

AUVERGNE

Sciences

N° 54 - DÉCEMBRE 2002

LES PARTICULES ÉLÉMENTAIRES

LES CARROSSES À 5 SOLS

PERSPECTIVES ÉNERGÉTIQUES

BULLETIN DE L'ADASTA

ASSOCIATION POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ANIMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE EN AUVERGNE

Cet automne l'ADASTA a été plusieurs fois mise à l'honneur.

Ainsi début octobre, dans le cadre du Forum des associations, une télévision locale, Clermont Première, nous a sollicités pour intervenir sur son plateau afin de représenter les associations clermontoises dont le nombre fluctue entre 800 et 1000. Le rédacteur en chef a alors fait l'éloge de l'ADASTA qui de son avis était l'une des plus représentatives. Pendant vingt minutes nous avons pu développer l'objet et le sens de nos actions.

Le Forum s'est déroulé à Polydôme les 5 et 6 octobre et l'ADASTA a montré ses différentes activités :

- expériences sur la couleur et la radioactivité,
- les jeunes-pousses se sont activées pour réaliser et présenter leurs démonstrations au public.

Lors de la réception par Monsieur le Maire, de toutes les associations présentes ce jour là - 150 environ- nous avons encore eu l'honneur d'être cité par lui.

Nos prestations se sont poursuivies durant la **fête de la science** du 14 au 20 octobre dans nos locaux rue de Bien-Assis, où nous avons reçu des classes de Première à l'atelier sur la thermométrie. Quant aux jeunes-pousses, elles étaient présentes les après-midi des mercredi 20 et samedi 23 au centre Jaude. Durant cette semaine de la science, en partenariat avec le CUST, des expériences à l'attention des étudiants et des adultes furent réalisées.



Il en fut de même avec l'**Union des Physiciens** qui tenait son 50^{ème} congrès du 26 au 29 octobre.

La **Fédération des Associations du quartier nord-ouest** nous a sollicités pour présenter des expériences aux adultes et enfants lors de leur fête du 27 octobre.

Enfin le lundi 25 novembre 2002, nous avons été conviés par Pierre

Mongin Préfet de la Région Auvergne, Préfet du Puy-de-Dôme et Pierre-Joël Bonté, Président du Conseil général du Puy-de-Dôme, à participer aux **Assises des libertés locales** portant sur les thèmes de l'enseignement supérieur, de la recherche, de l'action culturelle, de la santé et des hôpitaux qui se sont déroulées à l'IFMA (Institut Français de Mécanique Avancée). A l'issue de cette réunion nous sommes retenus pour participer au groupe de travail **Recherche** qui se décline en trois volets dont celui de la culture scientifique et technique.

L'équipe bénévole, toujours très enthousiaste montre qu'il est possible d'intéresser les enfants, les adolescents et les adultes non initiés à la science qui peut passionner.

Que la télévision soit revenue en novembre pour filmer les jeunes-pousses, montre bien que notre action suscite de l'intérêt et que les graines que nous semons ne demandent qu'à germer. Tous ces encouragements vont droit au cœur de toute l'équipe.

J.C. CAPELANI

Merci à nos sponsors



Comité de rédaction de la Revue Auvergne-Sciences

Président : Paul Avan - Rédactrice en chef : Jocelyne Allée
 Rédactrice : Nathalie Androletti
 Membres : Jean-Claude Capelani, Luc Dettwiller
 Paul-Louis Hennequin, Roland Jouanisson, Michel Naranjo.

Sommaire

Les particules élémentaires.....	3
Les Carrosses à 5 sols.....	8
Perspectives énergétiques.....	13
Les Principes au XIX ^{ème} siècle.....	17
Les mines de plomb argentifère.....	18
Le soufre, de la terre... à la vigne.....	21
Participation de l'ADASTA aux journées nationales de l'union des physiciens.....	23
"Les Jeunes Pousses" de l'ADASTA.....	24

Photo de couverture : "les Jeunes Pousses" de l'ADASTA
 Dessin du carrosse d'après Arverne consommation, n°124 sept-oct 1987
 Itinéraire des Carrosses à 5 sols 1662 Jean-Pierre Magnier

Les particules élémentaires

Bilan - Perspectives



Jean-Claude MONTRET

Professeur à l'Université Blaise Pascal

Résumé

La constitution de la matière dans sa phase la plus élémentaire, est une question qui a été posée dès l'Antiquité par les philosophes grecs. Depuis, elle a trouvé des réponses et tout particulièrement au XX^{ème} siècle qui a vu le développement extraordinaire de cette physique subatomique.

On montre comment de la description du noyau atomique en terme de proton et neutron, on est passé à celle de ces derniers en terme de sous-structures, les quarks, puis comment toute la matière connue à ce jour, peut être décrite à l'aide de six quarks et six leptons. On donne également un aperçu des interactions fondamentales et de leur unification partielle dans le Modèle Standard.

Une histoire déjà ancienne

- Les philosophes Grecs de l'Antiquité, 400 ans avant J.C. proposent : Les objets sont construits à partir d'un ensemble unique et restreint d'éléments. C'est leur agencement, en proportions variées qui donne la consistance au monde qui nous entoure.
- Il faut attendre la fin du XIX^e siècle pour que la physique nucléaire moderne et des particules débute avec la découverte de la radioactivité :
 - Henri Becquerel 1896
 - Pierre et Marie Curie 1898

Quelques dates clés

- 1896 → Découverte de la radioactivité
H. Becquerel
- 1897 → **J.J. Thomson** identifie les électrons
- 1911 → Mise en évidence du noyau atomique.
E. Rutherford
- 1919 → Découverte du proton
Première transmutation nucléaire
 $^{14}\text{N} + ^4\text{He} \rightarrow ^{17}\text{O} + ^1\text{H}$
E. Rutherford
- 1924 → Aspect ondulatoire de la matière.
L. de Broglie
- 1927 → Bases de l'électrodynamique quantique.
P.A.M. Dirac
- 1932 → Découverte du neutron par **Chadwick**
Le noyau prend sa forme actuelle
- 1937 → Découverte du lepton μ
Neddermeyer et Anderson
- 1947 → Découverte du méson π
Occhialini et Powell

A ce stade, on a une description cohérente de la matière. Proton + neutron (liés par les mésons π), permettent la construction des noyaux. Noyaux + électrons (liés par les photons), conduisent à l'édifice atomique.

Summary

The constitution of the matter in its most elementary phase is a question which was raised as from the Antiquity by the Greek philosophers. Answers were found since and specially during the XXth century which saw the extraordinary development of this sub-atomic physic.

It is shown how from the description of the atomic core in terms of proton and neutron we reached the one of these last in terms of sub-structures, the quarks, and how all the today known matter can be described by using six quarks and six leptons. An abridged of the fundamental interactions and of their partial unification in the Standard Model is also given.

L'Histoire continue

1951 → Découverte du méson K et du concept de "l'étrangeté"

1952 → 1960 : Les résonances
Le nombre des particules augmente sans cesse avec des caractéristiques de masse et durée de vie extrêmement variables.

Question : **Comment classer ?**

L'Etrangeté

L'étrangeté est un nombre quantique introduit pour expliquer que la réaction

$\pi^+ + p \rightarrow K^0 + \Lambda^0$ est autorisée (1)
alors que

$\pi^+ + p \not\rightarrow K^0 + n$ est interdite. (2)

Avec les nombres quantiques d'étrangeté (S) suivants :

$$S(K^0) = +1 \quad S(\Lambda^0) = -1$$

$$S(\pi) = S(p) = S(n) = 0$$

, on voit facilement que ce nombre quantique étant conservé dans l'interaction forte, (1) est possible et (2) impossible.

Les Super-Multiplets et Multiplets

On appelle **Super-Multiplets** des groupes de particules de même spin-parité et de masses voisines.

Ex : Les baryons de masse de l'ordre de 1 GeV forment l'Octet (1/2)⁺

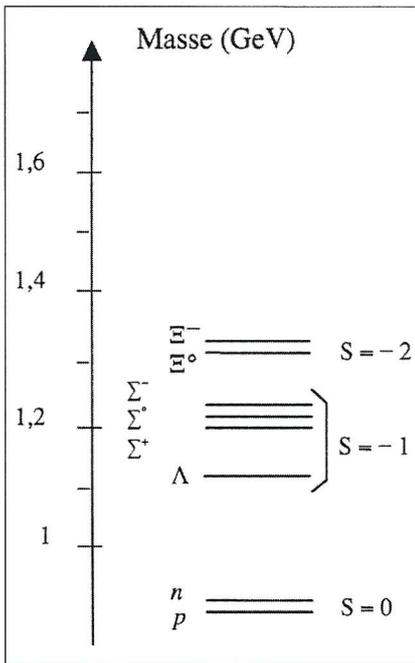


Figure 1 : Octet des baryons (1/2)⁺

Multiplets et Isospin

A l'intérieur d'un **super-multiplet**, on trouve des sous-groupes de particules identiques, les multiplets, qui ne diffèrent que par leur état de charge.

On introduit alors l'**isospin**, tel que la multiplicité des états de charge soit $2I + 1$

Ex : p, n d'isospin $I = 1/2$ avec pour composantes

$$\begin{cases} I_3 = +1/2 \text{ proton} \\ I_3 = -1/2 \text{ neutron} \end{cases}$$

Hypercharge

On définit le nombre d'hypercharge Y, par la relation :

$$Y = B + S$$

B = nombre quantique baryonique

S = nombre quantique d'étrangeté

Représentation dans le plan Y, I₃

Dans cet espace (Y, I₃) les super-multiplets sont représentés par des figures géométriques aux propriétés de symétries remarquables (**Figure 2**). Ces dernières sont rassemblées dans un groupe de symétrie permettant d'en rendre compte SU₃ (symétrie uni-modulaire d'ordre 3).

La représentation irréductible de ce groupe qui est la détermination de plus petit nombre d'éléments permettant de reconstruire tous les éléments du groupe conduit aux trois quarks :

$$\boxed{u, d, s} \quad (\text{Gell-Mann})$$

u = quark up ; d = quark down ;
s = quark "étrange"

Ainsi, on peut construire toutes les particules connues en combinant comme suit :

Baryons = assemblage de 3 quarks

Mésons = assemblage quark (q), antiquark (\bar{q})

L'Histoire continue

1974 → Découverte du méson J/ψ : Particules "charmées" aux propriétés particulières, à l'instar des particules "étranges".

Ceci a conduit à introduire un nombre quantique de "charme" porté par un nouveau quark, le quark c (*B. Richter et S. Ting*)

1975 → Découverte du lepton τ (*M. Perl*)

1977 → Découverte du méson υ et du quark beau (b) (*L. Ledermann*)

1995 → Découverte du quark top (t) Parallèlement, l'étude des interactions et de leur porteur se développe.

1968 → *Glashow-Salam-Weinberg* proposent le modèle unifiant les interactions électromagnétiques et faibles, ce qui conduit à l'existence du boson intermédiaire W[±], Z⁰

1982 → 1983 : Découverte au CERN par C. Rubbia des W[±] et Z⁰

1989 → 2001 : Mise en œuvre et fonctionnement du Large Electron Positron Storage Ring (LEP) au CERN

Aujourd'hui, à partir de l'ensemble de ces travaux, on peut dire que la matière, quelle qu'elle soit, peut-être construite à partir des 6 leptons et 6 quarks connus, regroupés en 3 familles

			Charge électrique
$\begin{pmatrix} e^- \\ \nu_e \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \mu^- \\ \nu_\mu \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} \tau^- \\ \nu_\tau \end{pmatrix}$	-1
$\begin{pmatrix} u \\ d \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} s \\ c \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} b \\ t \end{pmatrix}$	+2/3 -1/3
1 ^{ère} famille	2 ^{ème} famille	3 ^{ème} famille	

La matière "ordinaire", celle du monde qui nous entoure est construite avec les particules de la première famille et avec les règles déjà énoncées.

- Les baryons : assemblage de 3 quarks
- Les mésons : assemblage quark-antiquark

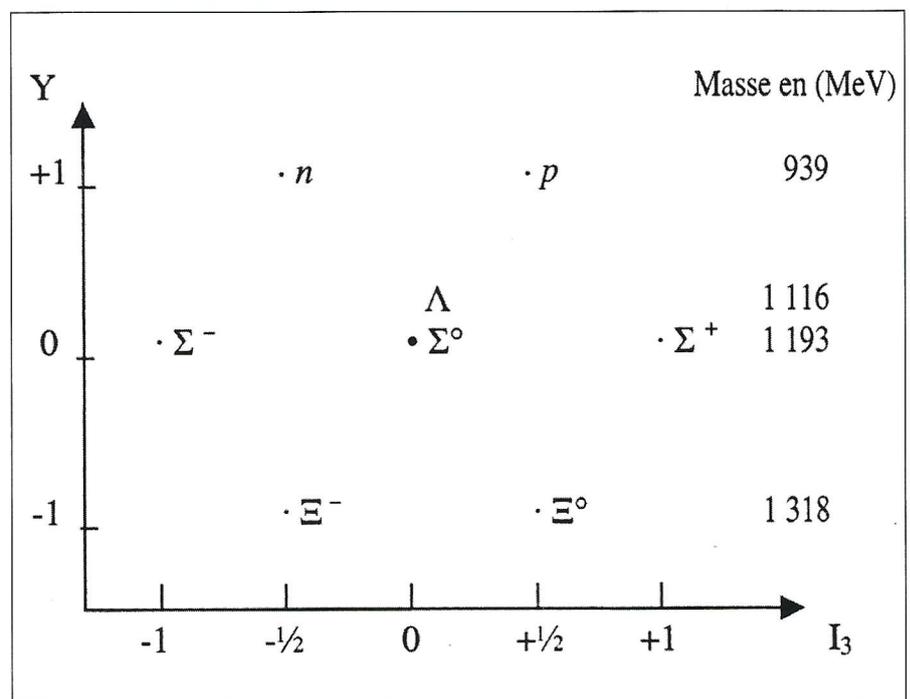


Figure 2 : Octet des baryons (1/2)⁺ dans le plan Y, I₃

Ainsi :
 proton \Rightarrow | u u d > (2 quarks u et un d)
 neutron \Rightarrow | u d d > (2 quarks d et un u)
 protons + neutrons \Rightarrow noyaux
 ↓
 noyau + électrons \Rightarrow atomes
 ↓
 etc

Trois familles, et seulement 3 ?

La réponse à cette question est un résultat majeur du LEP

Cet anneau accélérateur de longueur 27 km (figure 3), permet d'atteindre une énergie de 100 GeV dans le Centre de Masse de la collision électron-positron.

Schématiquement :

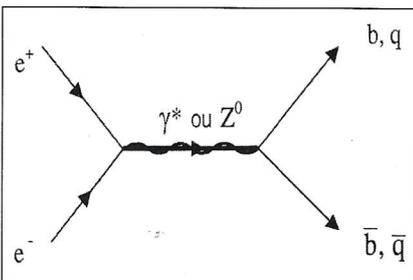


Figure 4

1 fois sur 2 aux énergies du LEP, l'annihilation $e^+ e^-$ se fait par l'intermédiaire d'un Z^0 .

Le Z^0 peut se coupler, dans l'état final à une paire neutrino-antineutrino, ce qui explique que la largeur du Z^0 soit fonction du nombre de familles de neutrinos, donc de leptons.

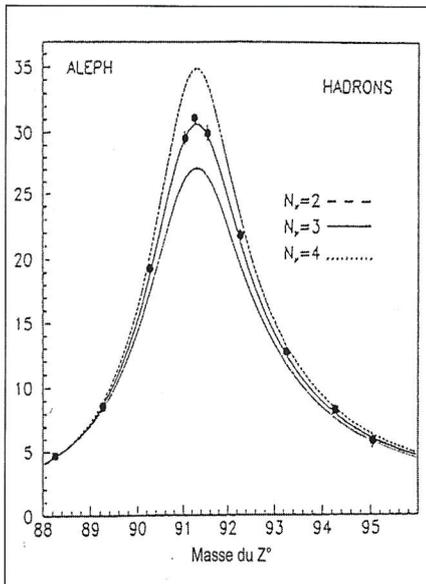


Figure 5b :

Masse du Z^0 en fonction du nombre N_ν de famille de neutrinos.

