

SOMMAIRE

- ▶ Editorial
- ▶ Nos lecteurs nous écrivent
- ▶ Comment Branly a découvert la radio
- ▶ Une pomme de terre dans votre moteur
- ▶ Quelle énergie pour la voiture du futur
- ▶ Le protocole de Kyoto...
- ▶ Que faire des déchets radio-actifs
- ▶ Actualités UNICNAM
- ▶ Visite des Invalides - Le CNAM visite AIRBUS - CNAM de Versailles, parcours gagnant - Nouveau programme - Nouveaux certificats de compétences
- ▶ Le Salon de l'Ingénieur
- ▶ La Bourse : ça vous intéresse ???
- ▶ Agenda

Directeur

de la publication : **Stéphane ALBERT**
Rédacteur en chef : **Alexandre KORAKIS**
Comité de rédaction : **Monique BASTIEN**
Gilles CATTAN
Louis COLLIN
Paul DENIS
Jean B. DESCHAMPS
Alexandre KORAKIS
Hugues De PAOLI
Bernard RIVIERE
Patrice SELOSSE

Tél. : **01 42 72 64 40**

Commission Paritaire des Papiers de Presse : en cours

Dépôt légal : Septembre 2006

Imprimeur : **OPTION +**

Abonnement : 4 € par an
hors numéros spéciaux

Prix du numéro : 1 €

UNION DES INGÉNIEURS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Rédaction administration et publicités :

292, Rue Saint Martin

75141 PARIS Cedex 03

Bureau localisé : Accès 39/2/69

Annexe Montgolfier

2, rue Conté - 75003 PARIS

Tél. 01 42 72 64 40 - 01 40 27 25 41

E-mail : unicnam@cnam.fr

<http://www.unicnam.net>

Reconnue d'Utilité Publique

CCP 10060 - 18 - PARIS

ÉDITORIAL

Une nouvelle saison estivale se termine. Quoi qu'on dise, la rentrée est toujours une rupture dans les esprits. Souvent on n'y voit que la reprise du travail après les jours de soleil et de farniente, la rentrée des classes, et l'arrivée des jours plus sombres de l'automne et de l'hiver. Mais elle est aussi ce moment privilégié où il reste un peu de temps pour réfléchir, et où l'on peut encore construire la nouvelle année "scolaire" et se donner de bonnes résolutions. C'est l'occasion de lancer de nouveaux projets, ou de poursuivre ceux déjà engagés. La rentrée de l'UNICNAM est, comme chaque année, toujours chargée en projets et en manifestations : c'est tout d'abord le forum de rentrée, notre séminaire les 30 septembre et 1er octobre, la réception de promotion du 16 novembre, puis le salon des ingénieurs. A ceci s'ajoutent nos activités et réflexions de fond, ainsi que la poursuite de nos activités récréatives, particulièrement appréciées par les participants.

Mais dans notre réflexion, nous accordons désormais une importance particulière au partenariat avec l'école d'ingénieurs et le parrainage en direction des élèves. Cette action concerne chacun d'entre nous, membres de l'UNICNAM. Nous recherchons actuellement des parrains potentiels pour encadrer des élèves et leur apporter conseils et expérience. Certains d'entre vous se sont déjà proposés et nous pouvons aujourd'hui apporter notre aide dans certains domaines aux futurs diplômés. C'est en montrant notre solidarité avec nos futurs collègues que nous tisserons des liens et que nous renforcerons notre réseau.

A ce sujet, cette nouvelle rentrée est également pour nous l'occasion de renouveler notre appel à participation de chacun à l'action de l'association. Chaque année, quelques uns d'entre vous viennent, pour quelques mois, ou quelques années, apporter leurs compétences professionnelles à notre association. Grâce à votre participation, nous avons encore pu améliorer notre fonctionnement cette année.

Le Conseil de l'UNICNAM se joint à moi pour vous souhaiter une excellente rentrée 2006, et espère vous voir très bientôt à l'occasion d'une de nos nombreuses manifestations et actions.

Stéphane ALBERT
Président de l'UNICNAM

Nos lecteurs nous écrivent

J'aimerais apporter une remarque à votre article sur le don de moelle osseuse dans " La lettre de l'Union des Ingénieurs du CNAM ". En effet, vous ne parlez que du prélèvement sous anesthésie générale alors qu'il existe un autre mode de prélèvement appelé cytophère qui se fait sans aucune anesthésie. Bien sûr, c'est le médecin qui décide du mode de prélèvement et le donneur doit s'engager à accepter une anesthésie générale. Mais cette dernière n'est pas systématique et cela devrait rassurer les frileux de l'anesthésie et finir de les convaincre d'accepter d'être donneur.

Cette précision me semblait importante.

Pierre Relave

COMMENT BRANLY A DÉCOUVERT LA RADIO ?

Jean-Claude Boudenot, Thales Research & Technology
Membre émérite SEE



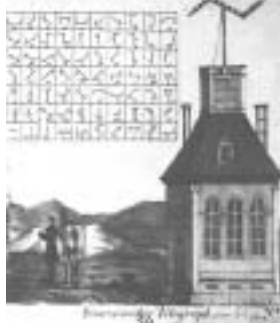
Bien que les propriétés de radio-conduction aient été découvertes par Edouard Branly en novembre 1890, le sujet reste doublement d'actualité. Nous fêtons le 30 juin 2005, en pleine année mondiale de la physique, le centenaire des expériences de télémechanique faites par le savant français au Trocadéro. Plus récemment, Eric Falcon et Bernard Castaing ont publié un article intitulé : *L'effet Branly livre ses secrets* (Pour la science, N° 340, février 2006) mettant ainsi fin à cent-seize ans de questionnement sur l'origine du phénomène.

Les premiers télégraphes

Le désir de communiquer à distance remonte à la nuit des temps et les premières réalisations se sont faites par voie optique.

Ainsi du temps des grecs on peut lire dans l'Agamemnon d'Eschyle (525-456 Avant J.-C.) le texte suivant : *Un signal a fait allumer un autre signal ; aux premiers feux aperçus sur le*

mont Ida, les signaux ont répondu des sommets de la montagne consacrée à Mercure, dans l'île de Lemnos. Les Romains utilisaient aussi ce type de communication. C'est ainsi que César pouvait communiquer avec l'ensemble de ses armées jusqu'aux extrémités de son Empire. Mais il faut attendre le XVIIIe siècle pour trouver un premier exposé clair et cohérent de la télégraphie visuelle (Hooke devant la Royal Society, 1684). Tandis qu'en 1792 le mot télégraphe apparaît, le français Claude Chappe (1763-1805) invente un système de bras télégraphique et la



Télégraphe de Chappe

première ligne sémaphorique des frères Chappe est construite entre Paris et Lille. Cette ligne est équipée de seize postes, chaque poste est équipé de bras mobiles p o u v a n t prendre cent quatre vingt seize positions élémentaires. Progressivement, on met en service une ligne Paris - Strasbourg, puis Paris - Brest. En 1800, le réseau télégraphique français couvre mille deux cent cinquante-trois kilomètres, il atteindra quatre mille huit cent kilomètres en 1852 et comptera cinq cent cinquante six stations.

Le télégraphe électrique de Morse

En février 1825, Samuel Morse (1791-1872) est à Washington pour faire le portrait de La Fayette. Pendant son absence, sa femme décède soudainement, et compte tenu de la lenteur des communications (courrier à cheval), il ne peut lui faire ses adieux. Ce tragique événement le conduira au développement de la télégraphie électrique. De retour d'un voyage en Europe, il découvre subjugué le télégraphe optique, et embarque à l'automne 1832 sur le voilier Sully. En arrivant à New York le 16 novembre, Morse dit au commandant du bateau: *Si vous entendez un jour parler de télégraphe électrique, souvenez-vous qu'il a été inventé à bord de votre bateau*; Morse venait d'inventer le code qui portera son nom. Il en fera une démonstration réussie en 1837 en transmettant une première phrase: Attention à l'univers. Indépendamment, à la même époque des savants européens réalisent les premiers télégraphes électriques, le plus fameux est celui de Gauss et Weber (1833), mais on peut également citer celui de Charles Wheatstone (1837), utilisant le déplacement d'aiguilles sous l'effet du courant. Finalement, le 3 mars 1843, le sénat américain débloque des fonds pour la construction de la 1ère ligne de télégraphe électrique qui reliera Washington à Baltimore (600 km). Le 24 mai 1844, depuis la chambre du Tribunal suprême à Washington, est transmis le message tiré de la Bible: *Qu'est-ce que Dieu a forgé*? Le télégraphe électrique se développera rapidement; en 1851 la pose du premier câble sous-marin entre la France (Cap Gris-Nez) et l'Angleterre (Cap Southerland) est réalisée. Le 5 août 1858 des signaux sont transmis à travers le premier câble transatlantique. Notons enfin que la première conférence télégraphique internationale (ancêtre de l'U.I.T) adopte le code Morse en 1865, Graham Bell invente le téléphone en 1876 et Strawger réalise le premier sélecteur pour central téléphonique automatique en 1891.

