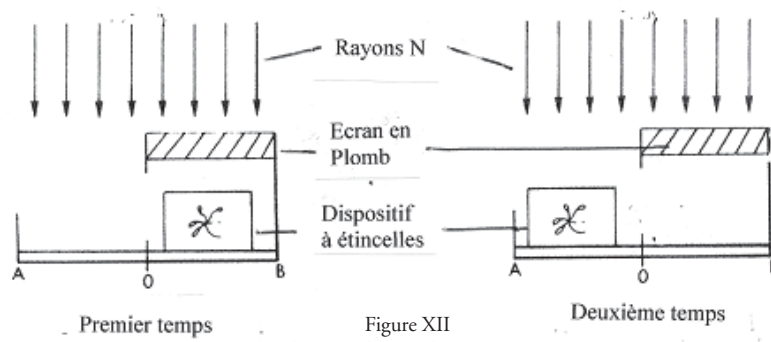
dans ces conditions, pouvait-on, réellement, apprécier des variations significatives de la brillance de l'étincelle.

#### *Intervention de la photographie*

Des tentatives furent alors menées, par plusieurs physiciens, pour remplacer l'observation visuelle des variations d'éclat de l'étincelle ou d'un «spot» de sulfure de calcium par des enregistrements photographiques systématiques des effets des rayons N.

Ainsi **Rothé de Grenoble** et **Bordier de Lyon** décrivent, au milieu de 1904, des méthodes photographiques permettant de suivre les variations de phosphorescence. Mais leur publication présentée en décembre à l'*Académie des Sciences* ne permit pas d'apprécier une différence notable entre une photographie des récepteurs au sulfure de calcium irradiés par des rayons N et une autre des mêmes récepteurs non irradiés.

**Blondlot** imagina et réalisa, lui-même, une expérience destinée à enregistrer sur plaque photographique les variations d'éclat d'une étincelle électrique (Voir Figure XII).



Dans cette expérience, un dispositif supportant l'étincelle se déplaçait, manuellement, d'un mouvement de va-et-vient d'un côté où la plaque photographique était exposée aux Rayons N vers un autre côté où elle était protégée par une plaque de plomb.

La plaque photographiqueregistra une étincelle plus brillante dans une position que dans l'autre (Voir Figures XIII et XIV).



Figure XIII



Figure XIV

#### La mise en cause de l'assistant

Beaucoup des scientifiques qui critiquèrent les travaux de **Blondlot**, suggérèrent que le fait que le mouvement de va-et-vient du dispositif était manuel et non automatique avait pu conduire son assistant **L. Vartz** à laisser, inconsciemment, plus longtemps exposé le côté de la plaque non protégé. Le physicien américain **R. W. Wood** n'avait, d'ailleurs, pas éprouvé une grande sympathie pour l'assistant de Blondlot, lors de son passage à Nancy sur lequel nous reviendrons. Voyant opérer **Vartz** au cours des démonstrations faites au laboratoire de **Blondlot**, **Wood** le qualifia de «*concierge de laboratoire de grand standing*». Plus tard beaucoup d'observateurs eurent tendance à prendre **Vartz**, trop zélé collaborateur, comme bouc émissaire, lui attribuant une grande responsabilité dans les erreurs de **Blondlot**.

Celui-ci, et c'est tout à son honneur, défendit son assistant bec et ongles, affirmant dès Avril 1903 que son travail avait toujours été de grande qualité, qu'il avait construit beaucoup d'appareils au laboratoire en y apportant de notables améliorations par sa touche personnelle et qu'il avait effectué et vérifié des mesures avec le plus grand soin. Plus tard, en Novembre 1904, dans une lettre à *la Revue Scientifique* **Blondlot** ajouta que le mécanicien qui manoeuvrait l'appareil de détection, c'est-à-dire **Vartz**, n'était pas du tout concerné personnellement par les résultats des expériences, ignorant même la signification réelle de ce qu'il mesurait. En aucune façon le physicien nancéien n'accepta que

son collaborateur devint le bouc émissaire de ceux qui critiquaient ses travaux, affirmant :

*«Je revendique la responsabilité exclusive de toutes les expériences dont j'ai publié les résultats que j'ai au moins vérifiés».*

Après son retrait de la Faculté des Sciences, en 1909, **Blondlot** laissa à celle-ci une somme importante à seule fin de rémunérer Vitz.

*Les critiques s'étendent à l'ensemble des travaux de Blondlot sur les rayons N.*

En Janvier 1904, **Blondlot** calcula de nouvelles valeurs, plus précises des longueurs d'onde des rayons N, en utilisant, cette fois, un prisme d'aluminium, et un détecteur au sulfure de calcium de 1 cm sur 0,1 cm monté sur un écran de carton noir.