Le meilleur lissage de la courbe est obtenu pour $N_\nu = 3$, résultat obtenu avec le détecteur ALEPH

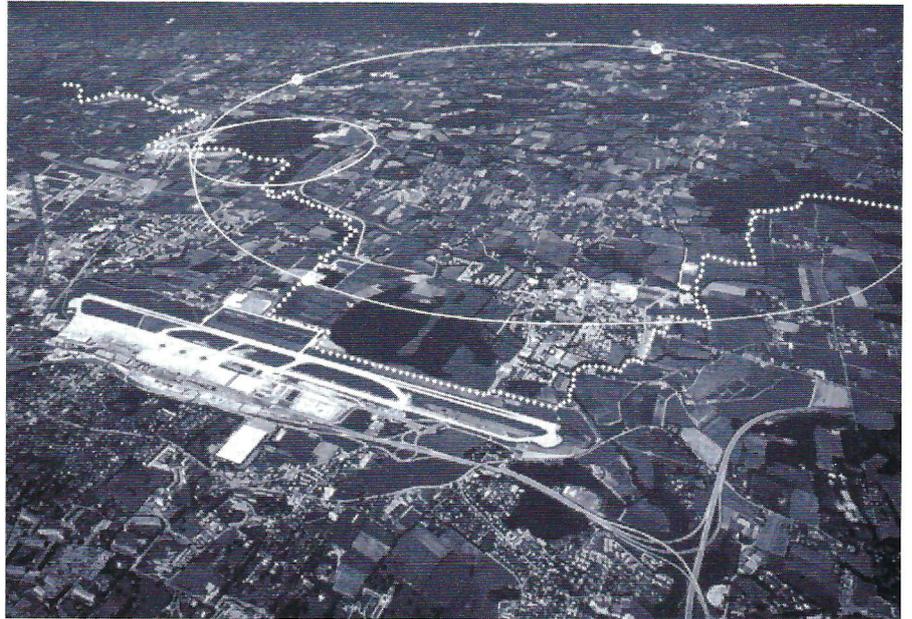


Figure 3

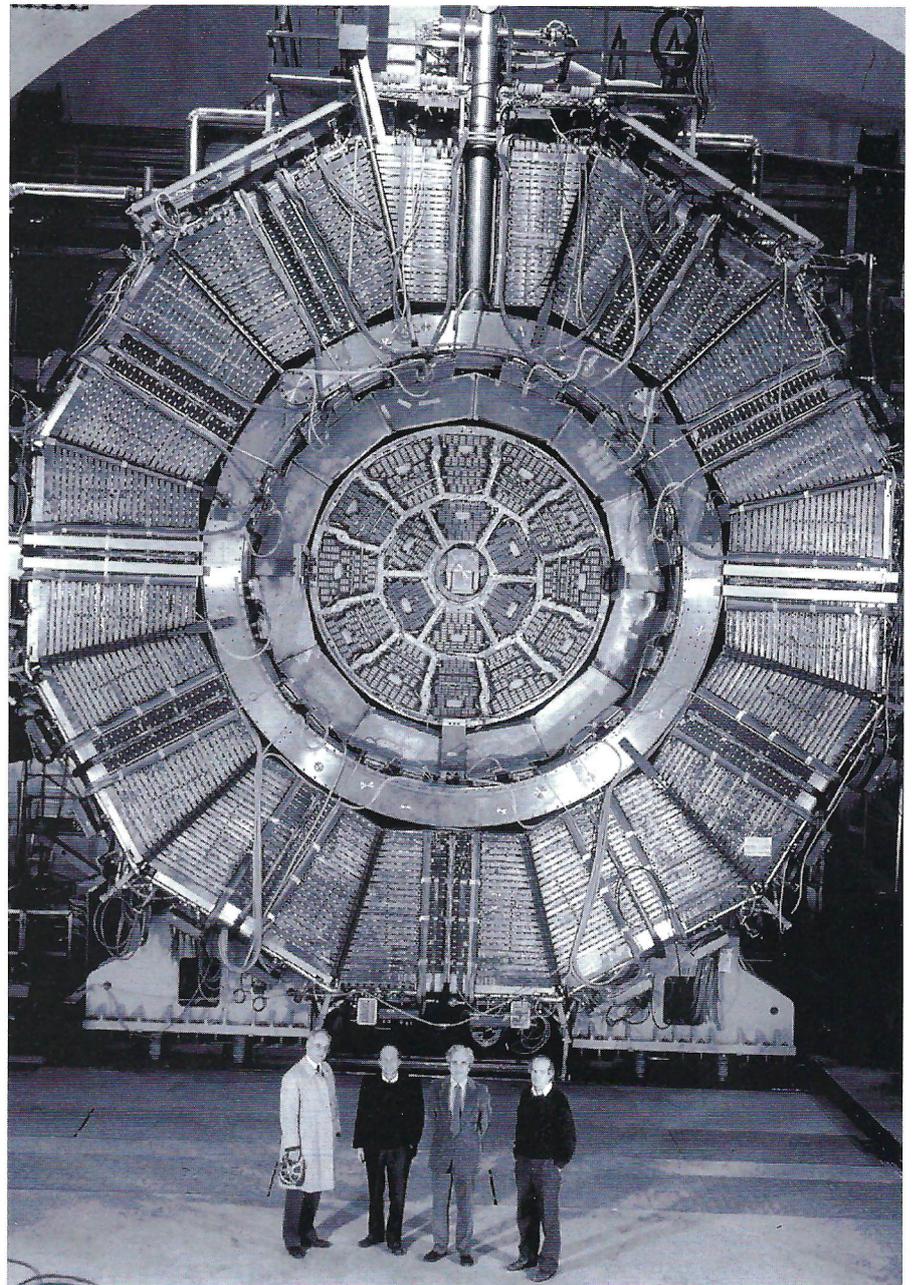


Figure 5a : ALEPH, un détecteur du LEP

Les interactions

Il existe 4 interactions dans la nature :

- Gravitation
- Interaction faible
- Interaction électromagnétique
- Interaction forte

Chaque interaction est caractérisée par :

- une constante de couplage qui est liée à son intensité
- une portée qui représente la distance à laquelle cette interaction agit. Cette dernière est inversement proportionnelle à la masse de la particule qui quantifie le champ de force de cette interaction. Ce résultat relève de la Théorie Quantique des Champs

Exemple : Le photon

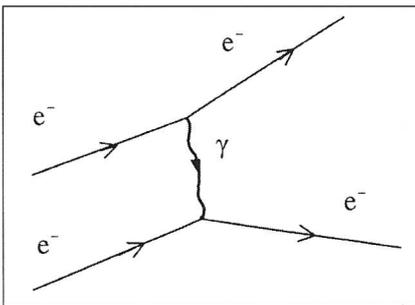


Figure 6

La couleur des quarks

Historiquement, l'observation du baryon Δ^{++} , qui ne peut être qu'un état $|u \uparrow u \uparrow u \uparrow\rangle$ est incompatible avec le principe d'exclusion de Pauli.

Pour préserver ce dernier, on introduit un nouveau nombre quantique appelé "couleur".

Chaque quark existe alors en trois couleurs : rouge, jaune, bleu.

Les hadrons sont des états singlets de couleur et apparaissent uniquement dans les configurations :

$$\left. \begin{array}{l} |q_b q_j q_r\rangle \Rightarrow \text{baryons} \\ |q_b \bar{q}_b\rangle \Rightarrow \text{mésons} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{hadrons "blancs"}$$

Etape suivante :

On construit une théorie dynamique de la couleur, la chromodynamique quantique, dans laquelle le champ de jauge est quantifié par 8 gluons colorés.

Modèle Standard électro-faible

Théorie de jauge

1- Invariance de jauge :

Pour fixer les idées, on considère le Lagrangien du champ de fermions.

$$L = i \bar{\psi} \gamma^\mu \partial_\mu \psi - m \bar{\psi} \psi$$

ψ = champ de fermions

m = masse du fermion

γ^μ = matrice γ de Dirac

2 - Symétrie de jauge globale :

Le Lagrangien est invariant sous la transformation : $\psi' = e^{i q \cdot \omega} \psi$

3 - Symétrie de jauge locale :

On veut le Lagrangien invariant lorsque l'on effectue une transformation indépendante du point de l'espace : $\psi' = e^{i q \cdot \omega(x)} \psi$

Pour préserver cette invariance, ∂_μ doit être remplacé par $(\partial_\mu + i q \cdot A_\mu)$ où A_μ est le champ du **photon de masse nulle**.

Généralisation

On veut englober les interactions faibles et électromagnétiques dans un formalisme unique.

On construit un Lagrangien invariant :

- Sous un groupe de transformations locales agissant sur l'espace des champs de leptons et de quarks -SU2-
- Sous le groupe de transformation précédent U(1)

Cette combinaison conduit à la description :

De l'interaction faible à l'aide des 3 bosons W^\pm, Z^0

De l'interaction électromagnétique avec le photon γ

Brisure de la symétrie

Les bosons de jauge introduits par la théorie sont de masse nulle.

- Vrai pour le photon

- Faux pour les bosons W^\pm, Z^0 qui correspondent à une interaction à courte portée.

Pour pallier à ceci, on **brise** la symétrie locale en introduisant un champ scalaire, générateur de la masse appelée **Champ de Higgs**.

Recherche du Higgs

La Théorie ne fixe pas la masse du Higgs, ce qui a pour conséquence que la chasse a été commencée expérimentalement sans succès au LEP

Processus de production

Le processus de production le plus simple est :

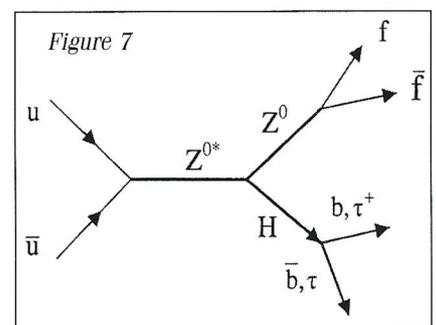


Figure 7

L'étude de ces événements a conduit à la valeur limite :

$$m_H > 115 \text{ GeV}/c^2$$

La chasse continuera au Large Hadron Collider (L.H.C.), construit sur les infrastructures du L.E.P., mais accélérant des protons et des antiprotons. L'énergie atteinte sera de 14 TeV dans le centre de masse. Les processus de production du Higgs sont schématisés sur les deux graphes suivants.

Interaction	Constante	Portée
<u>Gravitation</u>	$C_g \approx \frac{G \cdot m_p^2}{\hbar c} = 10^{-35}$	Infinie
<u>Faible</u>	$C_f \approx C \cdot m_p^2 = 10^{-5}$	$r < 10^{-18} \text{ m}$
<u>Electromagnétique</u>	$\frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$	Infinie
<u>Forte</u>	$\alpha_s = \frac{\alpha_0}{(33 - 2n_f) \text{Ln} \left(\frac{Q^2}{\Lambda_{\text{QCD}}^2} \right)}$	$r < 10^{-15} \text{ cm}$

figure 8

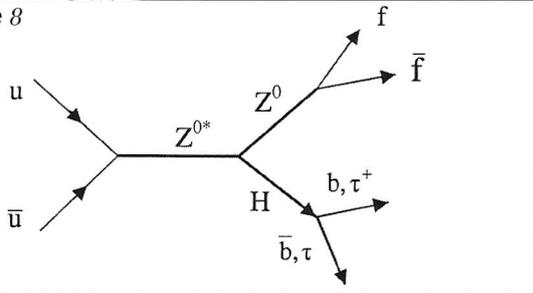


figure 9

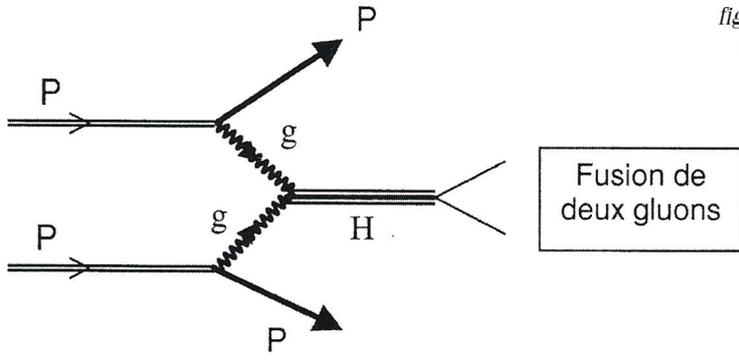
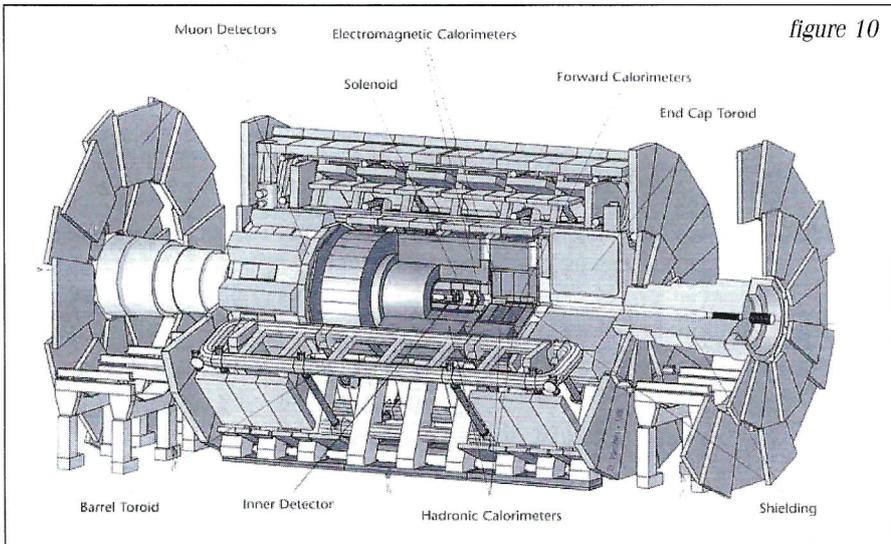


figure 10



La recherche de ces événements se fera dans de grands détecteurs de particules, à l'exemple d'ATLAS représenté (figure 10).

Au delà du modèle standard

Deux exemples :

1- Les modèles super-symétriques

La super-symétrie est une nouvelle symétrie qui associe à chaque boson un fermion et vice-versa.

Ses générateurs changent d'une 1/2 unité le spin des particules, soit :

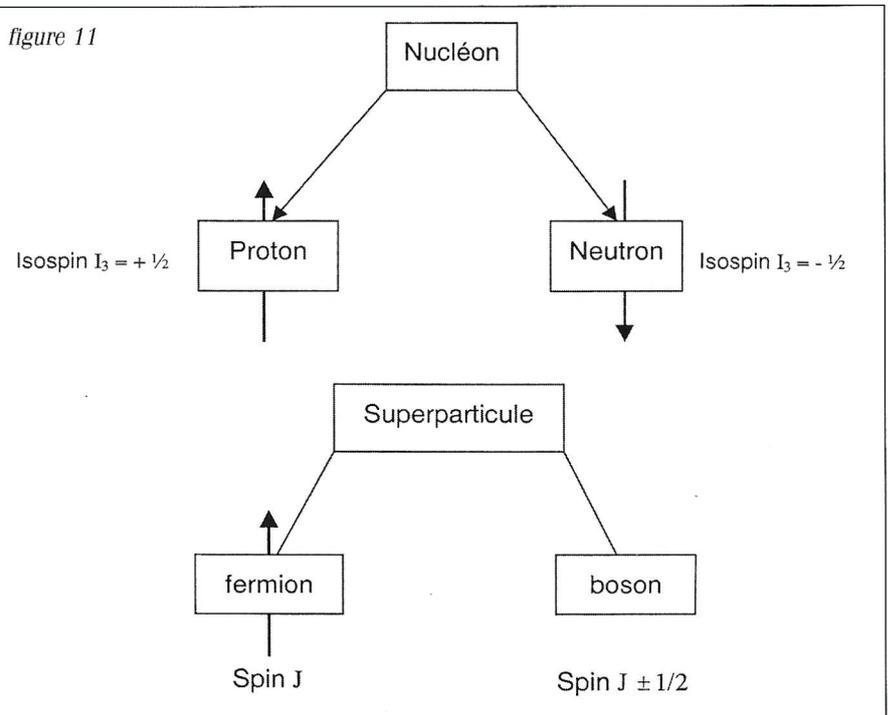
$$Q |S\rangle = |S \pm 1/2\rangle$$

$$Q \cdot |B\rangle = |F\rangle \quad B = \text{Boson}$$

$$Q \cdot |F\rangle = |B\rangle \quad F = \text{Fermion}$$

La super-symétrie établit des liens entre des particules de spin différents, à l'instar du proton et du neutron qui sont deux états dans l'espace d'isospin d'une même particule, le nucléon.

figure 11



Notation

Les partenaires super-symétriques des fermions sont des fermions scalaires appelés **sfermions**.