Edouard Branly (1844-1940) naît à Amiens le 23 octobre où son père est professeur de lycée. Edouard se révèle vite très brillant et

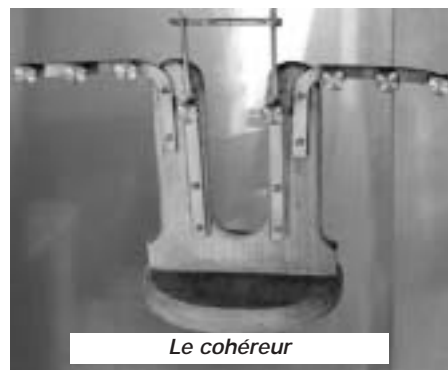
après des études à Henry IV (à l'époque lycée Napoléon), il est reçu en 1865, à 21 ans, quatrième à l'École Normale Supérieure. Le sous Directeur pour les sciences n'est autre que Louis Pasteur. Sorti premier de sa promotion et titulaire de l'agrégation de physique, Edouard Branly est envoyé en 1868 au lycée impérial de Bourges. Il n'y restera que quelques mois; début 1869 il devient chef de travaux auprès de Paul Desains, un ami de son père, qui enseigne à la Sorbonne. La même année, il fait sa première communication à l'Académie des sciences. En 1873, E. Branly soutient sa thèse sur l'"Etude des phénomènes électrostatiques dans les piles" devant un jury composé de Desains (Président), Jamin et Sainte Claire Deville (c'est la première thèse française sur le potentiel électrique). En 1875, pour éviter d'épouser la fille de son maître préféré (Paul Desains), Edouard Branly ne trouve pas d'autre moyen que de tourner le dos à la fille, au père, au laboratoire, à l'Université (suivant l'expression de Paul Trocmé, le fils d'un de ses anciens condisciples). Il devient, début 1876, professeur de physique à l'Institut Catholique de Paris, à l'invitation de son fondateur l'abbé d'Hulst. Toutefois, du fait de la remise en cause de la liberté de l'enseignement catholique, la situation est précaire et Edouard Branly décide, en 1877, de faire sa médecine. En 1882, il soutient sa thèse de médecine intitulée: *"Dosage de l'hémoglobine dans le sang par des procédés optiques"*. Il exercera la médecine, en parallèle de ses autres activités pendant plus de vingt ans. La même année il épouse Marie Lagarde.



Edouard Branly

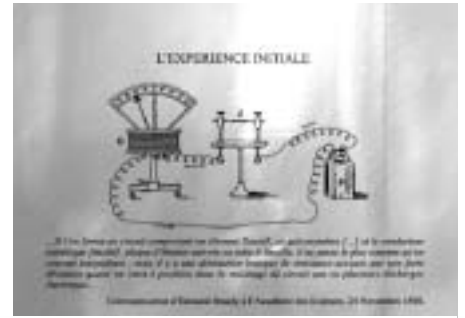
Le "cohéreur"

Après ses études médicales et son mariage, il reprend ses recherches et ses publications et s'intéresse plus particulièrement aux causes de déperdition d'électricité. C'est ainsi que le 24 novembre 1890, Edouard Branly découvre le phénomène de "radio conduction": l'action



Le cohéreur

d'une décharge électrique générée par un oscillateur de Hertz fait chuter la résistance de son tube à limaille de plus de 2 millions d'ohm à moins de 2, la chute de résistance disparaît en frappant quelques petits coups secs sur la tablette qui supporte le tube. Le "cohéreur" de Branly (ainsi que le baptisera Lodge en 1894) est né! Le 12 janvier 1891, Branly fait une nouvelle communication à l'Académie où il indique qu'une tige métallique annexée au générateur "augmente notablement la portée d'une étincelle d'émission" (la portée, alors limitée à une dizaine de mètres, atteint maintenant 80 m). Edouard Branly ne revendiquera pas l'invention de l'antenne (il soutiendra même Popoff dans ses revendications), de même il ne s'attribuera



Dispositif utilisé par Branly constitué d'une pile, d'un tube à limaille et d'un galvanomètre

jamais la paternité de la TSF, mais, comme il le dit lui-même: *Si je n'ai pas fait de TSF, mes expériences, sous la forme même où je les ai décrites renferment en germe toute la TSF et même toute application dans laquelle il conviendra d'opérer l'ouverture ou la fermeture d'un circuit électrique à distance*. C'est bien en effet le cohéreur de Branly qui va "lancer", comme nous allons le voir maintenant, la radio.

Les expériences de télémechanique

Dès 1898, Edouard Branly développe la télémechanique, véritable ancêtre de la télécommande. Il améliore pendant plusieurs années son dispositif et réalise une



Appareils utilisés lors des expériences de télémechaniques

démonstration publique de ses expériences au Trocadéro, le 30 juin 1905. Albert de Lapparent, membre de l'Académie des sciences et collègue de Branly à l'Institut Catholique, nous décrit de façon précise et vivante cette démonstration: "Imaginons deux stations, une de départ, l'autre d'arrivée, en communication par la télégraphie sans fil, à l'aide des appareils à antennes que la pratique a définitivement consacrés. A la station d'arrivée se trouvent plusieurs mécanismes qu'il s'agit d'actionner à distance. Dans les expériences de M. Branly, ces appareils étaient: 1°/ un groupe de lampes électriques, qu'on devait allumer ou éteindre; 2°/ un ventilateur à ailettes, pouvant tourner sous les regards de l'assemblée; 3°/ un électroaimant, soulevant, lorsqu'il était en action, un boulet de canon, qu'il laissait retomber, quand l'animation cessait, avec un bruit facile à entendre; 4°/ un pistolet chargé, faisant feu au commandement. Pour mettre ces instruments en action, la station d'arrivée dispose d'un appareil spécial. Dans cet appareil sont contenus les instruments, notamment les radioconducteurs, qui doivent recevoir et utiliser l'impulsion partie de la station de départ. La pièce principale est un appareil moteur, capable de faire tourner un arbre en bois... Les choses sont disposées de telle sorte que, quand le moteur électrique fonctionne, le télégraphe automatique sans fil envoie immédiatement, à la station de départ, une dépêche qui s'inscrit sur un rouleau de papier, comme dans l'appareil morse, utilisé par la télégraphie ordinaire..."

Les débuts de la TSF

Dès 1892, Oliver Lodge (1851-1940) reprend le "cohéreur de Branly" et y ajoute un système automatique de frappeur. De son

coté, en installant un cohéreur de Branly au pied d'un fil de paratonnerre pour capter les signaux de foudre, Alexandre Popoff (1859-1906) (ré)invente en 1893 l'antenne. L'année suivante, Oliver Lodge réalise en Angleterre les premiers essais de télégraphie hertzienne sur quelques dizaines de mètres, tandis qu'aux antipodes, en Nouvelle-Zélande, Ernest Rutherford établit un record de distance (il venait d'effectuer sa thèse sur l'aimantation du fer sous l'effet de décharges électriques de haute fréquence). Le 7 mai 1895 Alexandre Popoff fait fonctionner son appareil de TSF, constitué d'un éclateur de Hertz, d'un détecteur de Branly et d'une antenne devant la Société de Physique de Saint-Petersbourg, c'est pourquoi cette date du 7 mai est devenue en Russie la journée de la radio. L'année suivante, le 24 mars 1896, il transmet un message en morse sur 250 m (entre deux locaux de l'Université de Saint-Petersbourg), ce message est composé de deux mots : "Heinrich Hertz". Branly commentera ainsi les travaux de Popoff : *La télégraphie sans fil résulte réellement des essais de Popoff. Le savant russe a développé une expérience que j'avais souvent réalisée et que j'ai reproduite en 1891 devant la Société des électriciens [l'actuelle SEE] : une étincelle inactive à une distance d'une dizaine de mètres devient active quand on la fait circuler dans une longue tige métallique [antenne].*

Guglielmo Marconi

Guglielmo Marconi (1874-1937) naît le 25 avril 1874 d'un père italien et d'une mère anglaise. Il doit sa passion pour l'électricité à la lecture de deux ouvrages ; l'un concerne la vie et l'œuvre de Benjamin Franklin, l'autre est une reproduction des conférences sur l'électricité données par Faraday à la Royal Institution. Dès 1894, Marconi fait ses premiers essais de transmission sans fil d'une extrémité à l'autre du grenier de la maison familiale (villa Griffone). Il s'enferme dans le grenier de la maison et y travaille jour et nuit, oubliant de manger et de dormir. En 1895, persuadé que les ondes peuvent se propager à plusieurs kilomètres (la détection de la foudre à distance par Popoff lui en apportait la preuve), il continue ses essais, cette fois dans le jardin de la villa Griffone. A la fin de l'été il installe son récepteur de l'autre côté d'une petite colline proche de la maison et son frère lui signale la réception de l'onde (observée sur le cohéreur de Branly) par un coup de pistolet. A la fin 1895 il parvient à transmettre un signal (le S du code Morse, soit trois points : ●●●) sur 2400 m. Dans ses expériences de 1895, Marconi utilise à l'émission un émetteur relié d'une part à la terre et d'autre part à un fil d'antenne. De la même façon le cohéreur de Branly utilisé à la réception était également relié à la terre et à un fil d'antenne, et mis en série avec un inscripteur Morse. Marconi essaie de trouver une aide financière auprès du ministère des postes et télégraphes italiens. Persuadé de l'intérêt pratique de son invention, il se rend en Angleterre y dépose un premier brevet le 2 juin 1896 (qui sera complété le 2 mars 1897) et fait une première démonstration devant des officiels londoniens le 27 juillet 1896. L'intérêt de son dispositif pour les communications en temps de guerre et pour les communications navales n'échappe pas aux anglais et il trouvera là le soutien (en particulier de William Preece, ingénieur en chef du Post Office) qu'il n'a pas obtenu dans son pays. En septembre 1896, Marconi, grâce à une antenne portée par un cerf volant réussi en Angleterre (Salisbury Plain) une transmission sur 6 km, puis 12 km. Le 11 décembre de la même année il donne, avec W. Preece, une conférence publique à la célèbre *Royal Institution*, là même où Faraday quelques dizaines d'années plus tôt exposait ses travaux avec le succès que l'on sait. Ses expériences de Salisbury plain reprennent en

