

# AUVERGNE

N° 71 - JUIN 2009

# Sciences

LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA VIE  
LE CERVEAU ET LA NEUROCHIRURGIE EN 2008  
TÉMOIGNAGES  
EFFORT DE MICHELIN SUR L'ENVIRONNEMENT  
LES LICHENS  
LES ÉNERGIES DANS L'ÎLE DE LA RÉUNION



## Revue de l'ADASTA

(Association pour le Développement de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne)

avec la participation du

## Conseil Scientifique SERTILLANGES

# EDITORIAL



L'histoire des sciences fait état de nombreuses phrases prononcées par des savants de talent et qui sont restées célèbres. Louis Pasteur par exemple, dont la notoriété dépasse le cadre étroit de nos frontières hexagonales disait « il n'y a pas la recherche et la recherche appliquée, il y a la recherche et ses applications ».

Reconnaissons en effet que le présent numéro d'Auvergne-Sciences nous entraîne vers d'extraordinaires applications médicales et chirurgicales concernant le cerveau et la neurochirurgie. (cf. l'article du Pr. Jean Chazal). Même un non-spécialiste, dès lors qu'il s'intéresse au fonctionnement cérébral, trouvera matière à réflexion devant les photos et les appareillages de pointe nécessaires à de telles études.

Mieux connaître le cerveau, c'est mieux se connaître, et agir sur lui c'est un peu agir sur notre identité. Mais les scientifiques sont modestes : conscients de leurs limites, ils sont les premiers à affirmer ne rien savoir quant à l'intime fonctionnement du cerveau humain.

*Ceci est vrai aujourd'hui, mais demain ?*

Apparaîtront alors ces questions d'ordre éthique qui viennent tout naturellement à l'esprit : le progrès ne s'arrêtant pas, l'étendue des connaissances ne nous entraînera-t-elle pas un jour vers la possibilité d'un remodelage des connexions synaptiques, propice à une action directe de l'Homme sur son propre cerveau.

*Jusqu'où pouvons-nous aller, mais surtout, jusqu'où devons-nous aller ?*

Ce n° 71 est complété par une étude sur certaines associations symbiotiques et mutualistes très fréquentes dans la nature (lichens : Pr. Jean Berthier), les témoignages de personnes ayant utilisé au mieux toutes les ressources de leur volonté (Pr. Louis Avan), les problèmes environnementaux dont s'occupe activement Michelin (Hervé Mousty), sans oublier d'intéressantes considérations concernant l'île de la Réunion (Claude Lanet).

Georges ANTON,  
Président de l'ADASTA

## MERCI À NOS SPONSORS



### Comité de rédaction de la Revue Auvergne-Sciences

Rédacteur en chef : Philippe Choisel  
Membres : Jocelyne Allée, Georges Anton, Paul Avan, Vincent Barra  
Jean-Claude Capelani, Jean Chandezon, Luc Dettwiller,  
Paul-Louis Hennequin, Michel Naranjo, Annie Ville

### Conseil Scientifique Sertillanges

Ensemble scolaire JB de la Salle représenté par Louis Avan

## SOMMAIRE

La technologie au service de la vie .....	1
Le cerveau et la neurochirurgie en 2008 .....	2
Témoignage de Mireille Chirol .....	9
Témoignage dialogue avec Thérèse Lemoine.....	11
Effort de Michelin sur l'Environnement .....	13
Les lichens .....	19
Les énergies dans l'île de la Réunion .....	24
Les « Jeunes Pousses » de l'ADASTA .....	29

Les articles publiés sont de la responsabilité exclusive de leurs auteurs

Photo de couverture : Cliché Nathalie Vidal - Musée Lecoq  
Remerciements également à nos auteurs pour les photos communiquées

Réalisation et conception : Design'Création - 04 71 02 80 57

# LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DE LA VIE



1 – LA NEUROCHIRURGIE EN 2008 : Deuxième partie de l'intervention du Professeur Jean Chazal

2 – A L'ÉCOUTE DE DEUX GRANDS TÉMOINS Introduction de Louis Avan, président du Conseil Scientifique Sertillanges.