Il signala, de nouveau, l'existence de plusieurs groupes de rayons N avec des indices de diffraction différents. **Blondlot** avait constaté que les indices, qu'il avait calculés précédemment, étaient erronés en raison du stockage et de la réémission des rayons par le prisme de quartz. Les nouvelles longueurs d'onde déterminées ne se situaient plus, alors, dans l'infrarouge mais dans le proche ultraviolet.

Mais, en livrant ces résultats, **Blondlot** ignorait, apparemment, les travaux de **Victor Schumann** sur l'absorption des ultraviolets par l'air.

Alors que la communauté scientifique devenait de plus en plus sceptique, quant aux résultats du physicien nancéien, un article du *Figaro* informait le grand public des travaux du nancéien et de l'existence des rayons N, rayons venant compléter le spectre des radiations déjà connues. Une conférence de **D'Arsonval**, prononcée en mars 1904, à l'*Hôtel des Sociétés Savantes* allait dans le même sens.

De nouveaux doutes sur les travaux de **Blondlot**, concernant cette fois les expériences de réfraction et de diffraction des rayons N furent émis par **Schenk**, à la même époque. Ce physicien allemand calcula que, d'après le montage indiqué par **Blondlot**, d'une part les différents groupes de rayons N, séparables grâce à des indices de réfraction différents, auraient dû se recouvrir et que, d'autre part, seulement le millième de l'intensité du faisceau initial devait se retrouver dans les figures de diffraction. Et tout ceci à partir de variations d'éclat si faibles que presque personne ne pouvait les détecter.

A Paris **Jean Perrin** contesta la précision que **Blondlot** attribuait à ses mesures, compte tenu de la largeur de la fente et **R. W. Wood** fit la même critique. A ces contradicteurs **Blondlot** répliqua que c'était là une des inexplicables propriétés des rayons N, s'enfonçant quelque peu dans l'irrationnel.



**Salvioni**, un physicien italien, commença par retrouver les résultats de **Blondlot** sur la réfraction des rayons N en suivant rigoureusement ses prescriptions, mais il fut incapable de retrouver ces mêmes résultats, par la suite, trois mois plus tard. Il en conclut que des effets visuels et physiologistes étaient à l'origine des phénomènes observés.

**Gouy** à Lyon, **Langevin**, **Perrin**, **Victor Henri**, **Henri Pellat** et **Henri Abraham** avouèrent avoir échoué dans leurs tentatives pour reproduire les expériences de **Blondlot** et nièrent l'existence du phénomène. D'autres comme **Jules Violle**, **Marcel Brillouin**, **Paul Janet**, **Georges Sagnac**, **Pierre Curie** et **Charles Camichel** de Toulouse échouèrent aussi mais sans considérer leurs résultats comme probants.

Au *Polytechnicum de Zurich* **Pierre Weiss** défendit d'abord **Blondlot** mais en compagnie de **Walter Ritz** ne put reproduire ses résultats.

**Langevin**, **P. Cailletet** et **Lucien Poincaré** se déplacèrent à Nancy mais ne purent pas y vérifier l'existence du phénomène .

**Henri Poincaré** était avec ces derniers, il ne vit rien, lui aussi, mais affirma que cela ne voulait rien dire «*car ses yeux n'étaient pas très bons*».

Par contre **Jean Becquerel**, **Edmond Bouty** , **D'Arsonval** et **Mascart** crurent assister aux manifestations des fameux rayons. A la même époque **Lummer** livra son interprétation personnelle, des phénomènes liés aux rayons N, à la *British Association de Cambridge* et à la *Deutsche Naturforscher Versammlung de Breslau*. D'après lui, il fallait attribuer les observations de **Blondlot** non à des phénomènes physiques mais à des causes physiologiques et psychologiques.

Au *congrès de Physiologie* de Bruxelles, **M. Lambert** présenta un article confirmant l'émission de rayons N par le corps humain, le système nerveux et des ferments végétaux. **Victor Henri** et **Henri Piéron**, qui avaient échoué dans leur recherche du même phénomène, proposèrent à **Lambert** de faire avec lui une expérience de vérification, ce que ce dernier refusa.

Le physiologiste belge **Augustin Waller** proposa alors, dans la foulée, d'appeler les rayons N «*rayons de la suggestion*», faisant, malicieusement mais fort irrévérencieusement, allusion aux travaux qui étaient, alors, à l'honneur à la Faculté de Médecine de Nancy.

*La chute de la maison Blondlot. L'intervention de Wood.*

Au colloque de la *British Association*, **Rubens** proposa à l'américain **R. W. Wood**, de l'*Université John Hopkins*, d'aller à Nancy, pour tester les expériences de rayons N.

On a dit que **Rubens** était particulièrement motivé car on murmurait que le Kaiser lui avait demandé de venir à Postdam pour lui faire une démonstration sur les nouveaux et fameux rayons. Après s'être évertué à retrouver les résultats de **Blondlot**, déployant de gros efforts pendant plusieurs semaines, il dut s'avouer vaincu et fut, ensuite, bien embarrassé d'avouer son échec au Kaiser. Cette anecdote, rapportée en France par **Berget**, y fit quelque scandale, bien que **Rubens** l'eût publiquement démentie.