mars 1897. Il utilisait alors deux gammes de longueurs d'onde ; des "grandes ondes" (70 à 300 m de longueur d'onde) qui pouvaient se propager au-delà des obstacles et des monticules, et des "petites ondes" (6 cm de longueur d'onde) qu'il pouvait rendre directives à l'aide de réflecteurs paraboliques en cuivre. En mai 1897, il réalise une liaison de 9 miles (15 km) à travers le canal de Bristol (près de Cardiff) entre les îles de Steep Holm et de Flat Holm. Il fait le même type de démonstration en Italie et réussit à franchir, toujours en 1897, une distance de 15 km dans le port de La Spezia. De retour en Angleterre, il fonde le 20 juillet 1897 la *Wireless Telegraph and Signal Company* et en est l'actionnaire principal (le 14 mars 1900 la société sera rebaptisée *Marconi's Wireless Telegraph Company Ltd.*). En juin 1898, Marconi installe la première station de télégraphie commerciale. Le premier utilisateur n'est autre que Lord Kelvin qui lui dit : *je veux être le premier à payer un message en reconnaissance du fait que votre système est à la fois utile et commercial*. Entre le 20 et le 22 juillet, Marconi assure un reportage en direct de la régata de Kingstown (avant port de Dublin) ; plus de 700 messages sont diffusés en morse pour le Daily Express. Le public est impressionné par la performance, et la Reine Victoria lui demande d'établir une liaison entre sa résidence de l'île de Wight et le yacht du Prince de Galles (futur Edouard VII), elle sera opérationnelle dès le début du mois d'août.

Première liaison TSF transManche et les débuts français de la TSF

Le 27 mars 1899, Marconi transmet le premier message entre l'Angleterre (South Fireland) et la France (Wimereux). Ce premier message est adressé à Edouard Branly : *M. Marconi envoie à M. Branly ses respectueux compliments pour la télégraphie sans fil à travers la Manche --STOP- Ce beau résultat étant dû en partie aux remarquables travaux de M. Branly - STOP*

Peu après Branly répondra à ce message : *M. Branly remercie M. Marconi de son magnifique succès et lui exprime toute son admiration*. Les moyens mis en œuvre (antennes émettrice et réceptrice de 54 m hauteur) sont à la mesure de la performance ; une liaison TSF internationale, longue de 51 km, avec un débit de 15 mots par minute. En juillet, il poursuit ses essais, cette fois entre la mer et la côte et atteint une portée de 140 km. Il se persuade ainsi que ses liaisons peuvent dépasser l'horizon, il est donc prêt à aborder une nouvelle étape ; franchir l'atlantique avec les ondes ! Auparavant, en avril 1900, Marconi dépose un brevet (son fameux brevet 7777) sur le principe de l'accord entre poste émetteur et poste récepteur (*tuned or syntononic telegraphy*), élément indispensable à une future utilisation pratique de la radio, et sans lequel il serait impossible de recevoir sélectivement les messages transmis par un émetteur donné.



Première liaison T.S.F. transatlantique (12 décembre 1901) : station de réception de Terre-Neuve

En France, dès 1897, Eugène Ducretet transmet un message entre son laboratoire et le Panthéon (400 m). Fort de ce succès, il réalise, le 18 novembre 1898, une liaison entre la tour Eiffel et le Panthéon (4 km). De son côté, le Capitaine Gustave Ferrié est envoyé par l'armée à Wimereux, dans le cadre de la commission interministérielle que le gouvernement a délégué pour observer la transmission TSF transManche de Marconi. Ferrié rédige un rapport convaincant sur l'intérêt et les perspectives de la télégraphie sans fil. Le ministre de la Guerre, M. de Freycinet, le charge alors d'étudier la réalisation en France, sans participation



En 1904 la tour Eiffel devient station TSF. La route passant devant la tour Eiffel sera baptisée quai Branly en 1941

étrangère, des applications militaires de la TSF. Ferrié accepte et dira plus tard : *De ce jour ma carrière technique et scientifique fut définitivement fixée*. Dès 1900, il met au point son "*détecteur électrolytique*" qui s'avère très sensible (0,007 mW de puissance antenne contre 0,1 mW pour le cohéreur). Cependant le cohéreur de Branly continue à être utilisé car, contrairement au détecteur électrolytique de Ferrié, il peut se coupler à un enregistreur à bande papier. Tandis que, dès 1901, Ducretet publie un ouvrage sur *La télégraphie hertzienne sans fil aux grandes distances*, le Capitaine Ferrié s'entoure des précieux conseils d'André Blondel sur une série de solutions susceptibles d'améliorer les performances de la télégraphie sans fil ; c'est ainsi que Ferrié réalisera des liaisons à grandes distances. Une des premières applications interviendra après l'éruption de la montagne Pelée le 8 mai 1902. La Martinique se trouve isolée du monde. Le 26 septembre le Capitaine Ferrié s'embarque à Bordeaux et le 4 décembre il réussit une première communication entre la Martinique et la Guadeloupe (180 km). A partir du 21 janvier 1904, la Tour Eiffel est utilisée officiellement comme station de TSF. En 1908, toujours sous l'impulsion de Ferrié, la TSF démontre son utilité en temps d'hostilité au cours de la campagne du Maroc.

12 décembre 1901 : un signal traverse l'Atlantique.

Marconi commence, en octobre 1900, à établir les plans de la station de Poldhu (en Cornouaille), qui sera la station d'émission transatlantique. Fleming est chargé, à Poldhu, de la conception et de la réalisation de la partie émettrice. Il installe, en avril 1901, la Power House, dont la puissance est cent fois supérieure à celle des installations antérieures. En parallèle de la construction de Poldhu, Marconi s'embarque en mars pour les Etats-Unis où il cherche un site pour construire une station identique. Le choix se porte sur Cape Cod dans le Massachusetts.

A Poldhu l'aérien sera constitué de deux solides mâts espacés de 15 m et supportant des fils d'émission en forme d'éventail, l'antenne de réception sera constituée, quant à elle d'un simple fil métallique porté par cerf-volant ou ballon. Par ailleurs, Marconi décide de rapprocher le site de réception ; il laisse

provisoirement celui de Cap Code et s'installe à Terre-Neuve (à l'époque colonie britannique) sur une hauteur de St John, au lieu dit Signal Hill. Le 26 novembre Marconi embarque pour Terre-Neuve sur le Sardinian et le 9 décembre la station de réception de Terre-Neuve est prête. Il est convenu qu'à partir de ce moment la Poldhu enverra des signaux (S en morse, soit : ●●●) chaque jour entre 11h30 et 14h30 (heure de Signal Hill). Finalement le jeudi 12 décembre 1901 à 12h30 le premier signal (●●●) est reçu à Terre-Neuve après avoir traversé l'Atlantique sur 1800 miles (3500 km). Marconi raconte plus tard ce moment historique : *C'était un peu après midi (temps local), le 12 décembre 1901, que je plaçais un écouteur téléphonique à mon oreille et que je commençais à écouter. Le récepteur placé sur la table devant moi était vraiment très rudimentaire ; une petite bobine, un condensateur et un cohéreur, ni lampe, ni amplificateur, pas même un cristal. J'étais sur le point de soumettre mes convictions à l'expérience. 50000€ avaient été investis dans ce test pour obtenir un résultat qui était jugé impossible par quelques uns des principaux savants de l'époque. La question clé était de savoir si les ondes seraient arrêtées par la courbure de la Terre. J'ai toujours été convaincu du contraire, mais quelques personnalités éminentes me disaient qu'une liaison transatlantique sans fil serait impossible à cause de cela. La réponse, première et définitive, vint à 12h30...* Le 14 décembre Marconi (il a alors 27 ans) fait l'annonce officielle de cette première. Les réactions vont de l'enthousiasme au scepticisme. Le New York Times titre : *Le plus merveilleux développement scientifique des temps modernes.* Graham Bell félicite Marconi (18 décembre), Elihu Thomson, au nom de l'*American Institute of Electrical Engineers* (l'actuelle IEEE), donne à New York, le 13 janvier 1902, une réception en l'honneur de Marconi, lequel prédit alors que l'on pourra transmettre un signal autour de la Terre instantanément (ce qui sera fait 24 ans plus tard).