Les partenaires des bosons de jauge, les **jauginos**.

A ce jour, aucune particule super-symétrique n'a été vue expérimentalement.

2- La voie composite

Les modèles composites supposent une sous-structure pour les différentes particules du Modèle Standard.

Ils nécessitent un nouveau type d'interaction dite d'hypercouleur, agissant sur les sous constituants, les préons, portée par de nouveaux bosons de jauge, les hypergluons.

Bien d'autres sujets agitent le monde des particules :

- la violation de C.P. et la symétrie (matière/antimatière)
- la masse des neutrinos ?
- le confinement des quarks, etc

● ● ● ● ●
Conclusion

La physique des particules reste un enjeu majeur de la physique à venir.

Son ambition est de décrire l'Univers avec un minimum de constituants et une théorie unique des interactions.

Gageons que demain nous donnera une réponse sans équivoque d'un modèle d'Univers confirmé par l'irréductibilité des résultats expérimentaux.

Les Carrosses à 5 sols

Blaise Pascal entrepreneur de la première entreprise de transport en commun

Jean FAU

Président des Amis du Centre International Blaise Pascal



Les Carrosses à cinq sols sont une manifestation particulière de l'immense effort qui s'accomplit au XVII^{ème} siècle pour le développement des transports, au travers de routes et de chemins, de voies navigables et de canaux, de routes maritimes et de flottes marchandes.

La situation des transports avant les Carrosses à cinq sols

Les Véhicules terrestres

Le XVII^{ème} siècle a conservé du Moyen âge la litière, tandis que le XVI^{ème} lui a légué, venant d'Italie, la chaise à porteurs, le coche et le carrosse.

La litière était soutenue et emmenée par deux chevaux, l'un à l'avant et l'autre à l'arrière. La chaise à porteurs était portée par deux hommes l'un devant l'autre derrière au moyen de longues barres et de bretelles et ne transportait qu'une personne.

Le coche et le carrosse étaient des véhicules lourds à quatre roues tirés par 2, 4 ou 6 chevaux. Le coche, plus grossier que le carrosse était destiné au transport public de ville à ville. Le carrosse plus soigné, parfois même richement ouvragé fut d'abord exclusivement employé par les particuliers ; il était pourvu d'une suspension qui le rendait plus confortable que le coche. La caisse ne reposait pas directement sur les essieux, elle était reliée aux deux trains de roues par des courroies, appelées soupentes, ce qui le rendait fragile, et donc réservé à la ville.

En 1644, apparut la calèche, c'est un petit carrosse transportant 2 à 3 personnes, tiré par un cheval, et le 14 avril 1644 un acte fut établi pour l'établissement de calèches de louage dans Paris.

Dans la seconde moitié du XVII^{ème} siècle se développa la "brouette" appelée aussi vinaigrette ou roulette. C'est une caisse de chaise à porteurs reposant sur deux roues et traînée à bras d'homme, type pousse-pousse. Pascal aurait imaginé ce véhicule d'après un témoignage recueilli, en 1779, par l'abbé Bossut, de la bouche de Le Roy, membre de l'Académie des Sciences, qui tenait cette information de son père Julien Le Roy célèbre horloger. (Il n'est pas impossible que Blaise Pascal ait rencontré cet horloger, car la machine d'arithmétique était construite avec les techniques de l'horlogerie).

Les chaises roulantes tirées par un homme sont mentionnées dans un brevet daté du 24 mai 1639 qui en interdit l'utilisation dans Paris, pour ne pas faire tort au privilège des chaises portatives couvertes et fermées de glaces que le Roi venait d'accorder à M M. de Cavoy et de Montbrun. Pascal avait alors 16 ans.

L'organisation des transports de ville à ville

Le XVII^{ème} siècle a perfectionné les véhicules, mais aussi l'organisation des transports. La création des postes remonte à Louis XI ; en 1480, il créa des relais de chevaux, placés de distance en distance, afin d'assu-

mer le transport des voyageurs et du courrier officiel (les dépêches officielles). Louis XIII ouvrit ensuite la poste au courrier des particuliers.

Pour le déplacement des personnes, des relais de chevaux de louage, soit à monter, soit à atteler existaient dans le royaume dès le début du XVI^{ème} siècle. Henri IV remit sur pied cette organisation ruinée par les guerres de religion. Des transports en commun s'étaient établis de ville à ville, sous les règnes de Charles IX et Henri III (1574-1581).

Des "coches publics" menaient ainsi de Paris à Orléans, et de Paris à Rouen, moyennant 70 à 75 sols la place. Il fallait payer seize livres pour aller de Paris à Clermont en Auvergne, muni d'un billet signé portant numéro d'une place. On payait un supplément pour le port des "hardes" au-dessus du poids de quatre livres.

Henri IV et Louis XIII multiplient les lignes de coches et en 1623, elles couvraient tout le royaume. Ce service public continua ainsi sans grands changements jusqu'au XIX^{ème} siècle. L'apparition des chemins de fer mit au chômage des milliers d'attelages. Ainsi, il existait entre Lyon et Avignon, le long du Rhône, 6 000attelages qui furent supprimés lors de la construction du chemin de fer.

L'organisation des transports urbains

Beaucoup plus sommaire était l'organisation des transports urbains. A Paris, on se déplaçait à pied, sinon il fallait posséder et entretenir, soit

une monture, soit un véhicule (chaise à porteur ou carrosse, avec son équipage) ; ces moyens de transport étaient réservés aux riches.

Pendant sa période mondaine entre ses 24 et 30 ans, Pascal a possédé un carrosse dont le cocher s'appelait Nicolas Rave. Le Duc de Roannez, ami de Pascal et actionnaire de la Société des Carrosses à cinq sols, en possédait trois, peu avant l'ouverture des lignes. Pendant la 1^{ère} moitié du XVII^{ème} siècle, les Parisiens qui voulaient circuler en voiture louaient, soit des chaises à porteurs, soit des carrosses. Vers 1640, ces carrosses étaient remisés à l'hôtel Saint Fiacre, et on les a appelés des fiacres. On louait le carrosse, les chevaux (au moins deux) et le cocher. Malgré le prix élevé des locations, l'activité des loueurs de carrosses se développait dans divers quartiers de Paris. Cette location se pratiquait à la journée ou à la demi-journée.

En 1643, le roi donna la permission aux dénommés Charles de Tournelu et Charles d'Ausbourg d'établir cent calèches tirées par un cheval, elles emportaient 2 à 4 personnes dans la ville et les faubourgs de Paris. La location se faisait à l'heure à défaut d'un appareil mesurant le chemin parcouru, mais cela coûtait cher.

En 1657, un privilège fut octroyé à un écuyer du roi M. de Givry, lui permettant d'exposer dans les carrefours et les lieux publics des carrosses, des calèches et des chariots attelés de deux chevaux à louer pour n'importe quelle durée.

Voici donc la situation des transports de personnes avant l'apparition des Carrosses à cinq sols.

● ● ● ● ● La création de l'entreprise des Carrosses à cinq sols

Nous voici maintenant en mesure d'apprécier la nouveauté que comportait l'idée des carrosses à cinq sols. Elle introduisit dans l'organisation des transports urbains un esprit rationnel et systématique qui s'efforce de satisfaire non plus les désirs individuels, mais les besoins collectifs.



Le carrosse à 5 sols de Blaise Pascal

Cette organisation se résume concrètement à l'établissement de voitures publiques, à itinéraires fixes, se succédant à intervalles réguliers et où chacun n'avait à payer que le prix de sa place pour une somme modique. C'est la première organisation de transport en commun dans la ville de Paris et la seule qui ait existé avant le XIX^{ème} siècle.

Elle répondait à un besoin : réduire les coûts du transport. Elle l'obtint par une utilisation intense des voitures que nous appellerions maintenant un effort de productivité. Les carrosses étaient de taille aussi grande que le permettaient les rues de Paris, alors tortueuses, leurs itinéraires les faisaient passer par des lieux naturellement très fréquentés.

La nouveauté de l'entreprise la rendait hasardeuse. Il fallait l'appui de la Cour et de la ville de Paris pour obtenir un privilège, et la réaction du public était une inconnue. Comment réagiraient les différentes classes sociales qui se côtoyaient ? Cette réalisation exigeait beaucoup d'énergie et de courage, ainsi qu'une habileté de tous les instants.

La paternité de cette idée appartenait à Pascal, comme le rapporte sa sœur Gilberte Périer. Dans "la vie de Pascal", elle dit : "Dès que l'affaire des carrosses, qui est de son invention, fut établie...". L'invention remonterait à 1658 ou 1659, et serait le fruit des réflexions communes de Pascal et du Duc de Roannez.

Le 6 novembre 1661, constitution d'une société aux fins d'exploiter l'invention, après que celle-ci soit protégée par un privilège attendu de la Cour. Les associés se partageaient six parts : trois au duc de Roannez, une au marquis de Créan, une à Pascal et une à Arnaud de Pomponne alors en exil à Verdun pour ses attaches avec Fouquet, le surintendant déchu par Louis XIV.

Il avait été promis au marquis de Créan, alors grand prévôt de l'hôtel du roi, une somme de deux mille écus par an, sur les premiers bénéfices, sans aucune contribution aux frais. Cette somme était destinée à le récompenser de son appui de courtisan bien placé pour obtenir le don du privilège. Le marquis de Sourches très influent auprès du roi, s'associa aussi à cette entreprise.

Un placet fut remis, à Louis XIV, le 25 novembre 1661. Il insistait sur l'utilité de l'entreprise et sur son caractère presque charitable, car elle s'adressait aux petites gens afin de leur procurer les mêmes commodités qu'aux riches. Le placet donnait le plan général de l'entreprise et demandait l'autorisation d'établir dans la ville et les faubourgs de Paris des carrosses qui relieraient les quartiers à l'instar des coches de la campagne qui reliaient les villes.

La requête fut examinée au Conseil du Roi le 19 janvier 1662, en présence, entre autres, de Colbert et du Chancelier Séguier ; une décision favorable fut prise. Le privilège

autorisait l'établissement de carrosses publics, non seulement à Paris, mais en d'autres villes du royaume. Les lettres patentes furent enregistrées au Parlement le 7 février 1662.

Le Conseil qui délibéra de l'affaire prit un arrêt qui stipulait que "les soldats, pages, laquais et autres gens de livrée, même les manœuvres et gens de bras" ne pourraient pas utiliser les carrosses. C'était l'anticipation de la séparation des classes sociales dans les transports publics au XIX^{ème} siècle. (1^o, 2^o, 3^o classes dans les trains et 1^o, 2^o classes dans le métro de Paris). Mais le prix demandé cinq sols était dissuasif et n'était accessible qu'aux bourgeois. Cette somme ne paraissait modique qu'en comparaison avec le prix facturé par les loueurs de carrosses qui montaient aisément à plusieurs livres.

L'enregistrement du privilège eut lieu le 13 mars 1662, à l'Hôtel de ville de Paris, ce qui permit aux carrosses publics de commencer à rouler le 18 mars 1662.

● ● ● ● ● Le démarrage de l'activité

Fin février 1662, trois des associés (Pascal, le Duc de Roannez et le marquis de Créan) s'employèrent à faire des essais préparatoires. Deux chevaux furent loués et attelés à un carrosse loué, lui aussi, et mis pendant deux jours sur la route qui devait s'ouvrir prochainement. Le résultat fut concluant : les chevaux pouvaient effectuer le trajet, sans être harassés. C'est certainement pour conserver le secret de l'affaire que les essais eurent lieu après l'obtention du privilège.

Quelques jours avant l'ouverture de la 1^{ère} ligne qui était prévue pour le 18 mars, des placards affichés aux carrefours annonçaient l'établissement des carrosses publics dans la ville et les faubourgs de Paris, avec les itinéraires et le règlement. Le jour de l'ouverture, une publicité plaidant la cause des carrosses auprès des " Bourgeois de Paris " parut dans la gazette de Loret. On attribue à Pascal la rédaction des placards (affiches) et des articles

publicitaires. Pascal avait le sens de la publicité et du marketing. Il avait déjà utilisé ce don pour concevoir et vendre ses machines d'arithmétique.

La 1^{ère} ligne allait de la porte Saint Antoine jusqu'au Palais du Luxembourg et reliait curieusement l'Hôtel de Roannez à la maison de Pascal. La journée du 18 mars fut mémorable. Elle est rapportée par Gilberte Périer dans une lettre à Arnaud de Pomponne qui était toujours exilé à Verdun.

A 7 heures du matin, départ de quatre carrosses devant le Luxembourg, trois autres étaient réunis à la porte Saint Antoine. "Deux commissaires du Châtelet en robe, quatre gardes de Monsieur le Prévôt, dix ou douze archets de la ville et autant à cheval" donnaient par leur présence l'allure d'une cérémonie officielle à l'inauguration de la 1^{ère} route. Pour éviter tout désordre, dans chaque carrosse, au moins au début, était monté un garde du grand prévôt et des archets de la ville et des gens à cheval se répandirent sur toute la route.

Le public était si nombreux, relate Gilberte Périer qu'il fallait attendre longtemps à chaque arrêt pour trouver une voiture avec de la place. "Elle attendit dit-elle, le passage de cinq véhicules pour avoir une place." La ville avait pris un air de fête, en ces jours d'ouverture de la 1^{ère} route et le spectacle pittoresque des cochers avec leurs casaques bleues attirait sur la route des boutiquiers et des badauds, et on voyait des visages riant de joie partout.

Succès dans la rue, mais aussi à la Cour, où une cabale hostile de courtisans haut placés a été désamorcée par le roi qui répondit sèchement à leurs remarques désobligeantes sur les carrosses. Tout était prêt pour l'extension de l'entreprise.

L'ouverture de la 2^{ème} route eut lieu le 11 avril 1662, et fut annoncée par un nouveau placard. A la demande de Louis XIV, elle passa près du Louvre et du Palais Royal. Cette ligne avait un point commun avec la 1^{ère} près du cimetière des Saints Innocents ; la correspondance était inventée.

Ouverture de la 3^{ème} route, le 22 mai, elle allait de la rue Montmartre jusqu'au Luxembourg.

Le 24 juin eut lieu l'ouverture d'une route qui faisait le tour de Paris avec des sections pour les paiements et des correspondances avec les terminus des lignes transversales.

Le 5 juillet ouverture de la 5^{ème} et dernière route sur les huit prévues au départ de l'affaire.

Le 29 juin, la maladie de Pascal s'était aggravée, ce qui ne lui permit guère de suivre les progrès de son entreprise. Il mourut le 19 août 1662, quelques mois après sa sœur Jacqueline qui était religieuse à l'Abbaye de Port Royal.

● ● ● ● ● Le fonctionnement de l'entreprise

Pour que les lignes de carrosses puissent fonctionner correctement, il fallut mettre en place des installations fixes. Ainsi, à chaque extrémité des routes se trouvait un bureau, occupant sans doute une boutique louée. La route du tour de Paris était jalonnée de six bureaux.

Dans chaque bureau se tenait un commis et quelquefois plusieurs, chargés d'assurer le départ régulier des carrosses, tous les demi-quarts d'heure, de recevoir les réclamations des voyageurs, de faire la collecte de la recette. A certains bureaux étaient attachés, sans doute, des palefreniers qui s'occupaient de nourrir les chevaux. Outre les commis, la société employait des contrôleurs qui circulaient sur les diverses routes, ils avaient pour chef un contrôleur général de toutes les routes. Cette charge existait dès le début de l'entreprise.