**Wood** arriva donc à Nancy fin septembre 1904. Il signala qu'il parlait allemand mais sans préciser, aux nancéiens qu'il comprenait le français, laissant à **Blondlot** la possibilité de s'exprimer dans cette langue, en toute discrétion, avec son assistant. Son activité à Nancy si elle ne fut pas d'une extrême élégance fut, par contre, d'une totale efficacité, tout au moins quant à l'objectif qui lui avait été fixé. **Blondlot** commença par lui montrer son récepteur, constitué par un écran de carton sur lequel avaient été tracés des petits cercles recouverts d'une peinture lumineuse. **Wood** raconta :

*«Il alluma la lampe à gaz, et attira mon attention sur l'augmentation de luminosité des cercles de l'écran quand les rayons N les frappaient. Je lui répondis que je ne voyais aucun changement et il me rétorqua que c'était parce que mes yeux n'étaient pas assez sensibles et que cela ne prouvait rien. Je lui demandai alors si je pouvais placer ou déplacer un écran opaque en plomb sur le trajet des rayons pendant qu'il décrivait les fluctuations de l'écran en les commentant. Il se trompa dans presque cent pour cent des cas décrivant des fluctuations de l'écran même quand je ne faisais aucun mouvement. Ceci me sembla très probant mais je ne fis aucun commentaire».*

Mais le test crucial, pour **Wood**, se situait au niveau des observations spectroscopiques de **Blondlot**, pour lesquelles celui-ci avait construit un dispositif permettant de déplacer un fil vertical, recouvert d'une peinture lumineuse, à travers la région où se trouvaient les diverses composantes du faisceau de rayons N. Le fil, aux dires de **Blondlot**, devait briller quand il croisait les raies invisibles du spectre.

Après que **Blondlot** eut parcouru le spectre une première fois, en donnant une première liste des radiations N détectées, **Wood** lui demanda de reprendre ses mesures. A ce moment il se déplaça vers le prisme d'aluminium dans l'obscurité et le retira du spectroscope. **Blondlot** recommença sa détection en donnant strictement les mêmes valeurs que lors de la première série. **Wood** remit, alors, le prisme en place avant que la lumière ne fut rétablie. Il avait noté, avant que la lumière ne fut éteinte, que l'assistant avait disposé le prisme sur son support circulaire, avec deux de ses arêtes exactement sur le bord du disque métallique.

**Blondlot** déclara alors à son assistant que ses yeux étaient fatigués. L'assistant était évidemment devenu méfiant et proposa, à son maître, d'effectuer lui-même les mesures pour **Wood**. Aussitôt que l'obscurité fut rétablie, **Wood** se déplaça vers le prisme, sans atténuer le bruit de ses pas, mais sans toucher au prisme.

L'américain narra ainsi la fin de la séance :

*«L'assistant commença ses mesures mais soudain dit précipitamment à Blondlot, en français :*

*«Je ne vois rien, il n'y a pas de spectre. Je pense que l'américain a dérangé quelque chose.»*

*Sur ce, il remit la lumière, se déplaça vers le prisme et l'examina avec le plus grand soin. Il me regarda furieux, mais je ne lui donnai aucune indication sur mon sentiment propre.*

*Ceci termina la séance et je pris le train de nuit pour Paris.»*

Dans une lettre adressée à *Nature* et traduite dans la *Revue Scientifique* et dans *Physikalische Zeitschrift*, **Wood** raconta comment il avait pu constater que, dans le montage de **Blondlot**, le retrait du prisme du spectroscope n'affectait en rien la localisation des maxima et des minima du faisceau des rayons N déviés.

A la suite de cette lettre *La Revue Scientifique* lança, pendant trois mois, une consultation auprès des chimistes, des physiciens, des physiologistes et des psychologues français pour connaître leur sentiment sur les rayons N :

*«Les rayons N existent-ils ?»*

Cette enquête attira une réflexion acerbe du chimiste **Henri Moissan** qui demanda, dans un article, si les questions scientifiques devaient être résolues par voie de référendum.

Alors que la plupart des différents chercheurs, qui avaient précédemment vérifié ou étendu les résultats de **Blondlot**, confirmaient ceux-ci, en dépit de l'intervention de **Wood**, très peu de travaux nouveaux furent publiés.

En 1905, une seule publication sur les rayons N fut présentée à l'Académie. Mais, cependant, les rayons N ne disparurent pas tout de suite de Nancy.

Ainsi **Gutton** photographia ce qu'il affirma être les variations d'intensité d'une étincelle secondaire d'oscillateur électrique, influencée par des rayons N tombant sur une étincelle primaire.

**Mascart** rédigea de nouvelles publications avec **Gutton**, **Virtz** et **Blondlot** sur la déviation des rayons N par un prisme d'aluminium.