Dans la nuit du 16 décembre 1902, trois messages sont envoyés du Canada (Glace Bay) en Europe, le premier est destiné au Roi d'Italie, Victor Emmanuel, et est signé Marconi ; le second au Roi d'Angleterre Edouard VII, également signé Marconi ; et le troisième de nouveau à Edouard VII, mais signé du Gouverneur du Canada. Le 14 décembre, Marconi quitte Glace Bay pour Cape Cod, et le 18 janvier 1903, le premier message des Etats-Unis (Cap Code) vers l'Angleterre (Poldhu) est transmis. Il est adressé par le Président des Etats-Unis, Théodore Roosevelt, au Roi d'Angleterre Edouard VII : *Prenant avantage du merveilleux triomphe de la recherche scientifique qui a réussi à perfectionner le système de télégraphie sans fil, je vous transmets, au nom du Peuple américain mes plus cordiales salutations et mes bons vœux à vous et au Peuple de l'Empire Britannique.* Finalement, c'est le 7 octobre 1907 que la première liaison transatlantique sans fil commerciale sera ouverte, entre Glace Bay et Clifden (Irlande).

En 1909, le Prix Nobel de physique est attribué à Marconi et à Braun en reconnaissance de leurs contributions au développement de la télégraphie sans fil. Marconi poursuivra sans relâche ses travaux. Il meurt le 20 juillet 1937 à Rome et est inhumé dans sa ville natale de Bologne.

L'apport de Ferdinand Braun

Ferdinand Braun naît à Fulda le 6 juin 1850. Après des études de physique à l'Université de Berlin (à l'époque la plus prestigieuse d'Europe) et plusieurs postes d'enseignement, il réalise sa première découverte en 1874 : l'effet redresseur du cristal de galène (PbS),

effet qui sera à l'origine du développement des semi-conducteurs ! En 1883 il devient professeur à Karlsruhe, il est donc à ce poste le prédécesseur de Hertz. Après un séjour de dix ans à l'Université de Tübingen, Braun devient professeur à l'université de Strasbourg en 1895, il y restera jusqu'en 1914. C'est donc à Strasbourg qu'il invente en 1897 le tube cathodique, dont les développements conduiront à la télévision (inventée par Zworykin en 1923). Mais en 1897 il est contacté par des investisseurs pour étudier un système de télégraphie dans l'eau qui n'aura pas de suite, mais c'est par cette étude que Braun commence ses travaux en télégraphie sans fil. Dès 1899 il améliore l'émetteur de Marconi en développant les circuits couplés à l'émission ; son dispositif est constitué de deux circuits ; le premier (primaire) contient un condensateur, une bobine et un éclateur permettant de créer une étincelle, le second (secondaire) est couplé par induction au premier par une bobine et contient une antenne placée en série et connectée à la terre. Ferdinand Braun comprend qu'en jouant sur la longueur d'onde d'émission, on peut augmenter la portée de l'émetteur. Grâce à ce dispositif il atteint une portée de 35 km et en 1899 il réalise une communication dans la mer du Nord, à Cuxhafen, couvrant une distance de 62 km. En 1901 il publie une brochure intitulée : *"Wireless telegraphy through water and air"*. Par ailleurs, à partir de cette époque, en remplaçant dans son dispositif le cohéreur de Branly par un cristal de galène, il améliore également l'efficacité du récepteur. En 1902 Braun réalise une antenne directive et l'année suivante sa société, Telebraun, fusionne avec AEG pour devenir Telefunken. C'est à partir de 1906 qu'il réalise les premiers postes à galène. Grâce à ce type de détection, il sera possible de transmettre des sons, ainsi c'est en 1906 que sera établie la première liaison en téléphonie sans fil et que le premier concert par TSF sera diffusé.

L'envoi de la TSF

Les lampes seront les instruments des futurs progrès de la TSF. En 1903, John Ambrose Fleming (1849-1945), que nous avons déjà rencontré comme conseiller scientifique de la Société Marconi, invente la diode. L'américain Lee de Forest perfectionne la diode de Fleming en y ajoutant une électrode interne. La triode ainsi réalisée (1906) permet la détection, l'amplification des signaux faibles et l'auto oscillation, ce qui conduira à la réalisation d'émetteurs à ondes entretenues. Tandis que Lee de Forest diffuse pendant plusieurs soirées d'avril 1908 des émissions parlées et même musicales, la portée de la Tour Eiffel atteint cette même année 8000 km. Entre 1920 et 1922 apparaissent les premières stations radio grand public, en particulier la BBC en Angleterre et Radiola (patronnée par la CSF) en France. Aux Etats-Unis, NBC est créée en 1926 et CBS en 1927. Les premiers programmes réguliers de télévision apparaissent aux Etats-Unis à partir de 1933, tandis qu'en France la télévision publique date de 1935. Finalement en 1940, il y a 50 millions de récepteurs radio aux Etats-Unis, 15 millions en Allemagne, 10 millions en Angleterre et plus de 5 millions en France.

Références

L'aventure de l'électricité, Louis Leprince-Ringuet, Flammarion, 1983

Branly au temps des ondes et des limailles, Philippe Monod-Broca, Coll. "un savant une époque", Ed. Belin, 1990

Musée Branly, appareil et matériaux d'expériences, Association des Amis d'Edouard Branly (1997)

Comment Branly a découvert la radio, Jean-Claude Boudenot, EdP Sciences, 2005

UNE POMME DE TERRE DANS VOTRE MOTEUR

Devinette : qu'est ce qui peut faire avancer votre voiture, ne produit pas de gaz à effet de serre et améliore l'économie de tout un secteur? Réponse: les biocarburants, ces combustibles issus des produits de l'agriculture comme la betterave, les céréales ou la pomme de terre.

La quantité de CO² que produit leur combustion est identique à celle absorbée par les plantes.

De plus, ils ont la capacité de booster l'agriculture. "Il faut revenir à une agriculture dont les produits sont tout autant destinés à l'alimentation qu'à l'industrie et à l'énergie.", déclare Gérard Goma, responsable scientifique du programme de recherche sur les éthanol.

Il existe deux grands types de biocarburants : les esters, utilisés dans les moteurs Diesel, et l'éthanol, alcool extrait de la fermentation du sucre ou de l'amidon. Ce dernier, qui peut être utilisé comme additif de l'essence, dispose de certains atouts : on en produit beaucoup pour un hectare cultivé et cette technologie est déjà bien maîtrisée. Les recherches du programme Énergie du CNRS se concentrent donc sur lui, tout en essayant de trouver de nouvelles filières.

Son utilisation comme carburant n'est pas nouvelle. Au Brésil, par exemple, une grande partie du parc automobile fonctionne avec de l'éthanol extrait de la canne à sucre. Alors, que peut-on améliorer ? Les levures qui le produisent meurent au-delà d'un certain taux d'alcool. Les équipes du CNRS cherchent à les rendre plus résistantes et plus productives. Pour cela, elles étudient leur métabolisme et l'expression de leurs gènes. Les chercheurs essaient aussi de minimiser la production de sous-produits toxiques pour les levures comme le glycérol. Leurs travaux ont déjà permis d'obtenir des souches qui fabriquent de l'alcool à 20 % en 50 heures, une des meilleures productivités du monde ! D'autres équipes cherchent à fabriquer des réacteurs où les levures seraient plus performantes et à développer des logiciels de simulation des réactions afin de passer du laboratoire à la production industrielle. Le programme s'intéresse aussi à ce que seront les autres biocarburants du futur...

"Nous nous plaçons dans l'optique d'une concurrence très dure avec le pétrole.

Notre obsession est donc de trouver de nouveaux biocarburants et de faire baisser le coût de ceux qui existent déjà en améliorant les procédés de production", conclut Gérard Goma.

Sebastián Escalón CNRS

Source : CNRS > Presse > Journal du CNRS > Energies renouvelables / N°160 161/ Energies renouvelables : Sur la piste de l'hydrogène

QUELLE ÉNERGIE POUR LA "VOITURE DU FUTUR" ?

Une problématique à l'échelle planétaire.

L'ère de l'énergie à bas prix est terminée. La dépendance vis-à-vis des pays producteurs du Proche-Orient pour le pétrole, et de la Russie pour le gaz, pose problème aux Etats-Unis comme à l'Europe. Le club Lamennais - présidé par Robert Descours, vice-président du Conseil national des Ingénieurs et des Scientifiques de France (CNISF), et animé par François Gervais, rédacteur en chef de la Lettre Horizons politiques - s'est préoccupé

de "l'impact des perspectives, énergétiques sur le transport".

Le rôle essentiel des ingénieurs et des chercheurs.....

Pour traiter de ce thème d'actualité, l'invité d'honneur était le député de la Manche, Claude Gatignol, vice-président de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST), auteur d'un rapport sur "la voiture du futur", paru en décembre dernier, et président du groupe "Energies" à l'Assemblée nationale. Les ingénieurs lui ont posé de nombreuses questions sur le secteur des transports qui représente actuellement la principale source d'émission de gaz "à effet de serre" et de pollution de l'air. Dans ses réponses, le député a été extrêmement précis et "pragmatique" en insistant sur le fait que l'on ne peut pas se permettre de dire que, du jour au lendemain, on pourrait passer d'une filière technologique - le moteur thermique - à une autre. "S'il y a des évolutions, insiste-t-il, elles ne pourront être que lentes et progressives". L'an dernier en France, 2 042 000 véhicules neufs ont été vendus sur un parc de dix-sept millions (soixante-dix millions en Europe). La "voiture du futur" n'est pas pour demain... matin !

.....pour le meilleur choix possible.