Le premier carrosse partait le matin à 7 heures, les autres suivaient tous les demi-quarts d'heure, et cela jusqu'à 8 heures le soir et sans arrêt le midi.

Les carrosses ressemblaient à ceux des particuliers dans leur conception ; pour les distinguer, ils étaient marqués à l'arrière des armes de la ville de Paris. Le cocher portait une casaque bleue qui portait au devant les armes du roi, surmontant celles de la ville. Au derrière du carrosse se tenait un laquais vêtu lui aussi d'une casaque armoriée. Le carrosse était attelé de quatre chevaux dont deux travaillaient le matin et deux l'après midi. Un carrosse parcourait la route

8 à 10 fois par jour dans chaque sens selon les routes.

A l'ouverture de la 2^{ème} route, une nouveauté est apparue, chaque carrosse portait un numéro accompagné d'une fleur de lys sur les "moutons", pièces de bois posées à l'aplomb sur les essieux auxquelles s'attachaient les soupentes. Grâce à ces numéros, quiconque avait à se plaindre d'un cocher pouvait émettre une protestation précise et efficace à déposer auprès des commis des bureaux. C'est un usage dont la pratique s'est poursuivie jusqu'à nos jours.

Les carrosses étaient prévus pour tenir huit personnes, quatre devant et quatre derrière. Les carrosses des deux premières routes étaient un peu trop petits pour ce nombre de passagers, aussi les autres routes ont été pourvues de voitures plus larges où huit personnes pouvaient tenir bien à l'aise. En même temps, la décoration des carrosses se fit plus luxueuse.

Il était possible aux voyageurs d'attendre et d'arrêter les carrosses en n'importe quel point de la route. Le principe restait donc le même que pour les "coches de campagne". Toutefois, des points d'arrêt fixes avaient été prévus.

Le voyageur qui montait dans le carrosse payait le prix de sa place au cocher. Pour empêcher les longueurs dues aux changements de monnaie, il fut stipulé dans les placards que les pièces d'or seraient refusées. Un contrôle était exercé par le laquais. Celui-ci ouvrait et fermait la porte aux voyageurs et tenait en main une carte de contrôle qu'il était tenu de "piquer", d'où le nom de "piqueur" qui leur était parfois attribué. Pour éviter les intelligences, chaque laquais devait changer de cocher tous les jours. A la fin du service, recettes et cartes de contrôle étaient déposées dans les bureaux, à la garde des commis. On pouvait retenir un carrosse complet en payant les huit places.

A cause des troubles de la circulation, des désordres éclataient entre la population et les cochers, un cocher reçut même un caillou sur la tête ; aussi une ordonnance, affichée le 18 avril 1662, éditait la peine du fouet contre tous ceux qui se rendaient coupables d'insolence ou d'excès contre les cochers et les laquais

des carrosses publics y compris certains voyageurs qui eux seraient punis d'une amende de cinq cents livres. Ceci fut publié à son de trompe et cris publics dans les carrefours de Paris, (le crieur était accompagné de trois trompettes).

Jamais sans doute, il ne fût question que la société possédât en toute propriété le matériel nécessaire et qu'elle achetât carrosses et chevaux. La mise de fonds eut été trop lourde à supporter pour ce petit groupe d'actionnaires. Dès l'origine, les associés envisagèrent certainement de traiter avec les loueurs de carrosses. Ils entendaient être propriétaires du privilège, mais non du matériel d'exploitation, car il aurait fallu acquérir les chevaux, fabriquer les carrosses, aménager remises et écuries, recruter du personnel, ce qui aurait demandé beaucoup de temps et d'argent. Des contrats furent passés avec les loueurs de carrosses, mais aussi avec des fermiers qui assuraient le fonctionnement de l'entreprise, contre versement d'un revenu fixe aux associés. Ainsi des sociétés concessionnaires se sont constituées pour fournir le matériel et assurer la gestion de chaque route.

Devant le manque de véhicules qu'occasionna le succès de l'entreprise, il fallut en acquérir d'autres. Cette acquisition fut pittoresque, elle est relatée par l'ancien secrétaire d'Etat Brienne le jeune, dans son mémoire. Le cardinal de Mazarin organisa le 26 août 1660 l'entrée somptueuse de Louis XIV et de Marie Thérèse à Paris, "et les chars de triomphe du Cardinal, après qu'on eut vendu le velours et la broderie, ont été métamorphosés en Carrosses à cinq sols".

Tous les lundis à trois heures et demie de l'après-midi avait lieu une réunion, chez le duc de Roannez pour délibérer sur le fonctionnement de la société.

● ● ● ● ● L'extension de l'entreprise hors Paris

Le succès remporté à Paris devait inciter les associés à tenter la même entreprise en d'autres villes. Le 20 mai 1662, un contrat était passé pour un établissement semblable

dans la ville de Lyon, mais il ne reçut pas un commencement d'application.

Un projet analogue fut envisagé pour la ville d'Amsterdam. En Hollande, le duc de Roannez et Pascal avaient un ami commun, le mathématicien Christian Huygens qui pouvait être un interlocuteur précieux. Mais le mathématicien était plus homme de cabinet que d'action, et le projet ne prit pas corps.

L'entreprise ne put se développer, car la mort de Pascal, en août 1662, la priva de son principal animateur. Mais, elle rapporta beaucoup d'argent à ses promoteurs.

Il est à noter que Pascal légua par son testament un quart de sa part des carrosses à son ami Jean Domat, un quart à sa sœur Gilberte et la moitié aux Hôpitaux généraux de Paris et de Clermont. Ces institutions accueillaient les indigents et non les malades, elles se proposaient de les arracher à la mendicité et de leur rendre le sentiment de leur dignité d'homme.

Ainsi, à une rectitude chrétienne se joignait, chez Pascal, mais aussi chez le duc de Roannez, un esprit d'entreprise résolument moderne.

La vie de l'entreprise après la mort de Pascal

En 1664, la circulation des carrosses se poursuivit avec bonheur, bien que la mort du principal animateur eût empêché certains développements prévus, en particulier la création des trois dernières routes.

Les Carrosses à cinq sols déclinaient par la suite sous l'effet de la concurrence.

D'abord en 1665, par la mise en place des "Carrosses à l'heure" qui étaient des chaises à quatre roues tirées par deux chevaux et louées à l'heure, à la demi-journée ou à la journée. On les appelait aussi les calèches de Francini.

Puis, en 1668, par la mise en place d'un système de voiture à un seul cheval. Les propriétaires des voitures les louaient une à une à des cochers qui s'engageaient à les atteler de chevaux de belle apparence pour attirer des "gens de qualité" qui redoutaient la promiscuité inévitable des Carrosses à cinq sols.

Ensuite en 1671, l'apparition des "brouettes" roulées à bras d'hommes pour les courses à faible distance rendait ce nouveau moyen de transport très économique.

Le 1^{er} juillet 1671, le principal commis des carrosses publics poussa un cri d'alarme, les carrosses ne se remplissaient plus, finis les gros bénéficiaires. Il fallait rétablir la situation devenue dramatique.

D'abord une union fut conclue entre les associés au privilège des "Carrosses à cinq sols" et les associés de Francini au privilège des "chaises à quatre roues". Cette union permit de réaliser une importante économie par la substitution ponctuelle aux carrosses, de chaises à quatre roues moins chères. Elles emportaient moins de passagers, mais cela était suffisant.

Puis, un remaniement complet du réseau des routes fut effectué. La clientèle se trouvant au centre de Paris et non en bordure des faubourgs, on supprima les routes qui traversaient la ville de part en part, et on créa de nouvelles routes qui rayonnaient toutes du Pont Neuf.

Les Carrosses à cinq sols cessèrent d'exister en 1691. L'ensemble des parts ayant été racheté par les propriétaires des Carrosses à l'heure, ces derniers n'entendaient pas maintenir une organisation de transport qui concurrençait la leur, mais au contraire la supprimer en l'absorbant.

Les transports publics ne reparaitront à Paris qu'en 1828.

La chaise de poste

Un an après la mort de Pascal, le duc de Roannez mettait au point une voiture d'un type nouveau, remarquable par sa légèreté et sa vitesse. Huygens donna une idée de la machine dans sa correspondance : deux longs bras portant en leur centre une caisse avec un fauteuil reposaient à l'arrière sur deux roues et à l'avant sur la croupe d'un cheval monté par un laquais qui le conduisait. La chaise de poste était inventée.

La machine fut présentée à Louis XIV, le 5 février 1664, qui l'essaya et se montra fort élogieux. Il accorda un privilège la même année pour sa

fabrication et son utilisation. Il paraît très vraisemblable que Pascal participa activement à la conception de ce nouveau véhicule.

Conclusion

Il était dans la nature de Pascal de coller aux préoccupations des gens, et, en partant de leurs besoins, de trouver l'idée originale qui les satisferaient.

Ainsi la machine d'arithmétique soulagea son père Etienne Pascal, des calculs longs et fastidieux que lui imposait le calcul des impôts à Rouen.

La création de la société d'assèchement des marais du Poitou s'inscrivait dans une démarche du royaume de récupération de terres inondées pour l'agriculture, et nourrir ainsi une population en forte croissance (elle aurait doublé en un siècle, ce qui faisait, alors de la France le pays le plus peuplé d'Europe.)

Les Carrosses à cinq sols permirent aux Parisiens aisés de se déplacer à peu de frais dans leur ville, et de n'avoir plus recours aux calèches de location trop chères.

En tant que chef d'entreprise, il avait une préoccupation très actuelle : réduire les coûts. Il n'y est pas arrivé pour la machine arithmétique, ce qui provoqua son échec commercial, mais il l'a fait pour les Carrosses à cinq sols.

Il savait appliquer les sciences et les techniques connues de son époque, à ses projets : les mécanismes d'horlogerie pour la machine d'arithmétique, l'équilibre des liqueurs pour les marais du Poitou, les carrosses pour les transports urbains. Dans ses réalisations, il y avait souvent une idée de génie : la roue pascalle qui permettait les retenues des additions pour la machine à calculer, une organisation nouvelle pour transposer l'organisation "des coches de campagne" qui reliaient les villes, aux carrosses qui reliaient les quartiers de Paris.

Il faisait beaucoup d'expériences et d'essais. C'est ainsi qu'il a construit cinquante modèles de machine à calculer tous différents pour la mettre au point. Il fit de nombreux essais dans des tubes de verre, à la verrerie

de Rouen, pour l'équilibre des liqueurs. Il expérimenta les chevaux et les carrosses pendant plusieurs jours dans Paris sur la première route, pour tester la résistance des chevaux et des carrosses.

Il procédait par retouches successives. Il fit de nombreux modèles de machine à calculer comme nous venons de le voir. Il modifia l'organisation de l'entreprise des Carrosses à cinq sols en fonction des problèmes qui se posaient concernant le fonctionnement des lignes et les relations avec les concessionnaires de carrosses et de chevaux.

Il avait le sens du marketing et de la publicité. Il avait fait connaître la machine à calculer en faisant des démonstrations dans les salons et en faisant composer un sonnet par le poète Dalibray. Il a conçu les cinq affiches qui étaient placardées aux carrefours lors de l'inauguration des routes, et avait fait paraître un sonnet adressé aux bourgeois de Paris dans la "Gazette de Loret", le jour de l'inauguration de la 1^{ère} route.

Il savait obtenir l'appui des puissants pour faire aboutir ses projets : le chancelier Séguier pour la machine d'arithmétique, le marquis de Crénan et le marquis de Sourches pour les Carrosses à cinq sols ; et il obtint des privilèges du roi pour protéger ces innovations de la concurrence.

Il agissait conformément à ses convictions chrétiennes, et il donna aux pauvres, la moitié des bénéficiaires que lui procurèrent les carrosses. Sa charité était positive, ce n'est pas une aide à fonds perdu, mais une aide qui redonnait, grâce aux Hôpitaux généraux, la dignité aux mendiants pour les relancer dans la vie.

Ainsi, le génie de Pascal s'appliqua à la machine à calculer : il fit faire par une machine un travail de l'esprit, il est par-là le précurseur des ordinateurs. Ce génie s'exprima aussi dans les Carrosses à cinq sols, à travers une œuvre qui ne satisfaisait plus des besoins individuels, mais des besoins collectifs. Il anticipait l'organisation des transports publics dans nos villes, plus que jamais d'actualité.

Source principale :

Pascal et les Roannez de Jean MESNARD
Editions Desclée De Brouwer 1965

Perspectives énergétiques

Christian Ngô

Commissariat à l'Énergie Atomique

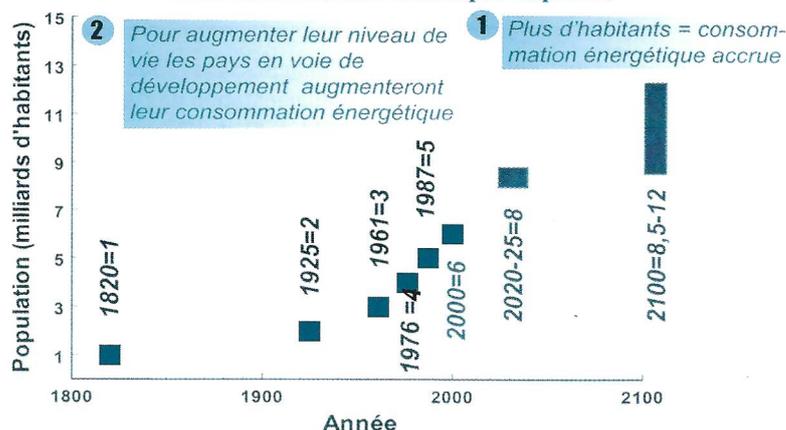
L'énergie a toujours joué un rôle important dans le développement de l'humanité. De nombreux aspects interviennent lorsque l'on aborde ce sujet dans lequel irrationalité et passion se mêlent aux arguments rationnels. Pour illustrer l'importance que peut avoir l'énergie pour l'homme, regardons la consommation électrique moyenne annuelle par habitant car elle reflète le niveau de vie d'un pays : elle est environ 2400 kWh (7600 kWh en France). On constate que l'espérance de vie diminue dans les pays où la consommation moyenne est inférieure à 1600 kWh par habitant et par an. Elle descend même à 36,5 ans pour les plus faibles valeurs. Ajoutons à ceci que 64 % de la population mondiale consomme en moyenne moins de 1000 kWh/habitant/an et que 2 milliards d'individus n'ont pas accès à l'électricité.

Des besoins en croissance

Sauf catastrophe imprévue, la population mondiale va croître au cours du siècle qui commence. Le premier milliard d'habitants a été atteint en 1820, le seuil des 2 milliards en 1925 et il y a actuellement 6 milliards d'habitants. Les démographes prévoient 8 milliards d'habitants en 2020-2025 et 10 à 12 milliards en 2100. Cette augmentation de la population accroîtra les besoins globaux en énergie. De plus, les pays en voie de développement souhaitent, à juste titre, augmenter leur niveau de vie pour atteindre celui des pays développés ; ceci nécessitera plus d'énergie. A titre d'illustration, un Français a multiplié sa consommation d'énergie par 14 entre 1796 et 1995, soit 1,3 % par an, alors que la France passait d'un stade de pays en voie de développement à un stade de pays développé. Dans le même temps, l'espérance de vie d'un Français a été

Évolution de la population mondiale

En croissance, sauf catastrophe imprévue



cea

L'atome de la recherche à l'industrie

multipliée par plus de deux. Pour compléter ceci, disons que si un pays comme la Chine avait proportionnellement autant de voitures que le Portugal, il faudrait la production de l'Arabie Saoudite pour faire le plein de ces véhicules.