Le 18 novembre 2008, lors de l'Université d'Automne du Conseil Scientifique Sertillanges, Mireille Chirol de Gerzat (Puy-de-Dôme) et Thérèse Lemoine (Ploemeur, Morbihan) ont partagé avec quelque trois cents lycéens enthousiastes leur expérience de vie :

**Mireille CHIROL** est aveugle de naissance : les génies conjugués

★ de Louis Braille (1809-1852), atteint de cécité à l'âge de 3 ans ; (il inventa pour ses élèves le système d'écriture en « points saillants » qui porte son nom),

★ de Pierre Curie (1859-1906) et de son frère Paul Jacques Curie (1855 – 1941) qui découvrirent l'effet piézoélectrique et son inverse, à savoir la déformation d'un cristal de quartz sous l'action d'une tension électrique ... permettent aujourd'hui à tous les aveugles du monde, via l'électronique la logique et l'informatique, l'accès à la lecture et à toute une communication, grâce à la réalisation de « plages Braille tactiles » : l'action d'une tension sur un ou plusieurs quartz provoque l'émergence d'un ou de plusieurs « picots » du caractère Braille

(2 colonnes de trois points :



etc...);

d'où des possibilités de lecture rapide... Une révolution !

Il existe de même un code Braille mathématique (dû au mathématicien français Louis Antoine) et un code Braille musical.

Grâce à cette cascade de découvertes, à son intelligence très vive et à son rayonnement personnel Mireille Chirol a pu exercer des fonctions de secrétaire chargé de communication à la Manufacture française des Pneumatiques Michelin, avant de mettre bientôt son talent au service d'une équipe de Recherche de la même Manufacture. Mireille Chirol, mariée, est maman d'un jeune homme.

**Thérèse LEMOINE**, rendue paraplégique par la folie d'un chauffard, a dominé cette blessure gravissime et ce handicap par la force de sa volonté, de son intelligence et le dynamisme de son combat pour la vie. Le fauteuil roulant, perfectionné dans son « design » et allégé grâce à des alliages appropriés lui permet d'aller et venir sans problème, y compris avec virtuosité dans les sentiers du Nord-Cameroun où elle a accompagné Louis Avan et une équipe médicale de Lorient Kerpape dans une « mission handicap ». La conduite automobile « assistée » rend possible déplacements professionnels et voyages dans le monde entier. Grande sportive, Thérèse Lemoine fut Médaille d'Or en fleuret et en épée aux championnats du Monde « paralympiques » d'Anvers en 1986, Médaille d'Or olympique par équipe au fleuret en 1988, à Séoul, et plusieurs fois Médaille d'Argent individuelle en fleuret et épée, et championne d'Europe.

Après une première tentative et une expérience dramatique au Vietnam, Thérèse Lemoine a pu, lors d'un voyage près de Moscou, adopter une petite Aliya originaire du Tadjikistan, abandonnée par ses parents.

Aujourd'hui, Thérèse met son expérience et son humanisme au service des jeunes accidentés de la route qui, trop souvent, à la suite d'imprudences ou d'excès, se retrouvent, abimés, au Centre de Rééducation et de Réadaptation de Lorient Kerpape. Louis Avan a rencontré Thérèse Lemoine une première fois au Congrès International du CNAM « Handicap, Technologie et Société » en 1980. Son témoignage est également un moment très fort du film « Le Regard des autres » de Fernando Solanas et Monique Saladin (CNAM Paris. 1981).

Nos deux « grands témoins » ont répondu avec beaucoup de simplicité aux questions de Louis Avan, comme aux interrogations passionnées des lycéens.



# LE CERVEAU ET LA NEUROCHIRURGIE EN 2008

(suite et fin de l'article)



**JEAN CHAZAL**  
Professeur d'anatomie et de neurochirurgie à la Faculté de Médecine de Clermont,  
Vice-Doyen, Président de la Société de Neurochirurgie de Langue française,  
membre de l'ONG "la Chaîne de l'Espoir".

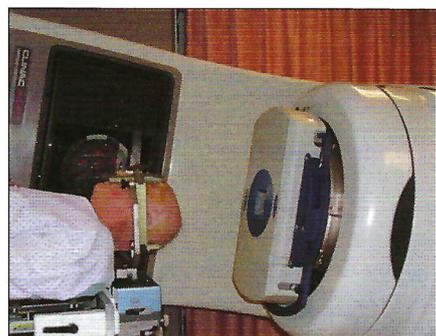


## RADIO CHIRURGIE / RADIOTHÉRAPIE STÉRÉOTAXIQUE FRACTIONNÉE

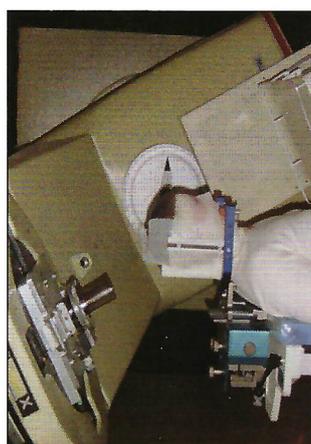
(suite et fin de l'article)

### Comparaison RC et RTSF - adénomes hypophysaires

Mitsumori et al ( Boston ) : Int J Radiation Oncology Biol Phys 47 , 3, p 573-580, 1998



Une séance



Vingt cinq à trente séances.