En mars **Cotton** et **Raveau** se déplacèrent à Nancy pour assister aux nouvelles expériences de **Gutton**, mais ne furent guère convaincus et ajoutèrent leurs objections aux remarques de **Perrin** critiquant la réapparition des rayons N dans les notes à l'Académie.

**Albert Turpain** de Poitiers qui, l'un des premiers, avait émis des doutes, quant à l'existence des rayons N, dans une note qui fut rejetée par **Mascart**, écrivit alors une cinglante réplique à ce dernier, à la lumière du rapport de **Wood**. Cette attitude ne le servit guère lorsqu'il fit, ultérieurement, acte de candidature à une chaire de physique à Nancy en 1906.

## ESSAI D'ANALYSE DE L'AFFAIRE DES RAYONS N

### L'attitude de **Blondlot** et des autres physiciens

Il faut bien admettre que **Blondlot** et beaucoup de ceux qui avaient mené des investigations sur les rayons N, n'apportèrent des réponses convaincantes aux nombreuses critiques qui leur furent adressées. Ainsi **Blondlot** refusa toujours de faire des expériences de contrôle, au prétexte que l'observateur devait réguler l'émission des rayons N ainsi que leur détection dans le but d'éviter la fatigue. En dépit des propositions de contradicteurs, très désireux de collaborer avec lui, **Blondlot** n'accepta jamais de procéder à des expériences communes.

Quand les expériences tournaient mal, **Blondlot** et les siens évoquaient la fatigue et les difficultés d'observation. A **Langevin** qui n'avait pas pu reproduire les phénomènes avec une étincelle stable comme détecteur, **Blondlot** rétorqua, à nouveau, que l'étincelle devait être instable.

Quand des observateurs déclaraient ne pas distinguer de différence de luminosité entre deux récepteurs de sulfure de calcium, **Becquerel** leur expliquait que les rayons N tombant sur un récepteur surexcitait la rétine de sorte que la différence de luminosité ne pouvait être détectée.

**Blondlot** ne chercha pas à imaginer et à développer une technique indiscutable pour détecter ses rayons, alors que son habileté expérimentale, largement reconnue, le lui aurait permis.

Il n'arriva pas, non plus, à satisfaire ceux qui demandaient que ses publications contiennent plus de détails et plus de précisions sur ses appareils et sur ses investigations.

Si le Physicien nancéien étendit aussi loin la flexibilité des règles non écrites de la science, en ce qui concerne la subjectivité des données, le degré de précision raisonnable des mesures et la reproductibilité de l'observation expérimentale, il faut bien reconnaître que **Lambert**, **Becquerel** et bien d'autres firent de même.

*Alors que la «découverte» de Blondlot est devenue depuis «l'affaire des rayons N» on ne peut expliquer cette épisode malheureux de la science en en imputant la responsabilité au seul Blondlot.*

Sans entrer dans les détails, on peut rappeler qu'on dénombra, tout de même, entre 1903 et 1906 pas moins de trois cents articles et publications scientifiques sur le sujet, impliquant pas moins d'une centaine d'auteurs différents dont au moins deux étrangers.

Il est bien évident que ceci confortait solidement **Blondlot** dans ses convictions, d'ailleurs fortement ancrées puisqu'il affirmait, en décembre 1904, dans une lettre à Poincaré, après les critiques dont il avait été l'objet :

*«J'ai l'intention de faire imprimer bientôt à mes frais la suite de mes recherches, signées de mon nom tout court, demeurant fidèle au devoir de dire toute la vérité sans me laisser arrêter par aucune considération et dussè-je devenir sur mes vieux jours un outlaw de la science».*

Il faut rappeler, ici, l'analyse pertinente de Jean Rostand, qui écrivait, en 1958 :

*«Ce qui est extraordinaire dans cette affaire c'est le nombre et la qualité des «égarés». Il ne s'agit pas de demi-savants, de charlatans, d'extravagants, d'amis du merveilleux ; non ce sont de vrais hommes de science, désintéressés, probes, habitués aux méthodes et aux mesures de laboratoire, des hommes à la tête froide et solide, et qui soit avant, soit après l'aventure ont fait leurs preuves de chercheurs : professeurs de faculté, médecins des hôpitaux, agrégés, Jean Becquerel, Gilbert Ballet, André Broca, Zimmern, Bordier, etc».*

#### Les causes

Quelles sont les principales causes de cette erreur, de cette affaire des rayons N ?

Elles sont multiples et on peut considérer des causes *internes* et des causes *extérieures*.

Parmi les premières nous pouvons considérer la trop grande confiance que portait **Blondlot** à son appareillage d'abord et à sa méthode ensuite.

On peut aussi s'interroger, bien que sans raison précise, sur le rôle de son aide de laboratoire, **Virtz**, pour lequel **Wood** avait manifesté une certaine méfiance et pour lequel **Pierret**, ancien professeur à l'ENSEM et qui a connu **Blondlot**, a été assez sévère.