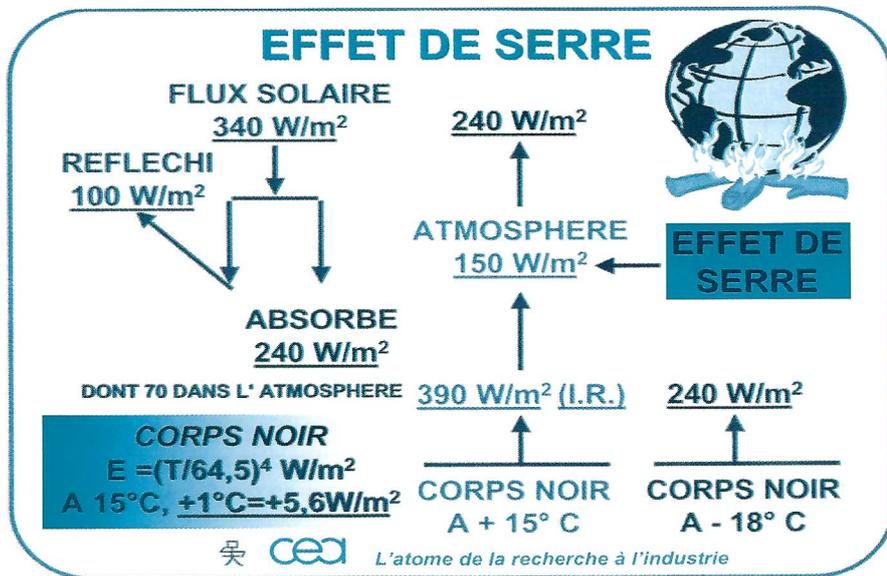
Énergie et problèmes futurs

Les sources d'énergie disponibles sont nombreuses mais leur prix et leur disponibilité varient dans de larges proportions. Nous avons tout d'abord les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz), l'énergie nucléaire obtenue par la fission de l'uranium et les énergies renouvelables qui pourront être utilisées tant que durera notre planète terre, c'est à dire environ 5 milliards d'années.

L'énergie dans le monde est dominée par les énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz). En 1995, ces dernières représentaient encore 87% de la consommation mondiale. Pour la production d'électricité, cette part descend à 64 %. Alors que l'Europe avait diminué sa part énergétique de combustibles fossiles en passant à 86% en 1973, à

80% en 1995, on s'attend à ce que sa dépendance vis à vis de ceux-ci augmente au cours des prochaines décennies. La France a une position particulière car, dépourvue de ressources énergétiques économiquement compétitives sur son sol, elle a développé l'énergie nucléaire pour produire de l'électricité. Bien que les énergies fossiles n'assurent que 10% de la production d'électricité en France (en 2000), elles représentent 59% de la consommation énergétique totale. Par conséquent, même chez nous, les combustibles fossiles sont d'une grande importance.

L'hydraulique permettait de produire 56% de l'électricité française en 1960. Cette proportion est descendue à 27% en 1973, et à 14% en 2000. La consommation électrique annuelle française, qui était de 171 TWh en 1973, est passée à 441 TWh en 2000. C'est pour répondre à cette augmentation des besoins en électricité que la France a développé, dans un souci d'indépendance énergétique, l'électronucléaire. Si cette solution n'avait pas été adoptée, il aurait fallu trouver d'autres moyens de productions intensifs et seuls les combustibles fossiles pouvaient répondre valablement à cette demande.



Nous vivons actuellement une période d'abondance énergétique mais deux problèmes préoccupants se profilent à l'horizon. Le premier concerne l'accroissement de l'effet de serre. Le second est lié aux énergies fossiles pour lesquelles on observe une variabilité des prix préjudiciable à l'économie et, à long terme, l'épuisement progressif de ces ressources puisque les quantités découvertes sont en quantités inférieures à celle de la consommation.

Sans l'effet de serre, la température moyenne de notre planète serait à - 18°C. Grâce à lui, la température moyenne sur la terre est de 15°C. Depuis le début de l'ère préindustrielle, l'effet de serre a augmenté de 1%. Ceci a eu pour conséquence d'accroître la température moyenne, entre 1850 et 1995 de 0,3 à 0,5° C. Cette augmentation est préoccupante car elle se produit sur une très courte échelle de temps comparée à ce qui se produit habituellement dans la nature. Plusieurs scénarios ont été proposés pour évaluer la température moyenne en 2100 dans l'hypothèse où nous continuerions à consommer les énergies fossiles comme nous le faisons actuellement. Selon le scénario, on trouve un réchauffement moyen compris entre 1 °C et 3,5°C et certains modèles extrêmes donnent même des accroissements de 5 à 6 °C. Ces valeurs peuvent profondément modifier le climat et avoir des conséquences économiques, écologiques et sanitaires importantes. Ainsi, la société Suisse de réassurance Munich Re en estime le coût à 300 milliards de dollars par an en 2050. On observe d'ailleurs une forte augmentation des sinistres de grande ampleur ces dernières années.

Plusieurs gaz sont responsables de l'augmentation de l'effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O et CFC) mais c'est le CO₂ qui a la plus grosse contribution dans l'augmentation observée. Les combustibles fossiles rejettent tous du CO₂ lors de leur combustion toutefois cette quantité dépend de leur nature : plus ils contiennent d'hydrogène, moins ils relâchent de CO₂ en brûlant. Ainsi, la combustion du gaz naturel (essentiellement du CH₄) libère entre 450g et 650g par kWh produit, le charbon entre 900g et 1200g et, entre les deux, le pétrole entre 700g et 800g. La manière dont la combustion est réalisée a également une grande importance et explique les fourchettes assez larges de production de CO₂ constatées. On peut optimiser l'émission de gaz à effet de serre grâce aux progrès technologiques mais on ne pourra jamais la faire disparaître complètement car la combustion du carbone donne toujours du gaz carbonique. Toutefois, dans une production centralisée, il sera peut-être possible de séquestrer le CO₂ dans le futur. Les énergies renouvelables et le nucléaire

ne produisent pas en fonctionnement, de gaz à effet de serre. Ainsi, les 34% d'électricité produits par le nucléaire en Europe permettent d'éviter de rejeter une quantité de gaz carbonique dans l'atmosphère égale à l'ensemble de ce qui est émis par le parc automobile européen (environ 200 millions de véhicules). Il faut retenir qu'une voiture roulant 15000 km par an émet de l'ordre de 3 tonnes de CO₂.

L'émission annuelle de CO₂ par habitant et par an dépend fortement du pays. Alors que pour la France celle-ci se monte à 6,2 tonnes, l'Allemagne émet 10,8 tonnes et les États-Unis 20 tonnes. La France s'est toujours montrée comme un pays respectueux de l'environnement en matière d'émission de CO₂ (rappelons que dans les années 60, l'hydraulique était la première source d'électricité en France).

Il a fallu des millions d'années pour que la nature synthétise les combustibles fossiles alors que l'homme est en train de les détruire en quelques siècles. La notion de réserve dépend bien entendu du prix que l'on peut consentir pour les extraire. En supposant un prix du même ordre de grandeur qu'actuellement, ces réserves, en Gtep (milliards de tonnes équivalents pétrole) se chiffrent ainsi : 540 Gtep pour le charbon et 110 Gtep pour la lignite ; 138 Gtep pour le pétrole ; 126 Gtep pour le gaz ; quelques centaines de Gtep pour les schistes bitumineux et les sables asphaltiques. Au rythme de la consommation actuelle cela correspond à une quarantaine d'années pour le pétrole, presque 70 ans pour le gaz et environ 250 ans pour le charbon. Par ailleurs, il existe des composés fossiles, les hydrates de méthane, dont les réserves s'élèvent à plus de 1000 Gtep, c'est à dire supérieur à la somme des réserves des combustibles fossiles conventionnels réunis mais leur

Le pétrole

- ➔ *Le pétrole s'est formé à partir du plancton qui, lorsqu'il meurt se dépose au fond de la mer. Recouvert de sédiments, ces déchets se transforment en pétrole. On le trouve dans des roches poreuses.*
- ➔ *Connu depuis l'antiquité («huile de pierre»)*
- ➔ *1830 : le pétrole jaillit par hasard d'un puits*
- ➔ *1859 : premier puits de pétrole (Drake).*

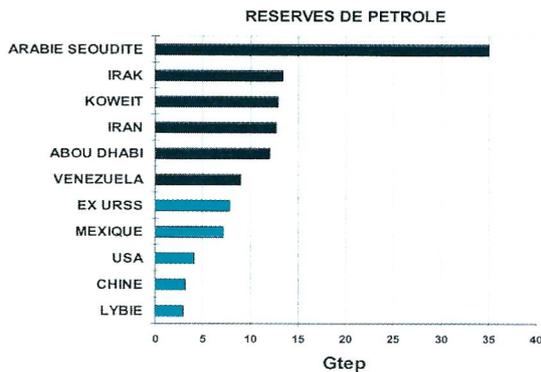
Le pétrole est actuellement irremplaçable pour les transports. Pour la France, environ 25% de notre consommation énergétique

(8 milliards de tonnes de produits pétroliers sont transportés chaque année en France, 57% sont transportés par la route, ils interviennent dans 79% des accidents avec épandage de matières dangereuses)

cea *L'atome de la recherche à l'industrie*

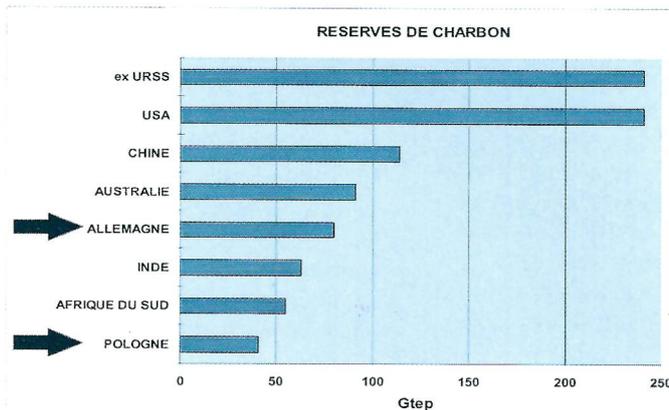
Réserves de pétrole

Si la Chine avait la même proportion de voitures qu'au Portugal, il faudrait la production de l'Arabie Saoudite pour faire le plein.



cea L'atome de la recherche à l'industrie

Réserves de charbon



cea L'atome de la recherche à l'industrie

extraction reste problématique. On peut donc raisonnablement penser qu'il y aura encore des combustibles fossiles à un prix acceptable pour plusieurs centaines d'années.

Les réserves d'uranium correspondent à une énergie de 80 Gtep si l'on utilise les réacteurs de la technologie actuelle, basée sur la fission par des neutrons lents, mais de 8400 Gtep si l'on utilise la technologie des réacteurs à neutrons rapides et beaucoup plus si l'on prend en compte tout l'uranium que l'on pourrait extraire.

Énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont des énergies diluées qui peuvent être coûteuses à récupérer. Sauf la géothermie, elles sont toutes issues du soleil qui est le siège de réactions thermonucléaires. L'hydraulique est pour le moment la seule qui fournit un kWh électrique com-

pétitif. Coûteuse en investissement, l'hydraulique s'avère économique en fonctionnement; elle est largement exploitée en France. Par les lacs de retenues, on est ainsi capable de concentrer l'eau arrivant sur de grandes surfaces et donc d'avoir une énergie renouvelable per-

mettant de délivrer de grandes puissances électriques.

Le solaire peut être utilisé sous forme thermique ou photovoltaïque pour produire de l'électricité. Le photovoltaïque est intéressant pour un habitat dispersé non équipé d'un réseau ou pour des sites isolés. Il s'avère beaucoup trop cher pour produire de l'électricité de manière massive dans un pays comme la France. En effet le prix du kWh obtenu est environ dix fois plus cher que le prix du kWh obtenu par des moyens standards. C'est avant tout une énergie pour des populations n'ayant pas de gros besoins en énergie et là elle s'avère compétitive et souvent meilleur marché que les solutions actuelles (piles, groupes électrogènes).

L'éolien est, mis à part l'hydraulique, l'énergie renouvelable la moins chère même si le prix du kWh reste deux à trois fois supérieur à celui du kWh conventionnel. La puissance obtenue est proportionnelle au cube de la vitesse du vent aussi la puissance délivrée n'est qu'une petite partie de la puissance installée. Pour fixer les idées, il faudrait entre 250 000 et 300 000 éoliennes de 750 kW pour remplacer le parc nucléaire français (58 réacteurs). Le peu d'éoliennes en cours d'installation en France et pour lesquelles EDF a l'obligation de racheter le kWh plus cher que cela ne lui en coûte pour le produire avec des moyens standards coûtera, en 2010, environ 4 milliards de francs à la collectivité des consommateurs. Un des problèmes que va rencontrer l'éolien est l'acceptation par le public de la construction d'éoliennes.

Grâce à sa faible densité de population, la France peut facilement développer la biomasse. Le bois est déjà largement utilisé et l'on produit aussi de petites quantités de biocarburants qui restent toutefois trois fois plus chers que ceux

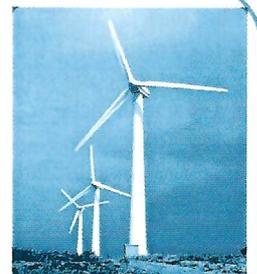
L'éolien

La puissance est proportionnelle au cube de la vitesse du vent.

- Efficace si $v > 5\text{m/s}$ (force 3). Il faut $v = 15\text{m/s}$ (force 7)
- 25% de la surface du globe pourrait être utilisée, mais seulement 4% des sites possibles sont utilisables sur les terres.
- A 50m de haut la vitesse du vent est supérieure de 25 à 35 % par rapport à 10m (puissance multipliée par 2).
- Potentiel 50 000 TWh (consommation mondiale 12 000 TWh).
- Hormis l'hydraulique, c'est une des énergies renouvelables la moins chère.

- ➔ Sensible aux intempéries
- ➔ Le vent ne souffle pas toujours à 15m/s

cea L'atome de la recherche à l'industrie



issus du pétrole. Ceux-ci pourront sans doute jouer un rôle plus important en attendant l'arrivée de l'hydrogène pour les transports. L'hydrogénation de la biomasse peut, en particulier, être un moyen intéressant pour leur production avec une meilleure efficacité.

Vers un nucléaire durable

Le nucléaire permet de produire de l'électricité sans générer de gaz à effet de serre. Comme c'est une énergie très concentrée (1g de matière fissile libère une puissance d'un mégawatt pendant un jour), elle permet à un pays d'avoir facilement des réserves stratégiques et nécessite beaucoup moins de transports qu'une énergie conventionnelle comme le charbon. Si le nucléaire est bien maîtrisé en France, il faut maintenant réfléchir à un nucléaire durable qui exploite au mieux les ressources naturelles, tout en perturbant le moins possible l'environnement. Pour cela, les réacteurs électronucléaires du futur devront satisfaire à plusieurs conditions : fournir un kWh compétitif par rapport aux autres sources d'énergie tout en étant encore plus sûrs ; être capables d'extraire le maximum d'énergie du combustible tout en produisant le minimum de déchets et en étant capable de brûler une partie de ceux de la génération précédente; enfin, minimiser les risques de prolifération.

Une solution possible à ces conditions aux limites est un réacteur rapide à gaz fonctionnant à haute température. Les réacteurs rapides s'inscrivent dans un développement durable qu'il est bon d'illustrer. En effet, considérons le fonctionnement des derniers réacteurs N4 d'EDF d'une puissance électrique de 1400 MW. Ils sont prévus pour fonctionner pendant 40 ans. A leur terme, il restera 7000 tonnes d'uranium appauvri résultant de la fabrication du combustible enrichi, 1000 tonnes d'uranium de retraitement et 11 tonnes de plutonium. Ces matières, qui sont des résidus pour les réacteurs actuels (sauf le plutonium) permettraient de faire fonctionner des réacteurs du futur pendant 8000 ans au lieu de 40 ans.

Les transports : le prochain problème à résoudre

On sait produire de l'électricité de plusieurs façons différentes dont certaines sont plus respectueuses de l'environne-

ment. Pour les transports, par contre, le pétrole est irremplaçable. Pour un pays comme la France, cela représente environ le quart de notre consommation énergétique. Nous devons dès maintenant réfléchir à un vecteur énergétique qui permettrait de répondre à l'accroissement de l'effet de serre dans le domaine des transports. Il doit pouvoir être produit à partir de différentes sources d'énergie primaire et être facilement transporté, stocké puis distribué. Enfin, il doit être facile à convertir dans les modes d'utilisation finale d'énergie. L'hydrogène répond à ces conditions. C'est l'élément le plus abondant de notre planète où il existe essentiellement sous forme d'eau. Il permet de stocker et de distribuer l'énergie de façon souple tout en étant peu polluant puisque sa combustion produit de l'eau.