Après avoir rappelé que, dans notre pays, 70 % des cartes grises sont "diesel" et un petit tiers "essence", Claude Gatignol a souligné aussi que le diesel a bénéficié d'une grande quantité d'améliorations technologiques en raison notamment des normes européennes anti-pollution. Pour lui, "la voiture diesel est peut-être la "voiture du futur" dans les vingt ou trente prochaines années". A moins que les chercheurs et les constructeurs soient capables de remplacer l'énergie pétrole, source d'émissions polluantes, par une autre énergie. Le véritable challenge, selon lui, se situe bien là : "Est-ce que ce sera la voiture électrique alimentée par de l'énergie électronique non productive de CO2 ?", s'est-il interrogé avant de souligner que "la balle est dans le camp des chercheurs".

La course aux nouveaux carburants

Le président du groupe "Energies" de l'Assemblée nationale a évoqué les différentes pistes "énergétiques" susceptibles de se substituer ou de compléter le pétrole, car, selon lui, "on n'a pas trouvé mieux jusqu'à ce jour pour pouvoir répondre aux attentes du transport et de la mobilité".

L'hydrogène : carburant de demain ?

Claude Gatignol a évoqué la tentative sur l'hydrogène, lancée il y a quelques années aux Etats-Unis. Les Américains ont dépensé des milliards de dollars dans des recherches, mais il semble qu'ils aient maintenant changé leur fusil d'épaule. "Car on ne sait pas mettre des piles à combustible dans la voiture de Monsieur-tout-le-monde", a-t-il dit. Selon lui, il n'existe pas encore d'infrastructures suffisantes pour stocker l'hydrogène : "Ce n'est pas parce qu'il y a une station service hydrogène à Berlin, une autre à Sacramento et une autre ici ou là, que l'on arrivera à alimenter tout le monde en hydrogène". Il a relevé que peu de constructeurs s'étaient lancés dans "l'hydrogène carburant", car il faut passer par un intermédiaire, générateur d'électricité, la pile à combustible. Or, selon Gatignol, il n'y a que deux modèles utilisables pour les voitures : la pile à membrane ou la pile à céramique. La pile à membrane vaut très cher (800 dollars le m²), et le catalyseur utilisé n'est autre que la platine "pour une pile de voiture, il en faut environ 50 grammes, peut-être plus. Si vous multipliez par des dizaines de milliers de voitures cette quantité,

vous aboutissez rapidement à la quantité de platine extraite... en un siècle !", s'est-il exclamé.

Et les biocarburants ?

De même, le député de la Manche a réglé son compte aux biocarburants. Si on couvrait la surface cultivable française, on ne parviendrait pas à fournir plus de 35 % des carburants. Par ailleurs, il a indiqué que les biocarburants ont "30 % de moins d'énergie à volume équivalent" que le pétrole. Quant à la cellulose ("la chimie verte" à partir de vieux arbres tombés, d'arbres dont la pousse rapide utilise les égouts, de la paille, etc), les chercheurs de l'INRA travaillent dessus.

Les normes de lutte contre la pollution

Il a été question de la lutte contre la pollution, Claude Gatignol a insisté sur le rôle des normes européennes EURO 1, 2, 3, 4 - "On parle d'Euro 5", a-t-il précisé - qui ont contraint les constructeurs automobiles à faire de la recherche sur la lutte contre la pollution. "Les normes sont essentielles dans le domaine des émissions polluantes pour la santé, a-t-il dit. Des résultats ont été obtenus. Depuis vingt ans, la pollution dans Paris a beaucoup baissé. 90 % du temps, l'air de Paris n'est pas pollué. L'effet d'ozone ne vient pas de Paris, mais de ce qui se passe en Allemagne et en Angleterre".

"D'un point de vue général, a encore précisé le député de la Manche, en 2005, la France aura rejeté moins de CO2 qu'elle n'en émettait en 1990. Toute ceci grâce aux efforts de l'industrie, mais aussi parce que 95 % de notre électricité est produite sans CO2 grâce au nucléaire et à l'hydraulique".

Le rôle essentiel des usagers.

L'autre moyen de lutter contre la pollution est naturellement l'auto discipline des automobilistes et la fluidité du trafic, car ce sont les encombrements qui créent l'essentiel de la pollution des villes. Il n'est donc pas nécessaire, pour le député de la Manche, de réduire le nombre des voitures dans Paris en demandant aux Parisiens d'emprunter les transports en commun. "Malgré tous les efforts faits dans le domaine des transports en commun, a-t-il relevé, un rapport du CNRS indique que, si on augmentait de 50 % la proportion des transports collectifs, on ne ferait pas varier le curseur de la voiture individuelle de plus de 3 à 4 % !".

L'intervention du nucléaire et le rôle de la Chine

Interrogé enfin sur l'annonce selon laquelle les Américains auraient remporté le marché chinois des centrales nucléaires de 3e génération pour avoir accepté de transférer leur technologie contrairement au français Areva, le député, qui abrite dans sa circonscription l'usine de retraitement de La Hague, a répondu : "Les Chinois sont de très difficiles interlocuteurs. En termes de contrats commerciaux, ils cherchent à faire jouer la concurrence et baisser les prix au maximum. Ils veulent ensuite avoir très rapidement accès à la technologie".

Après avoir discuté avec les gens d'Areva, Claude Gatignol approuve le souci du P-dg Anne Lauvergeon de ne pas tout donner. "Nous avons une longueur d'avance", insiste-t-il en rappelant que les Américains n'ont pas construit de centrales depuis trente ans. Donc la France, dans le domaine du nucléaire, a tout intérêt à faire la course en tête ! CQFD.

Texte communiqué par Paul Denis..

LE PROTOCOLE DE KYOTO ...

...est appelé à la rescousse des forêts tropicales

Alors que s'ouvre à Curitiba, au Brésil, la 8e

conférence de la convention sur la biodiversité, les experts se tournent vers les marchés de gaz carbonique pour protéger les forêts.

"Nous sommes à la veille de la plus grande crise d'extinction depuis la disparition des dinosaures". Ahmed Djoghlaïf ne mâche pas ses mots, alors que s'ouvre, lundi 20 mars, à Curitiba, au Brésil, la 8e conférence d'application de la convention sur la biodiversité signée en 1992. M. Djoghlaïf, le secrétaire de la convention, ne fait que synthétiser une idée largement partagée par les naturalistes. Le rythme actuel d'extinction des espèces est au minimum 260 fois plus rapide que le rythme évalué depuis l'apparition de la vie sur Terre, résume Robert Barbault, du Muséum national d'histoire naturelle, dans un éléphant dans un jeu de quilles (Seuil, 2006).

La communauté internationale a adopté en 2002, à La Haye, l'objectif de réduire en 2010 le taux d'extinction des espèces. Mais aucun acte concret n'a permis d'enrayer le désastre silencieux qui est en cours, particulièrement dans les forêts tropicales. Face à l'impuissance de la convention sur la biodiversité, de nombreux experts et diplomates s'intéressent aux dispositifs créés par le protocole de Kyoto sur le climat.

Ce sera un des principaux sujets de discussion à Curitiba. En effet, à travers le "mécanisme de développement propre", le protocole de Kyoto commence à injecter dans la lutte contre le changement climatique le nerf de la guerre, à savoir l'argent. Des entreprises des pays du Nord peuvent ainsi se voir créditer les émissions de gaz carbonique qu'elles évitent en investissant dans des procédés propres dans les pays du Sud. Ces crédits seront valorisés dans quelques années.

BIO-SÉQUESTRATION DU CARBONE

Dans la mesure où les forêts fixent le gaz carbonique, elles pourraient participer à ce système. L'hypothèse a été étudiée dans un colloque qui vient de se tenir sous l'égide de l'Unesco, à Paris.

"C'est un enjeu majeur", dit Guy Reinaud, de l'association Pro Natura International. Si on ne paye pas pour protéger les forêts, on va perdre leur biodiversité en cinquante ans. Par ailleurs, la déforestation influe sur le changement climatique, puisqu'elle représente près de 20 % des émissions de gaz à effet de serre.

Le principe est donc simple : en échange de crédits de CO2, des entreprises financeraient des projets de reboisement ou de prévention de la déforestation. Mais elles sont pour l'heure peu incitées à le faire : "Les projets forestiers sont aujourd'hui plus coûteux à mettre en place que la réduction des émissions de gaz dans des installations industrielles", dit Benoît Bousquet, de la Banque mondiale.

Pour rendre la bio-séquestration du carbone plus attractive, "il faudra combiner plusieurs objectifs", estime Natarajan Ishwaran, directeur de la division des sciences écologiques de l'Unesco : "réduction des émissions de gaz à effet de serre, mais aussi protection de biodiversité, production de biocarburant et développement local."

Les pays forestiers sont de plus en plus intéressés par cette formule et ont lancé une initiative dans ce sens lors de la conférence de Montréal sur le climat, fin 2005. L'Unesco espère pouvoir faire bientôt démarrer plusieurs projets pilotes, notamment en Amazonie.

Hervé Kempf Le MONDE

Article paru dans l'édition du 21.03.06

QUE FAIRE DES DECHETS RADIOACTIFS ?

Cette année 2006 aura été une année importante pour la gestion des déchets radioactifs. Après une synthèse des nombreux débats publics qui ont eu lieu de septembre 2005 à janvier 2006, le Parlement a adopté le 15 juin 2006 la Loi sur "la gestion durable des matières et déchets radioactifs".