On a aussi parlé d'hallucination collective. On a encore évoqué une diminution des capacités intellectuelles de **Blondlot** qui aurait pu alors s'autosuggestionner et suggestionner son assistant, sans culture scientifique.

En ce qui concerne les causes externes on peut déjà affirmer que le milieu scientifique français n'a pas joué le rôle de critique et de censeur qui aurait dû être le sien.

Si bien que les rayons N constituent une erreur de toute la science française.

A cela on peut ajouter un certain nombre d'éléments qui sont bien analysés par **Madame Mary Jo Nye**, dans sa thèse, et qui sont :

- L'intérêt renouvelé pour la psychiatrie et le spiritualisme autour de 1900, auxquels les rayons N semblaient apporter une caution scientifique.
- La perception par les scientifiques français de leur déclin à cette époque, en particulier vis-à-vis des allemands et, par conséquent, l'exacerbation du sentiment national.
- La structure consanguine et hiérarchique de la communauté scientifique française de l'époque.
- L'orgueil local et l'esprit qui régnaient à la Faculté des Sciences de Nancy.

En revenant sur l'analyse percutante et judicieuse de **Jean Rostand** et compte tenu du nombre et de la qualité de ceux qu'il appelle les «*égérés*», on peut tout de même se demander si tous n'auraient pas été victime d'un artefact, jamais détecté et jamais identifié.

## LA FIN DE L'AVENTURE

### Les soutiens

Même après la spectaculaire intervention de **Wood**, pendant quelque temps, **Blondlot** conserva le soutien de beaucoup de physiciens français. Quelle est, dans cette attitude la part de la conviction scientifique, du sentiment national ou tout simplement de l'amitié, il est difficile de le dire.

Nous pouvons néanmoins rappeler quelques opinions qui se sont manifestées notamment après l'enquête de la *Revue Scientifique*, évoquée précédemment.

Ainsi Girardet, qui fut élève de Blondlot écrivit :

«*Nous croyons tous à la réalité des observations de M. Blondlot et à*

*l'existence réelle de tous les faits vérifiés par lui».*

Girardet devint, d'ailleurs, par la suite, beaucoup plus prudent.

Le Doyen Bichat affirma, quant à lui :

*«J'ai la certitude absolue de l'existence objective des rayons N».*

Perrin, brillant professeur de la Sorbonne, afficha une opinion plus nuancée :

*«Je suis convaincu qu'il n'y a rien d'exact. Mais ne pas voir un phénomène ne veut pas dire qu'il n'existe pas : cela prouve simplement qu'on ne l'a pas vu».*

L'illustre Poincaré déclara :

«La critique de Wood ne subsiste pas un instant» et évoqua ensuite un *effet électrostatique* nouveau, inconnu et à étudier.

### La solitude

Et puis les divers scientifiques concernés par les rayons N se firent de plus en plus discrets sur le sujet, si bien que **Blondlot** se retrouva plongé dans une solitude amère mais acceptée, voire revendiquée.

Considéré, assez rapidement, comme le responsable unique d'une malheureuse affaire ayant attiré le ridicule sur la science française et accessoirement nancéienne, il vit s'abattre sur lui comme une chape de plomb.

Il fallait oublier jusqu'au nom de **Blondlot**.

Ainsi que nous l'avons signalé la correspondance de Poincaré à **Blondlot** a disparu.

Le dossier administratif de **Blondlot** n'existe plus dans les archives de la Faculté des Sciences.

Aucun signe des travaux de **Blondlot** ne figure dans les manuels de Physique à la seule exception de l'électromètre de **Bichat** et **Blondlot**.

Une anecdote révélatrice nous est rapportée par E. Pierret, qui fut Chef de Travaux à l'*ENSEM* et qui fit, en 1968, une excellente conférence sur les rayons N, publiée dans le *Bulletin de l'Académie et Société Lorraine des Sciences*.

Pierret entra comme assistant, vers 1930, au laboratoire du Professeur **Gutton**. Il rapporte les faits suivants :

*«Un jour faisant l'inventaire du laboratoire du Professeur Gutton, je trouvais, au haut d'une armoire, soigneusement emballé, tout un matériel, lentilles, prismes, avec des plaques photographiques annotées.»*

*Monsieur Laville, qui préparait une thèse dans le laboratoire me fit signe de me taire me disant : ne touchez pas à ça, surtout n'en parlez pas au patron».*

C'était tout le dossier des rayons N. Le sujet était tabou.

## CONCLUSION

**Blondlot** prit sa retraite prématurément en 1909.

Il est à peu près certain qu'il a continué à travailler sur les rayons N après son retrait de la Faculté des Sciences, mais sous quelle forme ? On l'ignore. Ce qui est sûr c'est qu'il continua à s'intéresser, de très près, à l'actualité scientifique.

En effet **Pierret** rapporte que, vers 1926, il rendit visite à **Blondlot** celui-ci ayant manifesté le désir de le rencontrer après la découverte, au laboratoire Gutton, des ondes hertziennes de très courte longueur d'onde.