Cependant, l'hydrogène n'est pas directement disponible : il faut le produire à partir de l'eau, ce qui consomme de l'énergie. Et si l'on utilise des combustibles fossiles, on produit également des gaz à effet de serre. De plus, l'hydrogène n'est, économiquement, pas aussi compétitif que le pétrole. Il faudrait peut-être envisager une production locale car son transport est beaucoup moins efficace que celui du pétrole (à volume égal, le gaz naturel sous pression transporte 5 fois moins d'énergie que le pétrole et l'hydrogène 3 fois moins que le gaz).

L'hydrogène peut être utilisé directement dans un moteur à explosion ou une turbine. Mélangé au gaz naturel il accroît son pouvoir calorifique. Il peut aussi être utilisé dans les opérations de transformation de la biomasse en biocombustibles. Mais l'intérêt de l'hydrogène est surtout d'être un carburant pour les piles à combustibles. De nombreux problèmes restent toutefois à résoudre pour ces dernières, en premier lieu leur prix, plus de 100 fois trop élevé.

Pour donner des ordres de grandeur, la consommation française de pétrole pour les transports est de l'ordre de 50 Mtep. Cela représente le volume d'une piscine carrée de 2m de profondeur et de 5 km de côté. Si l'on utilisait de l'hydrogène dans des piles à combustibles, il faudrait pour le produire par électrolyse environ 450 TWh d'électricité, soit plus de 60 réacteurs nucléaires de 1GW électrique ou 280000 éoliennes de 750 kW.

À moyen terme, les véhicules hybrides, c'est à dire utilisant à la fois un moteur thermique et un moteur électrique alimenté par des batteries rechargeables s'imposeront peu à peu car ils correspondent à l'évolution naturelle des véhicules à moteur thermique. Ils permet-

tront de réduire substantiellement les pollutions pour autant que l'on puisse recharger les batteries sur un réseau électrique où l'électricité est produite sans émission de gaz à effet de serre.

Compétitivité et respect de l'environnement

En l'absence de découvertes révolutionnant complètement le secteur, l'avenir énergétique se situe, en l'état actuel, dans les sources rejetant le minimum de gaz à effet de serre, tout en étant économiquement compétitives. Le nucléaire et les énergies renouvelables sont sans doute les meilleurs candidats pour la production d'électricité, l'un lorsqu'une grande puissance est requise, les autres dans le cas contraire et pour des habitats dispersés. Mis à part l'hydraulique, de gros progrès technologiques doivent néanmoins être faits pour diminuer le coût des énergies renouvelables car elles ne sont pas encore économiquement compétitives, sauf dans certains pays en voie de développement.

Les transports sont actuellement le gros problème à résoudre. Pour ceux-ci, l'hydrogène semble un vecteur énergétique prometteur. Il faudra toutefois produire cet hydrogène par des moyens ne contribuant pas à accroître l'effet de serre ce qui exclut les combustibles fossiles sauf si l'on est capable de séquestrer le CO2 produit. Les véhicules hybrides constitueront sans doute une étape intermédiaire nécessaire.

Toutes ces technologies ne nous dispensent pas de faire des économies d'énergie, c'est à dire de mieux utiliser celle-ci. Toutefois, ces dernières ne font que retarder, pour une dizaine d'années, la croissance des besoins en énergie. Il faut noter que les économies d'énergies, poussées dans leur paroxysme, peuvent demander de complètement changer nos habitudes de vie et profondément perturber l'économie. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, on consomme beaucoup moins d'énergie (et l'on pollue beaucoup moins) à regarder une cassette de vidéo d'un pays situé à l'autre bout du monde qu'en faisant le voyage pour s'y rendre et le visiter.

On peut également envisager, pour le long terme, d'autres sources d'énergie comme la fusion thermonucléaire mais celle-ci devra prouver, lorsqu'elle sera industriellement maîtrisée, qu'elle conduit à un coût du kWh compétitif par rapport aux autres sources d'énergie.

Les Principes au XIX^{ème} siècle

9^{ème} panneau de l'exposition (disponible à l'ADASTA) consacrée à Isaac Newton

Traduction de Mme Suzanne Gély

Suite aux numéros 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52 et 53 d'Auvergne-Sciences

Dans les premières années du XIX^{ème} siècle, les Principes de Newton, furent le texte central dans l'enseignement d'un étudiant en Mathématiques à l'Université de Cambridge. Tandis que les mathématiciens Britanniques utilisaient et enseignaient encore généralement la méthode newtonienne des fluxions, sur le continent l'analyse mathématique avait développé une méthode algébrique différente. Une nouvelle génération d'intellectuels de Cambridge arrivèrent à introduire cette méthode de calcul afin de promouvoir l'esprit des conceptions de Newton, plutôt que de suivre le texte dans ses détails.

Malgré cette importante altération dans la présentation, l'admiration pour Newton et son œuvre demeura inchangée. Par exemple, le célèbre astronome et mathématicien novateur, Sir John Herschel écrivait en 1830 que chacun de nous "devait s'incliner devant son génie et assigner avec vénération, au nom de Newton une place qui n'appartient à personne d'autre dans les annales de la Science" Un autre novateur de Cambridge, William Whewell, Professeur au vieux collègue de Newton, la Trinité écrivit, quelques années plus tard, plus spécialement sur la découverte de la gravitation universelle par Newton. Whewell salua la loi de la gravitation comme "la plus grande découverte scientifique jamais faite, que nous regardions le progrès qu'elle a entraîné, l'étendue de la vérité révélée ou la nature fondamentale et convaincante de cette vérité" Whewell croyait aussi que la méthode scientifique de Newton avait solidement introduit une nouvelle "époque inductive" dans laquelle les hommes pourraient découvrir les causes universelles de tout phénomène naturel.

PRINCIPIA IN THE 19TH CENTURY

In the opening years of the nineteenth century, Newton's Principia was the central text in the teaching of undergraduate, mathematics at the University of Cambridge. While British mathematicians generally still taught and used the Newtonian method of fluxions, mathematical analysis on the Continent had developed an alternative algebraic calculus. A new generation of Cambridge academics aimed to introduce this form of calculus in order to promote the spirit, rather than to follow the detailed manner, of Newton's achievements.

Despite this major alteration in presentation, admiration for Newton and his work remained undiminished. For example, the celebrated astronomer and mathematical reformer Sir John Herschel wrote in 1830 that all of us were 'compelled to bow before his genius, and to assign to the name of NEWTON a place in our veneration which belongs to no other in the annals of science'. Another Cambridge reformer, William Whewell, and Master of Newton's old college of Trinity, wrote more specifically a few years later on Newton's discovery of universal gravitation. Whewell hailed the law of gravity as 'the greatest scientific discovery ever made [whether] we look at the advance which it involved, the extent of the truth disclosed, or the fundamental and satisfactory nature of this truth'. Whewell also believed that Newton's scientific method had securely introduced a new 'inductive epoch', whereby men could discover the universal causes of all natural phenomena.

In addition to eulogizing his intellectual virtues, Whewell portrayed Newton as a moral being at once 'candid and humble, mild and good'. A similarly flattering view of Newton's character had been given by David Brewster in his popular Life of Sir Isaac Newton (1831). Brewster had spoken of Newton as 'the high priest of science', whose name had 'by general consent been placed at the head of those great men who have been the ornaments of their species'. This image was further reinforced by Brewster's monumental Memoirs of the life, writings, and discoveries of Sir Isaac Newton (1855).

Later generations of British mathematical physicists were not content, however, merely to play lip service 'to the spirit of Newton's work. Dissatisfied with the non-physical abstraction in such French treatises as Lagrange's Mécanique analytique, William Thomson (later Lord Kelvin) and Peter Guthrie Tait sought to restore Newton and his Principia to their rightful place at the core of natural philosophy.

In their Treatise on natural philosophy (1867), Thomson and Tait attempted this rehabilitation of the 'authentic' Newton. But now the fundamental Newtonian science was to be based, not on Newton's concept of force, but on the recently-formulated principle of energy conservation: 'the one great law of physical science'. Thomson and Tait achieved this reorientation of Newtonian dynamics by arguing that the energy principle was contained in Newton's third law, the action-reaction principle. Action was now to be read as the rate of performing work. Such was their devotion to the heroic image of Newton, that Thomson and his Scottish colleagues re-edited an unabridged form of the original Principia and published it in Scotland.

One Cambridge-educated reformer, however, did present a much less idolatrous view of Newton's genius. In his various essays (1846-55) on the life and work of Newton, Augustus de Morgan criticised Newton's biographers (notably Brewster) for ignoring the imperfections of his character, not least in his treatment of Leibniz and Flamsteed. But the heroic image of Newton faded little during the nineteenth century as a whole.

Written and compiled by C. S. Smith

En plus de louer ses vertus intellectuelles, Whewell décrivait Newton comme un être moral à la fois "candide et humble, doux et bon". Une opinion aussi flatteuse du caractère de Newton avait été donnée par David Brewster dans sa populaire Vie de Sir Isaac Newton (1831). Brewster parlait de Newton comme le grand prêtre de la science dont le nom a par un consentement général été placé à la tête de ces grands personnages qui ont été les bijoux de l'humanité. Cette image fut davantage renforcée par l'ouvrage monumental de Brewster Mémoires de la vie, des écrits et découvertes de Sir Isaac Newton (1855).

Les générations suivantes de physiciens mathématiciens n'étaient pas satisfaites, cependant, de faire hommage, seulement

du bout des lèvres à l'esprit de l'œuvre de Newton. Mécontents de l'abstraction non physique, comme dans le grand traité de la Mécanique analytique de Lagrange, William Thomson (plus tard Lord Kelvin) et Peter Guthrie Tait cherchèrent à ramener Newton et ses Principes dans leur vraie place au cœur de la physique : dans leur traité de Physique (1867). Thomson et Tait essayèrent cette réhabilitation de l'authentique Newton. Mais maintenant, la science fondamentale Newtonienne devait être basée, non sur le concept de force de Newton, mais sur le principe récemment formulé de la conservation de l'énergie la plus grande loi des sciences physiques. Thomson et Tait réalisèrent cette réorientation de la dynamique newtonienne en affirmant que le principe de l'énergie était contenu dans la troisième loi de Newton, le principe de l'action et de la réaction. L'action devait maintenant être considérée comme la contribution du travail accompli. Telle était la dévotion à l'image héroïque de Newton, que Thomson et ses collègues écossais rééditèrent une forme intégrale de l'original des Principes et la publièrent en Ecosse.

Un novateur enseignant de Cambridge cependant présenta une vue beaucoup moins idolâtre du génie de Newton. Dans ses différents essais (1846 - 1855) sur la vie et l'œuvre de Newton, Auguste de Morgan critiquait les biographes de Newton (principalement Brewster) d'ignorer les imperfections de son caractère dont surtout son traitement de Leibniz et Flamsted ne fut pas la moindre (imperfection). Mais dans l'ensemble l'image héroïque de Newton pâlit peu durant le XIX^{ème} siècle.

Les mines de plomb argentifère de la région de Pontgibaud (Puy-de-Dôme)

Jean-Pierre CARROUE - Juillet 2001

Cadre géologique, historique, origine de la minéralisation

Les roches les plus fréquentes de la région de Pontgibaud sont des **roches métamorphiques**, micaschistes, gneiss et migmatites et des **granites**. Au-dessus de ce socle affleurent des **roches éruptives** : les "laves et projections basaltiques" qui constituent les puys de la Chaîne de la Sioule et de la "Petite Chaîne des Puys" (Puys de Banson, de Neuffont, de Chaluset, coulée de Roure). Les coulées de la Chaîne des Puys, les "cheires" des Puys de Côme et de Louchadière, sont léchées à leur extrémité par la Sioule dont elles avaient primitivement barré le lit pour former un grand lac en amont de Pontgibaud.

Des **sables et argiles** occupent le petit bassin d'Olby.

L'histoire géologique de la région se résume comme suit :

- dès le **Cambrien**, il y a 500 millions d'années, des roches sédimentaires et volcaniques s'accumulent sur la "croûte continentale",
- pendant le **Dévonien**, entre - 350 et - 400 m.a., se manifeste le plissement hercynien au cours duquel seront "métamorphosées" les roches précédentes ; le terme métamorphique ultime sera injecté à travers l'ensemble : le granite de Claveix,
- au **Viséen supérieur**, milieu du Carbonifère, vers - 330 m.a., se mettent en place le **granite de Gelles** puis des microgranites filoniens. Un volcanisme intensif se manifeste : accumulation de "**tufs rhyolitiques**",
- un peu plus tard, le **Stéphanien** est marqué par le dépôt de schistes et grès à intercalations de couches de charbon. Les "**bassins houillers**" ainsi formés (MESSEIX, PUY-ST GULMIER pour les plus proches) seront ensuite plissés

sous l'effet de compressions latérales, à la faveur du jeu d'une grande faille régionale, le "**sillon houiller**" ; sous l'effet conjugué de celui-ci et d'une autre faille régionale, la "**faille de Saint-Sauves**", hors du périmètre décrit, de nombreuses fractures nord-sud vont s'ouvrir, dans lesquelles vont circuler les solutions hydrothermales porteuses de la minéralisation du "**faisceau de Pontgibaud**".

- les **minéralisations les plus chaudes**, mises en place les premières et liées sans nul doute à la propre mise en place du granite de Gelles, sont les **filons à mispickel** (arsenic), **wolframite** (tungstène) et **cassitérite** (étain).
- les minéralisations de **température moyenne**, les plus abondantes, sont représentées par les **filons de galène argentifère** exploités à Pontgibaud, accompagnés de pyrite,
- plus tard, au début du **Secondaire**, vers -195 m.a. comme dans tout le Massif Central, se mettent en place les **minéralisations froides** que sont les filons de **fluorine et barytine** du secteur de Martinèche, dans le prolongement nord à nord-ouest du faisceau filonien de Pontgibaud.
- après érosion des massifs hercyniens, les phénomènes les plus notables seront la formation du bassin éo-oligocène d'Olby (- 35 m.a.) puis l'érection des édifices volcaniques : Chaîne de la Sioule au **Pliocène** (- 2 à - 5 m.a.), Petite Chaîne des Puys au **Pléistocène**, Chaîne des Puys, élaborée entre -70 000 et -6 000 ans, (A. de Goër et al, 1991).

Pourquoi du plomb et de l'argent à Pontgibaud ?

Un rappel de chimie et de minéralogie serait nécessaire... mais disons simplement que la forme ionique du plomb dans les profondeurs de l'écorce terrestre a une forte affinité pour l'oxygène et a un diamètre comparable à celui de l'ion potassium. Le plomb peut ainsi se

substituer au potassium dans les édifices minéraux oxygénés du magma que sont les feldspaths potassiques ou autrement dit l'orthose, un des constituants du granite de Gelles. Les travaux récents de E. MARCOUX (1985) ont de plus montré la concordance des compositions isotopiques des galènes de Pontgibaud et du granite de Gelles établies pour un âge de 250 m.a.

Le granite de Gelles apparaît donc comme la source profonde du plomb qui sera entraîné par les solutions hydrothermales pour venir occuper les fractures ouvertes dès la fin de l'orogénèse hercynienne, contemporaine de l'ouverture de l'Atlantique. Les filons de galène auraient ainsi un âge compris entre -250 m.a. et -195 m.a., âge mesuré sur les filons de fluorine, les plus « froids », les derniers mis en place. Quant à l'argent, il est en grande partie "piégé" dans la maille des cristaux de galène, comme dans une solution solide.

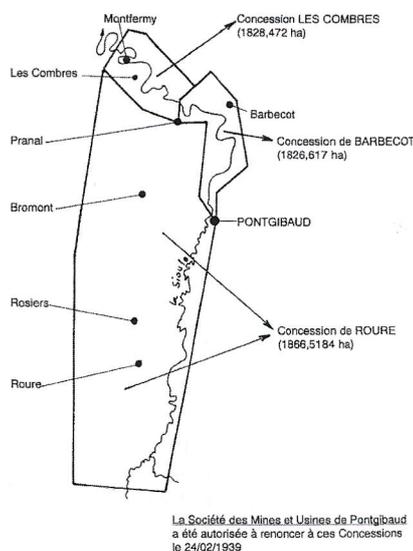
Les travaux miniers

Les plus anciens sont attribués aux Gallo-Romains par A. Daubrée (1881) qui relate la découverte de médailles et de lampes à huile en argile dans les anciens travaux sur le filon Saint-Denis à Roziers (ou aux Rosiers), objets identiques à ceux récupérés dans les exploitations d'or gallo-romaines du Limousin. Les galeries de recherche sur le "filon rouge", plus à l'Ouest, étroites et voûtées, taillées à la pointerolle, remonteraient à la même époque.