C'est l'occasion pour notre Lettre de faire le point, ce que nous avons demandé au Professeur Jacques FOOS, responsable de la filière d'ingénieur en Sciences Nucléaires du CNAM. Jacques FOOS est aussi Président du Pôle Environnement du Cnam, Vice-Président de la Commission de surveillance de l'usine de La Hague et a participé, en qualité d'expert nommé par le gouvernement à l'élaboration du Plan National Santé et Environnement remis au Premier Ministre en février 2005.

Introduction

Un certain nombre d'activités industrielles, médicales ou de recherche mettent en œuvre des corps radioactifs. C'est ainsi que les traceurs radioactifs sont une aide au diagnostic, in vitro et in vivo, extrêmement précieuse. De même, ces sources de rayonnement sont utilisées à des fins thérapeutiques : il faut savoir que, selon l'Académie de médecine, 30 000 cancers par an sont guéris grâce aux rayonnements.

L'industrie nucléaire procure à notre pays une source d'énergie importante, lui assure l'accès à un kilowattheure électrique compétitif, permet de limiter nos émissions de gaz à effet de serre et garantit à la France un taux d'indépendance énergétique élevé.

Toutefois, les industries du cycle du combustible nucléaire ainsi que d'autres activités industrielles, médicales ou de recherche engendrent des déchets radioactifs. Il convient de les gérer dans le respect de la santé des personnes et de la protection de l'environnement.

L'Agence Internationale de l'Energie Atomique a donné une définition du déchet radioactif :

"Tout matériau qui contient ou est contaminé par des radioéléments à des concentrations ou niveaux d'activité supérieurs aux valeurs définies par les autorités compétentes de réglementation, et pour lesquels aucune utilisation n'est prévue".

Avant de rentrer dans les détails des diverses catégories de déchets radioactifs, il convient de fixer quelques définitions et valeurs de référence de la radioactivité naturelle.

1. La radioactivité

La radioactivité est une propriété physique naturelle qui permet aux noyaux de certains atomes, instables, de revenir vers la stabilité en émettant vers le milieu extérieur des rayonnements. On les appelle radioéléments ou radionucléides ou isotopes radioactifs ou encore radioisotopes.

Cette propriété, physique, aussi vieille que l'univers n'a été découverte qu'il y a 110 ans par 3 Français, Henri Becquerel et Pierre et Marie Curie.

Quand un noyau instable se transforme pour revenir vers la stabilité, on dit qu'il se désintègre. L'activité d'un radioélément traduit sa vitesse de désintégration. L'unité d'activité est le becquerel (Bq).

1 becquerel = 1 Bq = 1 désintégration par seconde.

L'ancienne unité d'activité était le curie (Ci) - 1

Ci = 37 milliards de becquerels. Elle a disparu le 1er janvier 1986.

Combien de temps faut-il à un radioélément pour revenir vers la stabilité ? Cette durée est très variable, de quelques microsecondes à des milliards d'années. Elle est reflétée par la période radioactive $T =$ temps au bout duquel la moitié du radioélément a disparu. On a coutume de dire qu'il reste environ le 1/1 000 d'un radioélément après 10 périodes.

Les radioéléments naturels ont trois origines :

- ils sont présents sur la planète depuis la création de celle-ci (leur durée de vie est donc supérieure à 4,5 milliards d'années) : uranium, thorium, potassium-40, etc...
- ils sont les descendants de l'uranium et du thorium : radon, radium, polonium, ...
- ils sont produits par les rayons cosmiques et tombent sur la planète, entraînés par les eaux de pluie.

1 gramme d'oxyde d'uranium : 22 000 Bq

1 km² de surface de la France contient, en moyenne, sur 1 mètre de profondeur, 67 milliards de Bq de potassium-40.

Sur ce km² de territoire (comme sur chaque km² de la planète) tombent, entre autres, du carbone-14 et du tritium, tous deux radioactifs, dont les activités respectives sont égales à 3 millions et 112 millions de becquerels par an.

Quelques valeurs de radioactivité naturelle

La radioactivité de l'homme est de 0,17 Bq/g soit selon sa masse, une activité comprise entre 8 000 et 18 000 Bq. Nos aliments ont une activité entre 50 et 200 Bq par kg ou par litre.

Zéro becquerel ?

Dans la nature, cette valeur n'a aucun sens et est impossible à trouver.

La référence ne peut être que la radioactivité naturelle

Il faut avoir toutes ces notions et valeurs en mémoire lorsque l'on parle de déchets radioactifs.

2. Production annuelle de déchets

La production annuelle de déchets, en France et par habitant est de 2 500 kg dont 100 kg de déchets chimiques hautement toxiques et 1 kg de déchets radioactifs (dont 5 grammes de déchets de haute activité).

Les déchets radioactifs (62,50 % industrie électronucléaire ; 24,10 % recherche ; 10,10 % défense nationale ; 3,30 % industrie non électronucléaire) ne représentent donc que **0,04 %** des déchets industriels. Les quantités de déchets hautement radioactifs ne représentent que **0,0002 %** des déchets industriels ou **0,005 %** des déchets hautement toxiques.

3. Classement des déchets radioactifs

Ils sont classés en fonction de leur activité et de leur durée de vie :

- en fonction de leur activité, on distingue 4 classes de 1 à 10 milliards de Bq/g ;

- en fonction de leur durée de vie, 2 classes seulement ont été fixées : **VC** : vie courte (période radioactive inférieure à 30 ans), **VL** : vie longue (période supérieure à 30 ans).

Le tableau ci-contre regroupe ces catégories :

3.1 Les déchets de Très Faible Activité (TFA)

Les déchets TFA se situent entre les déchets conventionnels (article L 541 du Code de l'environnement) et

les déchets de faible et moyenne activité (FMA), car il n'existe pas en France, contrairement à d'autres pays, de seuils de libération fixés à l'avance pour des déchets contenant, ou susceptibles de contenir, une quantité très faible de radioactivité. Aujourd'hui les déchets TFA proviennent essentiellement du démantèlement des installations nucléaires ou d'industries classiques utilisant des matériaux naturellement radioactifs. Certains déchets d'exploitation des installations et d'assainissement des sites pollués, dans la mesure où leur niveau de radioactivité est compatible avec les spécifications du Centre de stockage correspondant, peuvent également relever de la classe TFA.

Ils se présentent en général sous forme de déchets inertes (bétons, gravats, terres) ou de produits assimilables aux déchets industriels banals ou aux déchets dits dangereux d'après la réglementation, c'est-à-dire comportant des espèces chimiques toxiques. Un Centre de stockage dédié à ces déchets a été mis en service en août 2003 à Morvilliers dans l'Aube. Ils sont stockés dans des alvéoles creusées dans l'argile (capacité moyenne d'une alvéole : 10 000 m³).

La production de déchets TFA augmentera largement avec le démantèlement à grande échelle des centrales nucléaires de production d'électricité.

Il faut rappeler que des déchets à vie longue, de niveau d'activité comparable à celui des TFA, ont été produits en quantité importante dans le passé : il s'agit des résidus de traitement des minerais d'uranium. Ces derniers font l'objet d'un stockage à proximité des sites miniers de production et ne relèvent pas du Centre de stockage des déchets TFA.

Les déchets TFA représentent 0,03 % de la radioactivité et 14 % du volume des déchets (au 31/12/2004). Leur volume à cette date était de 144 498 m³.

3.2. Les déchets de Faible et Moyenne Activité à Vie Courte (FMA-VC)

La radioactivité des déchets FMA-VC, également appelés déchets A par les exploitants nucléaires, résulte principalement de la présence de radionucléides émetteurs de rayonnements bêta ou gamma de période inférieure ou égale à 30 ans. Dans ces déchets, les radionucléides à vie longue (période supérieure à 30 ans), en particulier ceux émetteurs de rayonnements alpha, sont strictement limités réglementairement. Ainsi la quantité d'émetteurs alpha de chaque colis de déchets ne peut dépasser 3 700 Bq par gramme. Les FMA-VC sont essentiellement des déchets de maintenance (équipements, outils, chiffons de nettoyage...) ou liés au fonctionnement des installations, comme ceux résultant du traitement d'effluents liquides et gazeux d'installations nucléaires. Ils peuvent également provenir d'opérations de démantèlement.

La solution technique adoptée pour cette catégorie de déchets est l'évacuation, directe ou après traitement, vers un Centre de stockage de surface. Cette filière de gestion à long terme existe depuis 1969, date à laquelle la France a renoncé à participer aux campagnes d'immersion de déchets faiblement radioactifs en mer.

Activité	Durée de vie	VC	VL
TFA Très Faible Activité 1 à 100 Bq/g		Centre de stockage TFA	
FA Faible Activité 100 à 100 000 Bq/g		Centre de stockage de l'Aube	Recherches sur des projets de stockage
MA Moyenne Activité 100 000 à 100 millions Bq/g			Recherches menées dans le cadre défini par
HA Haute Activité 10 milliards Bq/g		les Lois du 30 décembre 1991 et du 15 Juin 2006 transcrites dans le cadre de l'Environnement	

Ils représentent 0,06 % de la radioactivité et 76,8 % du volume des déchets (au 31/12/2004). Leur volume à cette date est de 793 726 m³ dont 527 000 m³ sont stockés au Centre de stockage de la Manche fermé en 1994.