**Pierret** se trouva en présence d'un homme au courant des recherches les plus récentes sur les ondes hertziennes et en pleine possession de ses facultés intellectuelles, ce qui infirmait totalement certaines allégations, formulées essentiellement aux USA, sur sa santé mentale.

Deux scientifiques, **Wood** et **Turpain**, ont osé parler de supercherie. Mais personne, hormis ceux-ci, n'a jamais mis en doute l'intégrité morale de **Blondlot**, même ses adversaires les plus acharnés.

Le monde scientifique et le monde tout court ont été cruels avec **Blondlot**, oubliant tout ce qu'il avait apporté de positif à la physique.

Il semble que, de nos jours, on soit plus indulgent avec les marginaux de la science, avec les auteurs de certains errements scientifiques. Il suffit d'évoquer la fusion froide, la mémoire de l'eau ou encore les avions renifleurs.

Le temps ne serait-il pas venu de procéder, en quelque sorte, à une réhabilitation de celui qui fut, en dépit des rayons N, un brillant physicien nancéien ?



## Bibliographie

1. - *Emile Gallé*. Garner, Londres : Academic Editions 1976, Paris : Flammarion 1977 (Réed 1990).
2. - *L'Enseignement Supérieur à Nancy de 1789 à 1896*. A.Gain, (Nancy Imprimerie Berger-Levrault 1934). Bibliothèque Municipale Nancy : 80336 (1) ou 6275.
3. - *L'exposition rétrospective lorraine des sciences*. G. Floquet, (Nancy : Imprimerie Berger-Levrault 1912).Bibliothèque Municipale Nancy : 98004 (23).
4. - *L'Université de Nancy (1572-1934). La Faculté des Sciences*). E.Husson. Bibliothèque Universitaire, Nancy : A 4136.
5. - *L'Enseignement des sciences appliquées à la Faculté des Sciences de Nancy*. E.Bichat, RIE, 35(1898).
6. - *Les activités scientifiques et techniques de la Faculté des Sciences de Nancy. Le problème des Ecoles Nationales Supérieures d'Ingénieurs*. J. Delsarte. Les conférences du Palais de la Découverte, Série A, n°222 (26 Mai 1956).
7. - *Science in the provinces. Scientific Communities and Provincial Leadership in France 1860-1930*. Mary Jo Nye, Thèse, University of California Press.
8. - *Mesure de la différence de potentiel de couches électriques qui recouvrent deux liquides en contact*. R. Blondlot. CRAS, 97 (1883), pp : 1293 à 1295.
9. - *Sur les différences électriques entre les liquides et sur le rôle de l'air dans la mesure électrique de ces différences*. E. Bichat et R. Blondlot. CRAS, 100 (1885), pp : 791 à 793.
10. - *Sur le transport du cuivre à travers une couche gazeuse, et sur la combinaison directe du cuivre et de l'azote*. R. Blondlot. CRAS, 102 (1886). pp : 210 à 212.
11. - *Sur un électromètre absolu à indications continues*. E Bichat et R.Blondlot, CRAS, 102 (1886). pp : 753 à 755.
12. - *Construction d'un électromètre absolu, permettant de mesurer des potentiels très élevés*. E Bichat et R. Blondlot, CRAS, 103 (1886). pp : 245 à 248.
13. - *Recherches sur la transmission de l'électricité à faible tension par l'intermédiaire de l'air chaud*. CRAS, 104 (1887). pp : 283 à 286
14. - *Sur la double réfraction diélectrique ; simultanéité des phénomènes électrique et optique*. R.Blondlot, CRAS , 106 (1887). pp : 349 à 352.