Bien que mention soit faite de l'existence de "plomberies" à Pontgibaud dans des chartes diverses plus anciennes, les "**lettres patentes**" d'Henri II donnant au Seigneur de La Fayette l'autorisation de "fouiller les mines" de Barbecot, les Combes et Roure... sont le premier document consacré à l'activité minière régionale. Des travaux un peu plus conséquents sont entrepris au **XVIII^{ème} Siècle** sur les

mêmes sites ; la faible durée des contrats d'affermage, les problèmes d'exhaure, de ventilation puis les troubles de la Révolution française contraignent à la cession des activités. Les travaux reprennent de façon sérieuse vers **1826** sur les sites de Pranal, Barbecot et Roure-Rosiers. Le régime juridique nouveau des recherches minières n'en est pas le moindre moteur : c'est en effet l'attribution des **concessions exclusives** de recherche et d'exploitation des **Combres, de Barbecot et de Roure**, qui va permettre l'entreprise de travaux de grande extension et de longue durée. La première société constituée sous ce nouveau régime est créée par M. de Moré, Comte de Pontgibaud, associé plus tard à M. Pallu.

La destruction accidentelle des installations de Barbecot et Pranal par les crues de la Sioule en 1844 et 1845 va amener à concentrer les activités dans la concession de Roure.



La Société des Mines et Usines de Pontgibaud a été autorisée à renoncer à ces Concessions le 24/02/1939

Plan des concessions

A partir de **1853**, l'ingénieur anglais **Richard TAYLOR** créateur de la "**Société Anonyme des Mines et Usines de Pontgibaud**" fera connaître au district son essor maximal. L'exploitation sera poursuivie de façon continue jusqu'en 1897 et aura porté pour l'essentiel sur la concession de Roure (Sièges de Roure, Rosiers, la Grange, Mioche, Brousse) mais aussi sur la concession des Combres avec la découverte de nouveaux filons à Pranal. **La production totale du district de Pontgibaud, issue pour l'essentiel des travaux réalisés entre 1850 et 1897, se monte à 50 000 tonnes de plomb-métal et 100 tonnes d'argent**, tirées d'un minerai titrant en moyenne 5% en plomb et 2 kg d'argent par tonne de plomb (ainsi s'exprimait la teneur en

argent d'un minerai de plomb) soit encore 100 grammes d'argent contenu par tonne de minerai tout-venant. Aux cours de l'époque, les bénéfices tirés de la production d'argent équivalaient à ceux tirés du plomb, Pontgibaud pouvait être considérée comme une mine d'argent tout autant que de plomb.

L'obtention de cette production a nécessité le fonçage de **68,5 kilomètres de galeries et 2 908 mètres de puits** et la réalisation de travaux d'infrastructure remarquables : creusement du **canal des eaux motrices, long de 2800 m**, qui amenait les eaux de la Sioule sur les sites de production de Barbecot et de Pranal pour alimenter les roues à aubes entraînant pompes, ventilateurs, machines d'extraction, bocards...

Les réserves connues étant épuisées, des galeries de recherche furent attaquées sur nombre d'affleurements quartzo-pyriteux, indices de gisements éventuels ; le résultat fut, décevant. L'étude géologique et métallogénique du secteur montrera plus tard que ces recherches ont pour la plupart porté sur des filons "chauds", à pyrite, mispickel et éventuellement wolframite... contexte qui amènera dans les années 1980 à la prospection systématique de l'or par de nombreuses sociétés. Ce sera en particulier le cas de COGEMA après cessation de ses recherches d'uranium.

La fusion avec Couëron

Au cours des dernières années de production, la Société Anonyme des Mines et Usines de Pontgibaud a pris le contrôle des fonderies et laminoirs de Couëron en Loire-Atlantique. Témoin spectaculaire de cette activité encore visible à Couëron : la Tour à Plomb.

La construction de la Tour, destinée à la fabrication du plomb de chasse - plomb à giboyer -, a été terminée en juillet 1878. Sa hauteur est de 70 m. C'est le seul édifice parmi les bâtiments industriels du XIX^{ème} siècle à porter des éléments à but purement décoratif. Elle est classé monument historique depuis février 1993. Le plomb s'écoulait du haut de la tour au travers d'une grille calibrée permettant d'obtenir aussi bien du plomb pour la bécassine que pour le canard.

Recherches récentes :

Dans le cadre de "l'Inventaire du sous-sol métropolitain" qui lui était confié par l'État, le **Bureau des Recherches Géologiques et Minières** a repris l'étude du "faisceau de Pontgibaud" : les résultats des prospections géochimiques et géophysiques effectuées ont justifié la réalisation de **sondages profonds sous un indice neuf, les Peyrouses**.

La même campagne de travaux a été mise à profit pour reconnaître la **continuité des filons de Roure bien au-dessous de la tranche exploitée**. La minéralisation en plomb et argent rencontrée aux Peyrouses et à Roure à des profondeurs respectives de 250 et 500 mètres se présente sous la même forme que dans les zones exploitées mais ne présente aucun intérêt économique.

La place de Pontgibaud parmi les gisements français :

La mine des **Malines** a fermé ses portes en 1992 après avoir été **la plus grosse mine française de plomb-zinc**, avec 100 000 t Pb, 600 000 t Zn...

Largentière a produit 250 000 t Pb, 46 000 t Zn et 477 t Ag. Il s'agissait dans les deux cas de gisements stratiformes installés dans les horizons de base de la série sédimentaire secondaire en bordure sud-orientale du Massif Central.

Pierrefitte, amas dans les niveaux inférieurs du Primaire des Pyrénées-Atlantiques, a produit 100 000 t Pb, 180 000 t Zn et 150 t Ag.

Parmi les mines ouvertes dans des filons, comme c'est le cas pour Pontgibaud, il faut citer :

- dans le Massif armoricain : **Pontpéan**, la plus productive, (155 000 t Pb, 30 000 t Zn, 232 t Ag) et l'ensemble formé par **Huelgoat et Poullaouen** (50 000 t Pb, 30 t Ag),

- dans les Vosges : **Ste-Marie-aux-Mines** (100 000 t Pb, 240 t Ag) et **La Croix-aux-Mines** (80 000 t Pb, 100 t Ag). Par son histoire, par la multitude des filons explorés ou exploités et bien que la production des mines vosgiennes soit plus élevée, c'est bien à ces deux districts que doit être comparé celui de Pontgibaud.

- dans le Massif Central : les mines de la **concession de Saint-Julien-Molin-Molette**, en Ardèche (10 000 t Pb), de la **concession de Saint-Martin-la-Sauveté**, aux confins de l'Allier et de la Loire (9 000 t Pb, 9 t Ag), exploitées antérieurement au XIX^{ème} siècle.

La petite mine **d'Auzelles**, à 60 km à l'ESE de Pontgibaud, reprise par la Compagnie de Pontgibaud entre 1890 et 1901 a produit 6 000 t Pb et 6 t Ag ; **Villevielle (La Goutelle)** à 8 km à l'Ouest de Pontgibaud a fourni moins de 1 000 tonnes de plomb entre 1868 et 1898.

La plupart des mines "filoniennes" citées ne seraient pas exploitables dans les conditions actuelles en raison de leur taille et du cours des métaux. Pour reprendre l'exemple de Pontgibaud, on remarquera que

la production globale est en réalité la somme des productions de plusieurs sièges, plusieurs filons (Pranal, Brousse, Mioche, La Grange, Rosiers, Roure), le minerai "exploitable" n'occupant lui-même que des lentilles de tonnage limité réparties de façon très irrégulière dans le sens de l'allongement et de la hauteur des filons.

L'association "La Route des Mines Dômes - Combrailles en Auvergne" a été déclarée en préfecture le 12 janvier 1990.

L'association "La Route des mines Dômes - Combrailles en Auvergne" a été créée le 10 janvier 1990, à l'initiative d'une équipe de passionnés groupés autour du Dr. Jacques MERCIER.

Ses buts : l'inventaire, la recherche ainsi que la valorisation touristique et pédagogique des sites à caractère minier ou métallurgique.

Son activité s'est jusqu'à ce jour limitée aux seuls gisements exploités à l'intérieur des anciennes concessions de Roure et de Barbecot, l'essentiel de ce qui constituait "les mines de Pontgibaud".

Le "musée de la mine", installé dans les communs du "Château-Dauphin" avec l'aide des propriétaires M. et M^{me} de GERMINY a été inauguré le samedi 29 mai 1993. Cadre géologique, historique, méthodes d'exploitation et de traitement du minerai... sont clairement exposés sur des tableaux muraux. Des maquettes font comprendre le fonctionnement des pompes qui vidaient l'eau des puits, des bocards qui écrasaient le minerai... Des lampes de mine, pointerolles et autres outils d'époque sont exposés, ainsi que des échantillons de minerai.

Au fond d'une galerie boisée de quelques mètres, aménagée en mars 2000, le front de taille réalisé avec des roches et minéraux locaux montre clairement ce qu'est un filon minéralisé.

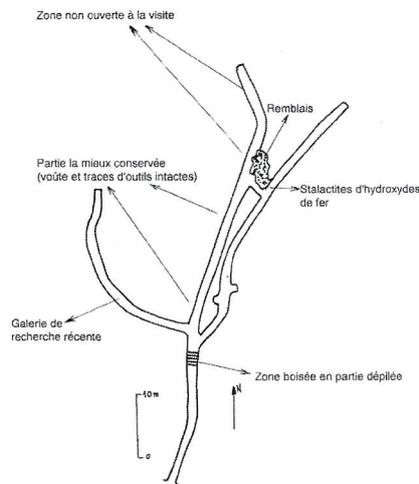
Des améliorations sont apportées chaque année pour mieux faire revivre le passé minier. C'est ainsi qu'au cours de l'été 2001 a été installée une «vidéo», à partir d'un film réalisé par la station de télévision locale «Clermont-Première».

Les horaires d'ouverture du musée sont ceux du Château-Dauphin, les samedi, dimanche et jours fériés, après-midi, de Pâques à Toussaint, tous les jours sauf le lundi, du 1 juillet au 31 août. Les groupes sont reçus toute l'année, sur rendez-vous (tél. Château - Dauphin 04 73 88 73 99).

Depuis 1993, des excursions sur le terrain sont organisées soit les mercredi et samedi après-midi de juillet-août (inscription et départ de l'Office du tourisme

de Pontgibaud à 14 h 30), soit sur rendez-vous pour des groupes de 20 personnes (écrire au siège de l'association ou à l'Office du tourisme, tél. 04 73 88 90 99).

Sur le site de Rosiers, une galerie de recherche remontant à l'époque gauloise est ouverte à la visite guidée.



Galerie gauloise dite du "Puits du Berger" sur le "filon rouge"

On y observe les traces laissées par l'outil utilisé, la pointerolle. Anciens puits, entrées de galerie montrant un filon en place, déblais avec quelques échantillons de minerai, stériles de laverie... complètent la visite.

Au pied du village de Roure, le "circuit des puits", circuit pédestre fléché, fait découvrir les sites de l'ancienne exploitation.

Le site de Barbecot, sur la route de Pontgibaud à Montfermy est en voie d'aménagement. Une eau ferrugineuse déborde de l'ancien puits de mine et bouillonne sous l'effet d'un fort dégagement de gaz carbonique, issu des chambres magmatiques profondes et circulant à travers le réseau de fractures (un panneau explicatif a été mis en place en mai 2001). Les arcatures en maçonnerie qui entouraient les roues à aubes sont en partie conservées, le "canal des eaux motrices", bief qui amenait ici les eaux de la Sioule se devine dans la végétation. Sur la rive droite, un important tas de "sables blancs" témoigne de l'ancienne laverie de minerai.

Les fouilles menées sur ce site en 2000 par les archéologues en ont profondément modifié l'aspect, on attend la reprise des investigations et la remise en état !

Plus en aval, une galerie de recherche a été dégagée et nettoyée et montre un mince filon de barytine et galène, observation rare dans les vieilles mines !

Le canal des eaux, en partie souterrain, est accessible sur une bonne longueur...

en attendant d'atteindre Pranal, objet de futurs travaux de réhabilitation.

L'association finance ces travaux sur ses propres ressources, pour l'essentiel cotisation de ses membres et produit des visites nécessairement payantes. Municipalités locales, Conseil général et Syndicat Mixte d'Aménagement et de Développement des Combrailles apportent un complément apprécié.

Un projet d'aménagement conséquent de l'ensemble Barbecot-Pranal est envisagé par le syndicat SIVULCANIA, soucieux de retenir plus longtemps dans le secteur les visiteurs de VULCANIA. L'association en est bien sûr partie prenante.

Jean-Pierre CARROUE

Ancien géologue au B.R.G.M.
Vice-Président de "La Route des mines"

Bibliographie :

- BESSE A., Le CHAPELAIN J.R. (1981) - Le prospect des Peyrouses-Roure - Rapport BRGM DL Clermont n° 326
- BOULADON J., PERICHAUD J.J., PICOT P., SAINFELD P. (1964) - Le faisceau filonien de Pontgibaud (Puy-de-Dôme) - Bulletin du BRGM n°1
- CARROUE J.P. (1959 a) - Anciens travaux de recherches et exploitations sur l'axe plombifère La Brugère-Auzelles-Montnebourg (Puy-de-Dôme) - Rapport BRGM R4021
- COULON J.Jacques - Sur les traces des mineurs des bords de la Sioule : réminiscences d'antan et rêveries d'aujourd'hui - Fascicule édité par l'association.
- COUTURIE Jean-Pierre - Techniques minières et métallurgiques utilisées dans les anciennes mines de plomb argentifère de Pontgibaud (Puy-de-Dôme) - Fascicule édité par l'association.
- de GOËR A. et CAMUS G. (1991) - Volcanologie de la Chaîne des Puys - Production du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne
- HOTTIN A.M. et al (1989) - Notice explicative de la feuille Pontgibaud - Carte géologique de la France à 1/500 000
- MARCOUX E. et PICOT P. (1985) - Les minéralisations de Pontgibaud : une approche complémentaire par la géochimie isotopique du plomb et les paragenèses - Chronique de la Recherche Minière - déc. 1985 - n° 481
- MELOUX J. (1977-1985) - Carte des Gîtes minéraux de la France à l'échelle 1/500 000 (8 feuilles) - Publiée par le BRGM
- NEGRONI J.M. (1981) - Le district de Pontgibaud, cadre géologique, évolution structurale et métallogénique - Thèse 3^{ème} cycle, Université de Clermont-Ferrand

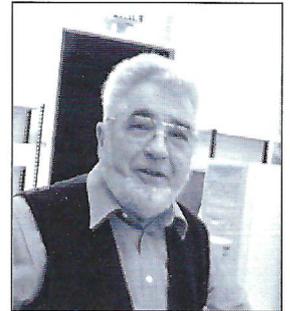
Le 3 avril 2001, sous la conduite de Jean-Pierre Carroué, une trentaine de sociétaires de l'ADASTA ont visité les sites de Rozières et le musée de la mine au Château-Dauphin, une occasion aussi d'apprécier la cuisine de l'Hôtel de La Poste à Pontgibaud.

Le soufre, de la terre... à la vigne

Sur le thème du soufre,
la journée du 23 octobre 2002 en Beaujolais
et sur une ancienne mine de la région lyonnaise

Jean-Pierre CARROUÉ

Ancien géologue au B.R.G.M.



La sortie s'est faite en car sous un ciel maussade mais les 24 participants semblent s'en être satisfaits. Le site retenu était celui des anciennes mines de pyrite de SAIN BEL sur la RN89 peu avant l'Arbresle (Rhône).