Depuis cette date, le Centre de stockage de l'Aube (CSA) à Soullaines-Dhuys, d'une capacité d'un million de m³ a pris le relais.

3.3 Les déchets de Faible Activité à Vie Longue (FA-VL)

On fait habituellement entrer dans cette catégorie deux types de déchets : les déchets dits radifères et les déchets dits graphites.

Les déchets radifères contiennent une quantité notable de radium 226 et/ou de thorium 235 (radionucléides naturels à vie longue). Ils résultent, en grande partie, de l'utilisation de minerais naturellement radioactifs à des fins industrielles comme l'extraction de terres rares. Le procédé conduit à concentrer une partie de la radioactivité dans les résidus : la dénomination de "naturel renforcé" est parfois attribuée à ce type de déchets. Les peintures luminescentes ou des objets comme les têtes de paratonnerres, ainsi qu'une partie des déchets d'assainissement des sites pollués peuvent également relever des déchets radifères.

Les déchets graphites proviennent des centrales dites uranium naturel graphite gaz (UNGG) maintenant arrêtées.

Le niveau de radioactivité de ces déchets est en général compris :

- entre quelques dizaines de Bq et quelques milliers de Bq par gramme, pour les déchets radifères. Les radionucléides sont essentiellement des émetteurs alpha, à vie longue
- entre dix mille et cent mille Bq par gramme pour les déchets graphites. Les radionucléides sont essentiellement des émetteurs bêta-gamma à vie longue.

Ils représentent 0,01 % de la radioactivité et 4,6 % du volume des déchets (au 31/12/2004). Leur volume à cette date est de 47 124 m³, se partageant en 35 876 m³ pour les déchets radifères pour lesquels un projet de site en subsurface est à l'étude, et 11 248 m³ pour les déchets graphites pour lesquels une analyse de faisabilité d'un stockage dans les mêmes formations que celles retenues pour les déchets radifères est en cours (totalité du stock graphite : 60 000 m³).

3.4 Les déchets de Moyenne Activité à Vie Longue (MA-VL) et les déchets de Haute Activité (HA)

Ces déchets proviennent pour l'essentiel de l'industrie électronucléaire.

Les déchets MA-VL, également appelés déchets B par les exploitants nucléaires, proviennent majoritairement des structures de combustibles usés (coques et embouts) ou sont des déchets provenant du traitement des effluents, d'équipements... Leur niveau de radioactivité, en particulier celle due aux radionucléides à vie longue, n'autorise pas leur accueil sur le Centre de stockage FMA de l'Aube.

Ils représentent 8,22 % de la radioactivité et 4,4 % du volume des déchets (au 31/12/2004). Leur volume à cette date est de 45 518 m³.

Les déchets HA, également appelés déchets C par les exploitants, ont généralement pour origine les produits de fission et les actinides mineurs issus des combustibles usés et conditionnés lors des opérations de traitement. Ces déchets comportent une très forte concentration de radionucléides et dégagent de la chaleur, en moyenne 1 900 watts par conteneur à la date de fabrication.

Avec les développements techniques en cours, à savoir une réduction du volume des déchets induisant une concentration accrue de radionucléides, le dégagement de chaleur des nouveaux conteneurs produits devrait croître et atteindre en moyenne 2 200 watts dans quelques années.

Ils représentent 91,68 % de la radioactivité et 0,2 % du volume des déchets (au 31/12/2004). A cette date, leur volume est de 1 851 m³ (soit un cube d'environ 12 mètres d'arête).

Tous ces déchets, MA-VL et HA, sont actuellement entreposés sur les sites des usines de traitement des combustibles usés et dans les Centres de recherche du CEA. Des recherches pour la gestion des déchets MA-VL et HA ont été menées suivant 3 axes définis par la loi du 30 décembre 1991.

- 1-La séparation poussée et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue présents dans les déchets (la transmutation consiste à modifier la structure d'un noyau instable en vue de diminuer très fortement sa durée de vie).
- 2- L'étude de la faisabilité du stockage, réversible ou irréversible, en formation géologique profonde, notamment grâce à la réalisation de laboratoires souterrains comme celui de Bure (Meuse).
- 3- Le conditionnement et l'entreposage de longue durée qui permettent de disposer de solutions d'attente en conservant ces déchets dans des conditions technologiquement sûres avant toute décision.

La Loi n° 2006-739 du 28 juin 2006 sur la gestion durable des matières et déchets radioactifs et transcrite dans le Code de l'Environnement, intègre les objectifs de la loi de 1991 en fixant :

Pour l'axe 1 - la mise en exploitation d'une installation prototype en 2020 au plus tard. Les recherches et les études sur la séparation poussée et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue sont poursuivies en relation avec celles sur les nouvelles générations de réacteurs nucléaires.

Pour l'axe 2 - une mise en exploitation d'un centre de stockage réversible en couche géologique profonde d'ici 2025. Le régime juridique applicable à ce centre, son financement, le développement économique des territoires concernés par son implantation ainsi que les modalités d'information des populations les plus directement concernées, sont précisés par la Loi.

Pour l'axe 3 - la poursuite des recherches et études en vue, au plus tard en 2015, de créer de nouvelles installations d'entreposage ou de modifier des installations existantes.

Pour ce qui concerne les combustibles usés et déchets radioactifs étrangers, la Loi autorise leur introduction sur le territoire national à des fins de traitement ou de recherche, mais en interdit le stockage.

4. Volumes prévisionnels - capacité de stockage

Le tableau suivant résume les prévisions faites en 2006 (les volumes sont indiqués en m³)

En 2006, le problème du stockage des déchets radioactifs est résolu pour 91,5 % de leur volume.

En 2020, il le sera pour 97 %.

	2004	2010	2020	Capacité de stockage actuelle
HA	1 851	2 511	3 611	?
MA-VL	45 518	49 464	54 884	?
FA-VL	47 124	48 432	104 997	Solution en cours
FMA-VC	793 726	928 989	1 193 001	1 500 000
TFA	144 498	300 279	581 144	650 000

La solution devra être trouvée d'ici 2025 (loi du 15 juin 2006) pour le stockage de ces 3 % restant qui représentent toutefois la plus grande part de la radioactivité dans 200 tonnes par an (soit 10 grammes par an et par foyer).

5. Conclusion

L'industrie nucléaire, après avoir été la première à instituer une culture de sûreté, a mis en place, depuis plus de vingt ans, une culture du déchet. Cette culture porte ses fruits puisque, bien que l'industrie électronucléaire continue de croître, le volume de déchets (en particulier FMA-VC) a diminué de 50% en 1990-91 et est stable depuis (17 000 m³/an). Cette conscience est liée, bien évidemment, à la dangerosité potentielle des éléments mis en œuvre mais aussi à la pression des opposants au nucléaire.

Il serait bon pour la santé et donc l'avenir du citoyen, que ces cultures fussent reprises par les autres industries.

Il est à noter de plus, que seule l'industrie nucléaire, au sens large, a établi un inventaire national des déchets générés, mis à jour chaque année et disponible pour tous.

A quand un inventaire national de tous les déchets industriels, 2 500 fois plus importants en masse que les seuls déchets radioactifs ?

Sources : Inventaire National 2006 de l'ANDRA, Rapport de la CPDP consacrée aux déchets radioactifs, conférence " Que faire des déchets radioactifs ? " publiée par Formascience

(www.formascience.com)

Actualités UNICNAM

Visite des Invalides

Compte rendu de la visite aux Invalides - 24 juin 2006

Pour la seconde fois cette année, l'UNICNAM a organisé une sortie récréative, mêlant cette fois la culture et la convivialité. Après la soirée "spectacle + dîner" du mois de janvier, c'est aux Invalides que nous avons rendez-vous cette fois, tout d'abord pour un déjeuner, puis pour une visite commentée de ce lieu prestigieux. Après un déjeuner où les participants ont eu le temps de faire connaissance et d'échanger, le groupe a été pris en charge par une charmante guide qui a présenté un rapide historique du site des Invalides : musée, église, et hôpital. A cette présentation a succédé la visite de la salle des "plans relief", où sont exposés divers sites militaires ou villes. Ces plans, à vocation initiale militaire, représentent à l'échelle 1/600ème divers lieux défendus par des fortifications, avec un réalisme et une précision remarquables, surtout quand on réalise qu'à cette époque, tous les points topographiques étaient relevés manuellement avec des instruments de mesure sommaires. Les mesures étaient ensuite interprétées par des artisans chargés de construire ces maquettes impressionnantes de réalisme. Seule, une partie de ces plans est présentée au musée des Invalides, les autres étant exposés dans un musée à Lille.

Le groupe s'est ensuite dirigé vers la salle des armures pour y admirer les armures royales. Dans la salle somptueuse qui fut le réfectoire des Invalides (nos plus prestigieux restaurateurs n'ont rien inventé) sont exposées quelques unes des armures de guerre et d'apparat de quelques Rois de France, dont François 1^{er}, Henri IV, et Louis XIV. Y sont également présentées de nombreuses armes ayant appartenu à ces rois.