15. - *Sur la théorie du diamagnétisme*. R. Blondlot. CRAS, 106 (1887). pp : 1347 à 1349.
16. - *Action des radiations ultra-violettes sur le passage de l'électricité à faible tension au travers de l'air*. E. Bichat et R. Blondlot. CRAS, 106 (1887). pp : 1349 à 1351
17. - *Action combinée de l'insufflation et de l'illumination sur les couches électriques qui revêtent les corps conducteurs*. E. Bichat et R. Blondlot. CRAS, 107 (1888). pp : 29 à 31
18. - *Sur un électromètre astatique pouvant servir de Wattmètre*. R. Blondlot et P. Curie, CRAS, 107 (1888). p : 664
19. - *Sur la détermination de la constante diélectrique du verre à l'aide d'oscillations électriques très rapides*. R. Blondlot. CRAS, 112 (1890). pp : 1058 à 1060
20. - *Détermination de la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques*. R. Blondlot. CRAS, 113 (1891). pp : 628-631
21. - *Sur la vitesse de propagation des ondulations électromagnétiques dans les milieux isolants, et sur la relation de Maxwell*. R. Blondlot. CRAS, 114 (1892). pp : 225-227.
22. - *Sur un nouveau procédé pour transmettre des ondulations électriques le long de fils métalliques, et sur une nouvelle disposition du récepteur*. R. Blondlot. CRAS, 114 (1892). pp 283-286.
23. - *Sur l'influence exercée sur les phénomènes de résonance électromagnétique par la dissymétrie du circuit le long duquel se propagent les ondes*. R. Blondlot et M. Dufour. CRAS, 114 (1892). pp : 347-349.
24. - *Détermination de la vitesse de propagation d'une perturbation électrique le long d'un fil de cuivre, à l'aide d'une méthode indépendante de toute théorie*. R. Blondlot. CRAS, 117 (1893). pp : 543 à 546.
25. - *Sur la propagation des ondes électromagnétiques dans la glace, et sur le pouvoir diélectrique de cette substance*. R. Blondlot. CRAS, 119 (1894). pp : 595-597.
26. - *Sur la mesure directe d'une quantité d'électricité en unités électromagnétiques : application à la construction d'un compteur d'électricité*. R. Blondlot. CRAS, 126 (1898). pp : 1691-1695.
27. - *Production de forces électromotrices par le déplacement dans le sein d'un liquide soumis à l'action magnétique de masses de conductivités différentes*. R. Blondlot. CRAS, 128 (1899). pp : 901-904.
28. - *Force électromotrice produite dans une flamme par l'action magnétique*. R. Blondlot. CRAS, 128 (1899). pp : 1497-1498.

29. - *Sur l'absence de déplacement électrique lors du mouvement d'une masse d'air dans un champ magnétique.* R. Blondlot. CRAS, 133 (1901). pp : 778-780.
30. - *Sur l'absence d'action d'un champ magnétique sur une masse d'air qui est le siège d'un courant de déplacement.* R. Blondlot. CRAS, 133 (1901). pp : 848-850.
31. - *Sur une méthode propre à déceler de très petites charges électriques.* R. Blondlot. CRAS, 133 (1901). pp 717-718.
32. - *Sur la vitesse de propagation des rayons X.* R. Blondlot. CRAS, 135 (1902). pp : 666-670.
33. - *Sur l'égalité de la vitesse de propagation des rayons X et de la vitesse de la lumière.* R. Blondlot. CRAS, 135 (1902). pp : 721 à 724.
34. - *Observations et expériences complémentaires relatives à la détermination de la vitesse des rayons X.* R. Blondlot. CRAS, 135 (1902). pp : 763-766.
35. - *Sur la vitesse avec laquelle les différentes variétés de rayons X se propagent dans l'air et dans différents milieux.* R. Blondlot. CRAS, 135 (1902) pp : 1293 à 1295.
36. - *Action des rayons X sur de très petites étincelles électriques.* R. Blondlot. CRAS, 135 (1902). pp : 1559 à 1560.
37. - *Sur la polarisation des rayons X.* R. Blondlot. CRAS, 136 (1903). pp : 284-286.
38. - *Theory on the connection between cathode and Roentgen rays.* Thomson, philosophical Magazine, 45 (1898), 172-183.
39. - *Sur de nouvelles sources de radiations susceptibles de traverser les métaux, le bois, etc et sur de nouvelles actions produites par ces radiations.* R. Blondlot, CRAS, 136 (1903). pp : 1227-1229.
40. - *Sur l'existence, dans les radiations émises par un bec Auer, de rayons traversant les métaux, le bois, etc.* R. Blondlot, CRAS, 136 (1903). pp : 1220-1223.
41. - *Sur l'existence de rayons solaires capables de traverser les métaux, le bois, etc.* R. Blondlot, CRAS, 136 (1903). pp : 1422-1423.
42. - *Action d'un faisceau polarisé de radiations très réfrangibles sur de très petites étincelles électriques.* R. Blondlot, CRAS, 137 (1903). pp : 487-489.
43. - *Sur une nouvelle espèce de lumière.* R. Blondlot. CRAS, 136 (1903). pp : 735-738.
44. - *Sur des nouvelles sources de radiations.* R. Blondlot. CRAS, 136 (1903). pp : 1227-1229.