L'itinéraire suivi à l'aller, autoroute A75 puis RN89, traverse des unités géographiques et géologiques variées, qui ont fait l'objet des commentaires de Jean-Pierre CARROUÉ, géologue, ancien ingénieur au Bureau de Recherches Géologiques et Minières qui a conduit la prospection de cette région :

- de Clermont-Ferrand aux approches de Thiers : la plaine tertiaire de Limagne surmontée localement de petits volcans également tertiaires (oligocènes ou plus récents, miocènes)
- à partir de Thiers, le Massif du Forez avec des granites datés à 330 Millions d'années, donc du Viséen supérieur, mis en place lors de l'orogénie hercynienne
- à partir du Col de Cervières, un ensemble de roches plus anciennes encore, du Dévonien au Carbonifère inférieur, qui forme le "bassin de Saint-Just-en-Chevalet" et se prolonge vers le Nord-Est jusque dans le Haut-Beaujolais : ce sont des roches volcaniques, tufs (produits d'explosions) et coulées, aujourd'hui difficiles à individualiser, mais aussi des

intercalations sédimentaires et en particulier des calcaires métamorphisés en cipolins, le tout traversé ou enveloppé par des intrusions de microgranite. La tranchée de l'autoroute montre ainsi une alternance de bancs sombres (le matériel volcanique) et rouges (le microgranite).

Dans ces formations sont connues des minéralisations, objets de recherche ou d'exploitation depuis le Moyen-Age jusqu'au XIX^{ème} siècle. Le brouillard qui sévissait entre les sorties de Noirétable et de Saint-Germain-Laval ne nous a pas permis de repérer les déblais des anciennes mines de plomb argentifère de Champoly, à droite et de Juré, à gauche. Le parc du château de Contenson, aperçu un peu en avant de Saint-Just-en-Chevalet, est traversé par un filon de fluorine...

Le bassin de Saint-Just-en-Chevalet a été le siège de recherches plus récentes pour y retrouver d'éventuels "amas sulfurés", thème que nous aborderons plus loin.

Après la traversée de la Limagne de Loire a été atteint un nouvel ensemble granitique et métamorphique : les Monts de Tarare, vers le Nord, les Monts du Lyonnais, vers le Sud, séparés par les formations "volcano-sédimentaires dévoniennes" de la "série de la Brévenne", du nom de la rivière qui la longe.

La série de la Brévenne

Cette formation complexe est surtout caractérisée par un volcanisme bimodal, c'est-à-dire tantôt "acide", des rhyolites, roches volcaniques à quartz et à feldspath sodique, tantôt "basique", des basaltes... quelquefois sous-marins, ainsi que l'indique la présence de "pillow-lavas" ou "laves en coussinets" comme nous les avons vues entre L'Arbresle et le Pont de Dorieux. Ces formations, horizontales lors de leur dépôt, se sont ultérieurement déformées lors de l'orogénie hercynienne et fortement redressées.

Ces terrains volcano-sédimentaires présentent un grand intérêt économique. Ils renferment en effet des "amas sulfurés" déposés dans le fond des océans par ce que l'on peut assimiler à des fumerolles qui se dégageaient pendant les périodes d'accalmie.

L'amas sulfuré de SAIN BEL, découvert au XIX^{ème} siècle et exploité jusqu'en 1972, a produit 20 Millions de tonnes de pyrite, sulfure de fer, qui sont à l'origine du développement de l'industrie chimique dans la région lyonnaise et accessoirement 500 tonnes de cuivre. On notera que la pyrite n'est pas un minerai de fer mais était le minerai de soufre avant que celui-ci soit récupéré dans le gaz de Lacq.

L'amas de CHESSEY, plus cuprifère, a été exploité dès le XV^{ème} siècle sous

MUSÉE DE LA MINE

SAINT-PIERRE-LA-PALUD



l'impulsion de Jacques Cœur et jusque vers le milieu du XIX^{ème} siècle, époque de la découverte de la "mine bleue", minéralisation carbonatée issue du lessivage de la lentille de sulfures le long d'une faille la mettant en contact avec la série sédimentaire. Le minerai de la "mine bleue", l'azurite, carbonate hydraté de cuivre, est célèbre par sa variété locale, la chessylite, dont on a vu de beaux échantillons au musée.

Le gisement de CHESSEY a fait l'objet de nouvelles recherches par le B.R.G.M. dans les années 1980. Un amas insoupçonné, totalement vierge de travaux, a été découvert, dont les réserves se montent à 5 Millions de tonnes de minerai à 2,31% de cuivre et 9,02% de zinc, alors que la production passée ne dépasse pas quelques milliers de tonnes de métal. Les conditions économiques actuelles n'en ont pas permis la mise en exploitation !

Le musée de SAINT-PIERRE-LA-PALUD, réalisation de l'association "Les Amis de la Mine" nous a fait revivre l'exploitation du gisement de Sain Bel par la présentation d'échantillons minéralogiques, d'outils, de maquettes, de plans et schémas... Une galerie reconstituée nous a mis (!) dans les conditions du tra-

vail de la mine, depuis l'époque de la traction des wagonnets ou berlines par les chevaux jusqu'à celle du marinage (évacuation des roches abattues) entièrement mécanisé.

Les mines de pyrite avaient des caractéristiques propres, que l'on ne retrouvait pas dans les houillères par exemple : une forte acidité des eaux, responsable de la rouille prématurée du matériel, la conductibilité du minerai qui entravait l'électrification du fond et contraignait à l'utilisation des batteries d'accumulateurs. La gangue quartzreuse du minerai entraînait le développement de la silicose chez les mineurs.

Le temps nous a manqué pour admirer la remarquable collection minéralogique présentée. Au programme était initialement prévue une incursion dans l'ancienne carrière "Saint-Antoine" où affleure la lentille coiffée par un "chapeau de fer"... Un mauvais repérage des lieux après modification de la circulation des poids lourds dans Saint-Pierre-La-Palud, l'heure déjà avancée... nous ont conduits à prendre la route du restaurant. Le car a tout de même ralenti pour nous permettre d'identifier les "pillow-lavas" annoncés.

Un restaurant réputé de... LOZANNE, "Les Marronniers",

nous a accueillis. Après un apéritif au choix de chacun, kir, sangria... nous avons apprécié le saumon mariné au gros sel, vinaigrette, huile de sésame (ouvre l'appétit ?) et Xérès... la pièce de bœuf rôtie... le fromage et les desserts maison, le tout arrosé de Beaujolais blanc (oui !) et de "haute vigne", suivi du café.

Dans la cave d'un propriétaire ami, au "vignoble CHARMET", à la Ronze, commune du BREUIL, une des plus au Sud du Beaujolais, nous avons religieusement écouté un remarquable exposé sur la viticulture et la vinification en général et dans le Beaujolais en particulier, tout cela parce que nous voulions connaître le rôle et les destinées du soufre, roi de la journée.

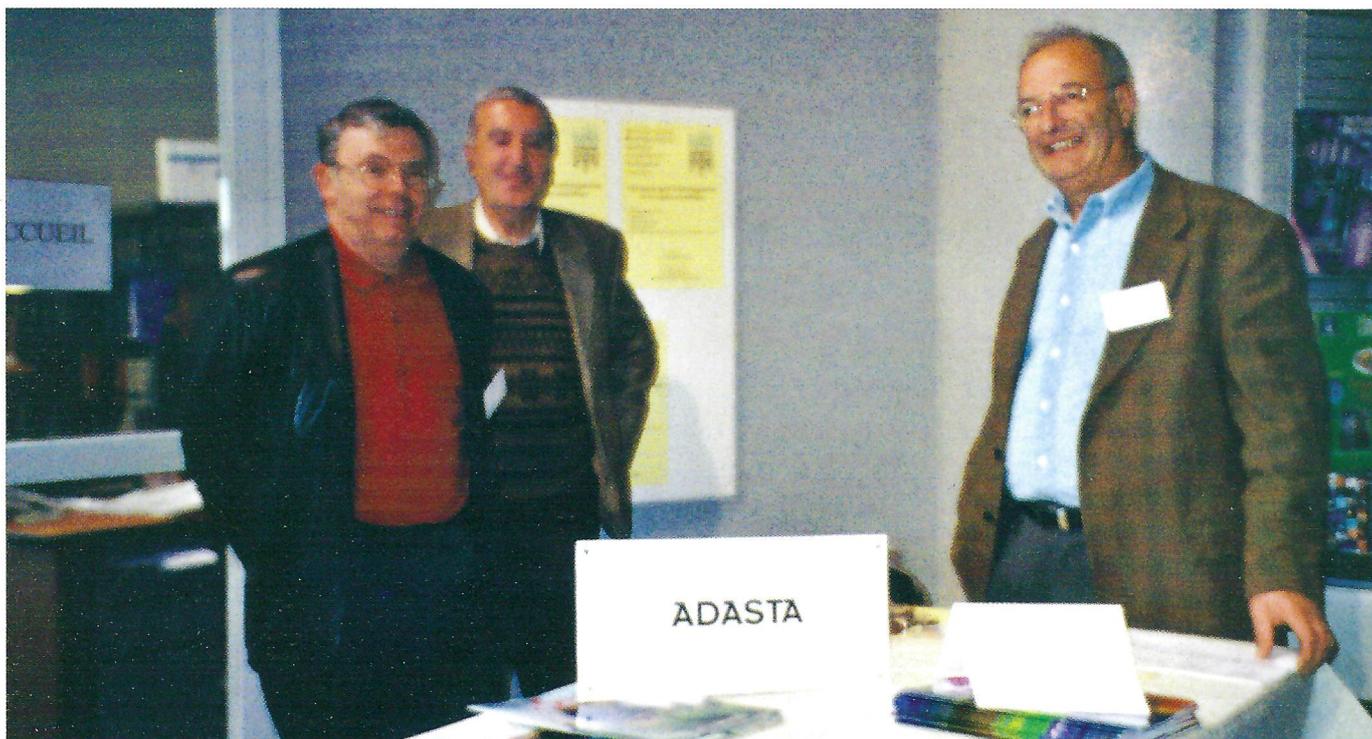
Une agréable séance de dégustation gratuite a suivi, tous avons apprécié le rouge de la Cuvée du centenaire (du vignoble), le blanc, le rosé... Les Auvergnats ne sont pas ingrats, chacun est parti avec son carton, mon ami viticulteur a dû y trouver son compte, je pourrai vous ramener.

Ramener, c'était la mission de Christian, notre sobre chauffeur, qui nous a promenés dans les petites routes des Monts de TARARE que peu connaissaient.

Participation de l'ADASTA aux journées nationales de l'Union des Physiciens

26, 27, 28 et 29 Octobre 2002

Marcelle PROFIT



*Stand de l'ADASTA aux 50^{èmes} journées Nationales de l'UDP
De gauche à droite Roland Fustier président du Bureau académique de l'UDP, André Profit trésorier de l'ADASTA
et Jean-Claude Capelani, président de l'ADASTA.*

Les 50^{èmes} Journées de l'Union des Physiciens ont eu lieu cette année à Clermont-Ferrand les 26, 27, 28 et 29 Octobre. L'A.D.A.S.T.A. a apporté son soutien au Bureau Régional de l'U.D.P. pour l'organisation de ces journées :

- parmi les activités proposées le lundi 28 Octobre à l'I.F.M.A., l'A.D.A.S.T.A. a présenté un atelier sur " La mesure de la température ", animé par Jean FAU (Union des Ingénieurs et des Scientifiques d'Auvergne (U.R.I.S.A.)). Le stand de l'A.D.A.S.T.A. tenu par Marcelle et André PROFIT a été largement visité.

- le livret " Historique des Journées Nationales de l'U.D.P. à l'occasion de leur cinquantenaire ", réalisé par Nathalie ANDRÉOLETTI et Marcelle PROFIT, membres de l'A.D.A.S.T.A., a été distribué à chaque congressiste.

- durant ces journées, 9 panneaux réalisés par Nathalie ANDRÉOLETTI et Marcelle PROFIT sur le thème "Souvenirs de quelques Journées Nationales de l'Union des Physiciens" ont été exposés à Gerzat, à la salle Le Galion où les congressistes ont pris leurs repas et où a eu lieu le banquet du dimanche soir auquel a assisté Monsieur le Recteur de

l'Académie de Clermont-Ferrand. A la fin de ces manifestations, ces panneaux ont été remis aux membres du Bureau Régional de l'U.D.P. de Strasbourg afin de continuer à être utilisés et complétés pour les prochaines Journées Nationales qui se tiendront l'an prochain à Strasbourg.

Durant les deux jours précédant ces manifestations, l'A.D.A.S.T.A. a offert l'hospitalité aux membres de la Commission "Base de données – BUP" de l'Union des Physiciens afin qu'ils puissent poursuivre leurs travaux.

Les jeunes pousses

Au cours du mois d'octobre "les jeunes pousses" ont du faire face à un calendrier très chargé.

5 et 6 octobre :
forum des Associations
à Polydôme.

16 et 17 octobre :
fête de la science
au centre Jaude.

25 octobre :
animation de quartier
à la Glacière.



A chaque séance "les jeunes pousses" ont capté l'attention des enfants mais aussi celle des adultes en réalisant quelques expériences simples qu'ils maîtrisent parfaitement :

- rien de plus facile que de retourner un verre plein d'eau sur une feuille de papier. Certains enfants tiennent plusieurs minutes à la grande joie de leurs camarades et des spectateurs.
- toujours aussi aisé de transpercer un ballon avec une aiguille à tricoter sans que celui-ci n'éclate ni se dégonfle. Magique non ? ?

En plus de ces animations exceptionnelles "les jeunes pousses" ont repris leurs activités régulières.

Courageusement, malgré le temps maussade et pluvieux, le **9 octobre**, les enfants sont allés sur le plateau de la Serre. Les animateurs de la ligue de protection des oiseaux (LPO) par le biais de jeux leur ont fait vivre quelques situations que subissent les oiseaux au cours de leur long et difficile parcours vers les pays lointains. Les jeunes ont eu connaissance des migrateurs qui traversent l'Auvergne en automne et au printemps. Les enfants sont rentrés chez eux avec des vêtements boueux, mais ils avaient passé un bon après midi tout en ayant acquis des connaissances ornithologiques.

Le **6 novembre** "10 nouveaux" sont arrivés à l'A.D.A.S.T.A., ils n'ont eu aucun mal à s'intégrer avec les anciens et ont étonné les animateurs

par leur motivation et la facilité avec laquelle ils ont réalisé les activités scientifiques proposées.

Assurément, ce sont de "bonnes graines".

Le **13 novembre**, la chaîne de télévision Clermont 1ère est venue à l'A.D.A.S.T.A. réaliser un reportage. Mis en confiance par la gentillesse de

l'équipe de tournage, c'est avec joie et sans beaucoup de trac que "les jeunes pousses" ont répondu aux questions du journaliste et montré leur "savoir faire".

Dans le souci de diversifier les sujets proposés et afin d'utiliser les ressources scientifiques des musées et des salles d'exposition de la ville, le prochain rendez-vous des "jeunes pousses" aura lieu le **4 décembre** au musée Lecoq.

Les animateurs de l'A.D.A.S.T.A. ont mis au point une visite ludique du musée et de sa très intéressante exposition "l'ADN en révolution, un outil au cœur du vivant".

A suivre...pour de prochaines aventures scientifiques des "jeunes pousses".

Pierrette TOURREIX

Adhésions et Abonnements

Adhésions à titre individuel.....26€
Adhésions à titre collectif.....80€

L'adhésion annuelle donne droit à 3 revues Auvergne-Sciences et leurs suppléments pédagogiques, aux conférences et visites d'entreprises, à des réductions sur les locations et les achats.

Permanences :

Lundi	:	14 h - 18 h
Mardi	:	8 h - 12 h 14 h - 17 h
Mercredi	:	8 h - 12 h 14 h - 18 h
Jeudi	:	8 h - 12 h 14 h - 17 h
Vendredi	:	8 h - 12 h

Adressez le courrier à

**ADASTA, 19, rue de Bien-Assis
63100 Clermont-Ferrand
Tél. 04 73 92 12 24
Fax 04 73 92 11 04**

E-mail : adasta@wanadoo.fr

Site internet :

<http://perso.wanadoo.fr/adasta>

Dépôt légal novembre 2002
N° ISSN - 1166-5904