La visite s'est poursuivie dans l'église du dôme où sont installés les tombeaux de Napoléon et deux de ses frères, ainsi que

ceux des maréchaux Foch et Lyautey. Outre ces prestigieuses tombes, la crypte de l'église du dôme est également ornée de superbes bas-reliefs relatant les principaux faits civils de Napoléon.

Avant de se séparer, le groupe s'est rassemblé devant l'église du dôme pour une photo souvenir.

Une nouvelle fois, cette initiative a été couronnée de succès : toutes les places disponibles ont été réservées et tous les participants sont d'ores et déjà demandeurs d'une nouvelle sortie.

Pour toutes informations complémentaires sur les invalides, le site internet est complet et très bien conçu : <http://www.invalides.org/>

Promotion à EADS

Jean BOTTI a été nommé Directeur Technique et membre du Conseil Exécutif de EADS. Diplômé de l'I.N.S.A. de Toulouse, Jean BOTTI a obtenu en 1995, le titre de Docteur en génie mécanique du CNAM de Paris.

CNAM de Versailles Parcours gagnant

Le lundi 15 mai 2006, le CNAM de Versailles a fêté ses 40 ans d'existence et de vitalité.

A travers une exposition, inaugurée par M. Etienne PINTE, Député-Maire de Versailles, Madame Sophie BERARD, Directrice du CNAM de Versailles, et Monsieur Jacques AZRIA, ont montré la force et l'excellence des enseignements de ce centre de formation.

Monsieur ARGAUD, premier Directeur du Centre Associé CNAM, apporta un soutien total aux enseignements du CNAM en 1966, et facilita la mise en place des premiers cours d'informatique en cours du soir. C'est ainsi que de 400 en 1967, le nombre d'auditeurs est passé à 1000 en 1977, à 2000 en 1988, puis à 2100 en 2005. Le CNAM Versailles souligne ainsi 40 ans de vitalité à travers les différents modules de cours, illustré par une centaine de diplômés dans les disciplines enseignées.

Grâce à la confiance que lui témoignent des auditeurs toujours plus nombreux, nul doute que le CNAM de Versailles se dirige vers un cinquantenaire en tous points remarquable.

Adolphe ROCA

Président Honoraire UNICNAM

Ancien enseignant au CNAM Versailles.

Le CNAM visite AIRBUS

EADS a reçu, le 13 juin dernier, les Professeurs du Cnam, dans le cadre de leur Union Amicale, pour une visite technique des chaînes de montage de l'Airbus A380. Jean-Yves MONDON, vice Président d'EADS, a fait le déplacement spécialement de Paris pour accompagner les Professeurs dans cette visite qui est réservée, habituellement, aux clients d'Airbus.

Cette visite a montré, si besoin en était, l'excellence de l'ingénierie française en matière aéronautique et a conforté tous les visiteurs dans l'excellence de cette technologie.

Jacques FOOS

Professeur titulaire de chaire au CNAM

nouveau programme

LE CONSERVATOIRE national des arts et métiers (CNAM) et Sciences Po-Paris vont tester dès cette rentrée universitaire un nouveau programme de formation en alternance destiné essentiellement aux étudiants en lettres ou en sciences humaines, devait annoncer, jeudi 7 septembre, Laurence Paye-Jeanneney, administratrice générale du CNAM, lors de la présentation à la presse de son programme pour la rentrée 2006. Ce nouveau programme pourra être mené en partenariat avec d'autres universités. "Les

étudiants titulaires d'une licence ou d'un master I sont notre cœur de cible", explique Vincent Merle, professeur au CNAM et responsable de cette formation.

Article publié le 07 Septembre 2006

Par Annie Kahn LE MONDE

Nouveaux certificats de compétences

Le CNAM - Paris a créé trois Certificats de compétences dans le domaine de l'informatique.

• **Chef de projet nouvelles technologies informatiques.** L'objectif du certificat est de former des chefs de projet capables d'assurer la prise en charge tant au niveau méthodologique que technique et managériale, de la mise en œuvre d'un système d'information faisant appel aux nouvelles technologies.

Responsable du certificat : Jacky Akoka.

• **Urbanisme des systèmes d'information.** L'objectif du certificat est de former des urbanistes capables de prendre en charge la définition et la mise en place d'une solution globale, permettant d'intégrer les contraintes et les évolutions technologiques ainsi que les systèmes d'information existants et l'émergence de nouvelles technologies.

Responsable du certificat : Jacky Akoka

• **Experts en systèmes d'information Web.** L'objectif du certificat est de maîtriser les méthodologies de conception d'applications web, de mettre en œuvre les outils et les langages de développement, de choisir et d'implanter des architectures, de développer les interfaces avec les applications traditionnelles et de gérer un projet web.

Responsable du certificat : Jacky Akoka

LE SALON DES INGÉNIEURS :

Le salon des ingénieurs est le plus important salon dédié au recrutement des ingénieurs et scientifiques. Organisé en partenariat par le CNISF et l'APEC, il a lieu deux fois par an et permet de mettre en contact des entreprises qui recrutent dans toutes les spécialités et tous les domaines, et des ingénieurs ou scientifiques à la recherche de nouvelles opportunités.

En juin 2006, le 15^e salon a été un brillant succès avec la présence de plus de 100 entreprises totalisant quelque 5000 postes à pourvoir et plus de 4000 ingénieurs.

Le 16^e salon aura lieu les 11 et 12 décembre prochains au CNIT de Paris - La Défense. Les rendez-vous avec les entreprises pourront être pris dans le mois précédent à partir du site du CNISF www.cnisf.org.

LA BOURSE CA VOUS INTERESSE ???

Le club d'investissement (CI) du CNAM : BOURSICNAM est là pour vous initier aux techniques de la bourse ou pour vous perfectionner si vous avez déjà des notions.

Se réunissant une fois par mois dans une salle du CNAM, ses membres gèrent réellement le portefeuille du CI en achetant et en vendant tous types de produits boursiers. La consultation des cours est faite en temps réel à l'aide de portables WIFI connectés à INTERNET.

Le droit d'entrée de **160 euros** et les **40 euros** mensuels sont investis dans le portefeuille.

Pour vous inscrire à la rentrée (moment propice, la bourse étant basse en ce moment) adressez vous à :

- Gérard ARNOUX - tél : 06 81 23 40 24
- Michel PEYRAT - tél : 01 39 89 05 33

(Le club d'investissement est accessible uniquement aux membres du CNAM)

A VOS AGENDAS

UNICNAM - (pour mémoire)

Séminaire du Bureau National et des Groupes Régionaux - 30 septembre-1er octobre 2006- Echanges entre les Administrateurs et Les Responsables régionaux de l'Union des Ingénieurs du CNAM.

Sur inscription. Laurent CESSAC : ["limousin.unicnam.net"](mailto:limousin.unicnam.net)

Le 15^{ème} Congrès de maîtrise des risques et de sûreté de fonctionnement se tiendra au Grand Palais de Lille les 10 et 12 octobre 2006. Ce Congrès sera précédé le lundi 9 par une journée tutoriale et suivi le 13 par des visites techniques.

Programme et bulletin d'inscription : www.imdr-sdf.asso.fr/lm15

BOURSE : la prochaine réunion du club d'investissement se tiendra le 12 octobre 2006, de 18 h 30 à 20 h 30, salle 31 - 1 - 03.

10^{ème} Colloque Qualité CNAM PACA 16 octobre 2006 CNAM AIX EN PROVENCE

<http://geqc.unicnam.net/>

Promotion 2006 des ingénieurs CNAM - Paris - Ile de France

Jeu 16 novembre 19h-21h30

Remise de diplômes Ingénieur Cnam 2006

Promotion Daniel COETSIER

Réception de la promotion 2006 des ingénieurs Cnam d'Ile-de-France, organisée par le Cnam, l'Union des ingénieurs Cnam (UNICNAM) et la Fédération des Associations. Remise des diplômes aux nouveaux ingénieurs. Sur invitation

• Contact : Christine Siri, 01 40 27 25 41
unicnam@cnam.fr

"Coaching et Intelligence Emotionnelle"

Mardi 10 octobre 18h00 - 20h00

Groupe de partage d'expérience : Intelligence Emotionnelle

Ces groupes permettent de donner la possibilité aux professionnels de l'intelligence émotionnelle de partager leurs expériences émotionnelles, relationnelles, de groupe ou sociales.

Mardi 14 Novembre 18h00 - 20h00

Conférence-débat "Intelligence Emotionnelle et Complexité"

"De la personne à ses relations"

En quoi le manager, le coach, le consultant est concerné ? Cette forme d'intelligence agit-elle vraiment sur l'efficacité du travail et de la relation professionnelle ? Par quoi commencer et comment mettre en pratique ce type de compétences ? En quoi un responsable gagne à appréhender l'interaction Management & Complexité ?

Mardi 12 décembre 18h00 - 20h00

Groupe d'échange de pratique : Coaching & Team Building

Ces groupes permettent de donner la possibilité aux professionnels du coaching et de l'accompagnement d'échanger sur leurs pratiques professionnelles de coaching et de cohésion d'équipe.

NDLR : Les articles publiés dans la Lettre relèvent de la responsabilité de leurs Auteurs. L'UNICNAM ne saurait être tenu responsable des écrits, déclarations ou opinions émises par lesdits auteurs. Le lecteur reste toutefois en droit de faire connaître à la Rédaction ses remarques et opinions qui pourront être éventuellement, publiées dans la Lettre.