45. - *Sur une nouvelle action produite par les rayons n et sur plusieurs faits relatifs à ces radiations.* R. Blondlot. CRAS, 137 (1903). pp: 166-169
46. - *Action d'un faisceau polarisé de radiations très réfrangibles sur de très petites étincelles électriques.* R. Blondlot. CRAS, 137 (1903). pp: 487-489.
47. - *Sur de nouvelles actions produites par les rayons N : généralisation des phénomènes précédemment observés.* R. Blondlot. CRAS, 137 (1903). pp: 684-686.
48. - *Sur l'emménagement des rayons n par certains corps.* R. Blondlot. CRAS, 137 (1903). pp: 729-731.
49. - *Sur le renforcement qu'éprouve l'action exercée sur l'œil par un faisceau de lumière, lorsque ce faisceau est accompagné de rayons N.* R. Blondlot. CRAS, 137 (1903). pp: 831-833.
50. - *Sur la propriété d'émettre des rayons n, que la compression confère à certains corps, et sur l'émission spontanée et indéfinie de rayons n par l'acier trempé, le verre trempé, et d'autres corps en état d'équilibre moléculaire contraint.* R. Blondlot, CRAS, 137 (1903). pp: 962-964.
51. - *Sur la dispersion des rayons n et sur leur longueur d'onde.* R. Blondlot, CRAS, 138 (1904). pp: 125-128.
52. - *La longueur d'onde des rayons N déterminée par la diffraction.* Sagnac, CRAS, 136 (1903) pp: 1435-1437.
53. - *Recherche sur le spectre infra-rouge.* H. Rubens, Revue Générale des Sciences, 11 (1900). pp: 7-13.
54. - *Lettre de Rubens sur les expériences de Blondlot.* H. Rubens, Revue Scientifique, 2 (1903). pp185-214.
55. - *Sur les rapports entre les qualités optiques et électriques des métaux.* H. Rubens et Hagen, Annales de Chimie Physique, 2 (1904). pp: 185-214.
56. - *M. Blondlot's N rays experiments.* O. Lummer, Nature, 69 (1904). pp 378-380.
57. - *N-Strahlen diskussionen.* O. Lummer, Phys. Zeit., 5 (1904). pp: 606-607 et 674-677.
58. - *«Les radiations N».* A. D'Arsonval, Bulletin de l'Institut Général Psychologique, 3 (1903). pp25-30.
59. - *Discussion du groupe d'études des Phénomènes Psychiques.* Bulletin de l'Institut Général Psychologique, 4 (1904).
60. - *Ensembles d'articles.* Charpentier, Lambert, Meyer et Gutton, Nature, 69 (1903-1904).

61. - *Remarques à propos des communications de M. A. Charpentier et des revendications de priorité auxquelles elles ont donné lieu.* A. D'Arsonval, CRAS, 138 (1904).
62. - *La vision avec les différentes parties de la rétine.* Charpentier, Doctorat de l'Université de Paris, 1877.
63. - *Sur les phénomènes rétinien.* Charpentier, Congrès International de Physique, Rapports, Volume III. pp : 523-546.
64. - *Vibrations et radiations.* D'Arsonval, Bulletin de l'Institut Général Psychologique, 4 (1904).
65. - *Discussion of N rays.* J. Meyer, British Association for the Advancement of Science, reports, 1904.
66. - *Enregistrement au moyen de la photographie, de l'action produite par les rayons n sur une petite étincelle électrique.* R. Blondlot. CRAS, 138 (1904). pp : 453-457.
67. - *Action comparée de la chaleur et des rayons N sur la phosphorescence.* R. Blondlot. CRAS, 138 (1904). pp : 665-667.
68. - *De l'action que les rayons n exercent sur l'intensité de la lumière émise par une petite étincelle électrique et par quelques autres sources lumineuses faibles.* R. Blondlot. 138 (1904). pp : 1394-139.
69. - *Essai d'une méthode photographique.* E. Rothé. CRAS, 138 (1904) p:1589.
70. - *Perfectionnements apportés au procédé photographique pour enregistrer l'action des rayons n sur une petite étincelle électrique.* R. Blondlot, CRAS, 138. pp: 1675-1679.
71. - *Enquête : Les rayons N existent-ils ?* Revue Scientifique 5<sup>ème</sup> série Tome II. pp: 545-552.
72. - *La question de l'existence des rayons N.* R.W. Wood. Revue Scientifique, 2 (1904). pp : 536-538.
73. - *The N rays.* R. W. Wood, Nature, 70 (1904). pp : 530-531.
74. - *Die N-strahlen.* R.W.Wood, Phys.Zeitschrift, 5 (1904). pp : 789-791.
75. - *Doctor Wood.* W. Seabrook (New-York, Harcourt Brace, 1941).
76. - *Les rayons n et les expériences de contrôle.* A. Turpain, Revue Scientifique, 5 (1906). pp : 491-495.
77. - *Un moment de l'Ecole de Physique de Nancy : les rayons N et N1, réalités ou mirages.* E. Pierret, Bulletin de l'Académie et de la Société Lorraines des Sciences, VII (1968). pp 240-257.

78. - *Grandeur et décadence des rayons N.* H. Piéron, Année Psychologique, 13 (1907) pp : 143-167.
79. - *Review of rayons N.* E. Bose, Phys. Zeit., 5(1904) p: 560.
80. - *La question de la nature des rayons N.* Savioni, Revue Scientifique, 2(1904) pp : 73-78, 152-153, 658-659.
81. - *Opinion de J. Perrin.* J. Perrin, Revue Scientifique, 2 (1904). pp : 622-623
82. - *La Question des rayons N.* A.Cotton, Revue du mois, 1(1906) pp : 503-506.
83. - *La Vie Mondaine.* 6 Janvier 1904.