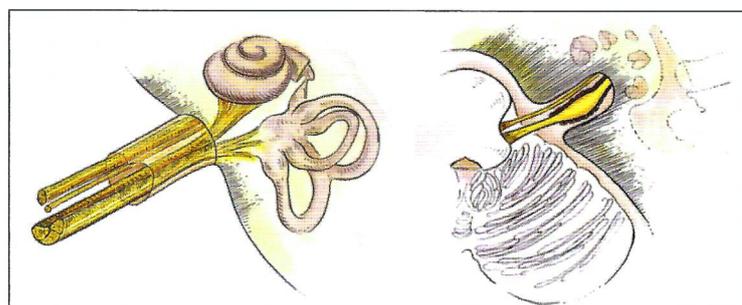
	Radiochirurgie	RTSF	Total
Contrôle Tumoral à 3 ans	100 %	85.3 %	91.1 %
Contrôle Hormonal à 3 ans	33 %	54 %	47 %
Temps médian Obtention contrôle	8.5 mois	18 mois	
Probabilité d'être indemne de morbidité à 3 ans	72.2 % *	100 %	89.2 % p < 0.02
Morbidité visuelle ou cognitive	0 %	0 %	
Probabilité d'absence de nouvelle substitution à 3 ans	71.1 %	79.9 %	

\* 3 radionécroses temporales / 2 avec épilepsie / de 13 à 15 mois

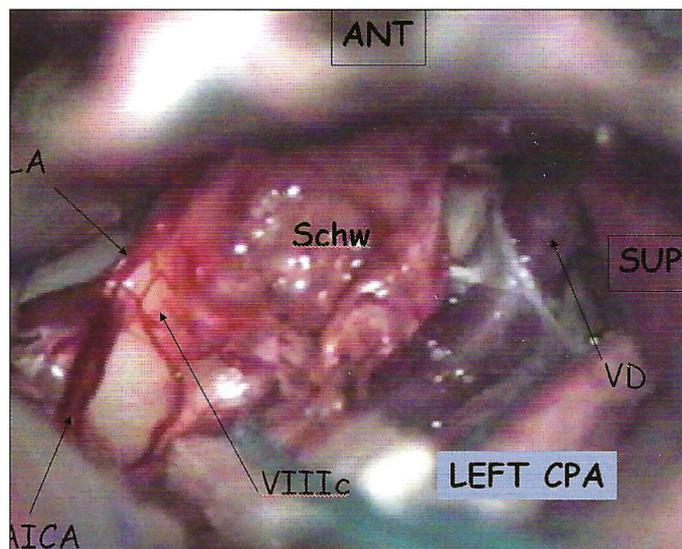
## SCHWANNOMES VESTIBULAIRES ou NEURINOMES DE L'ACOUSTIQUE

J. CHAZAL, P. AVAN, T. MOM

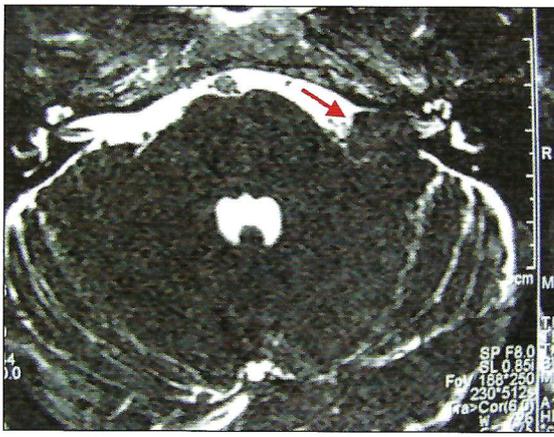
Aujourd'hui la chirurgie de ces tumeurs permet de garder la motricité du visage dans la majorité des cas, et éventuellement l'audition, ce qui était considéré comme impossible il y a 30 ans. C'est le fruit de la collaboration de neurochirurgiens, chirurgiens ORL et biophysiciens.



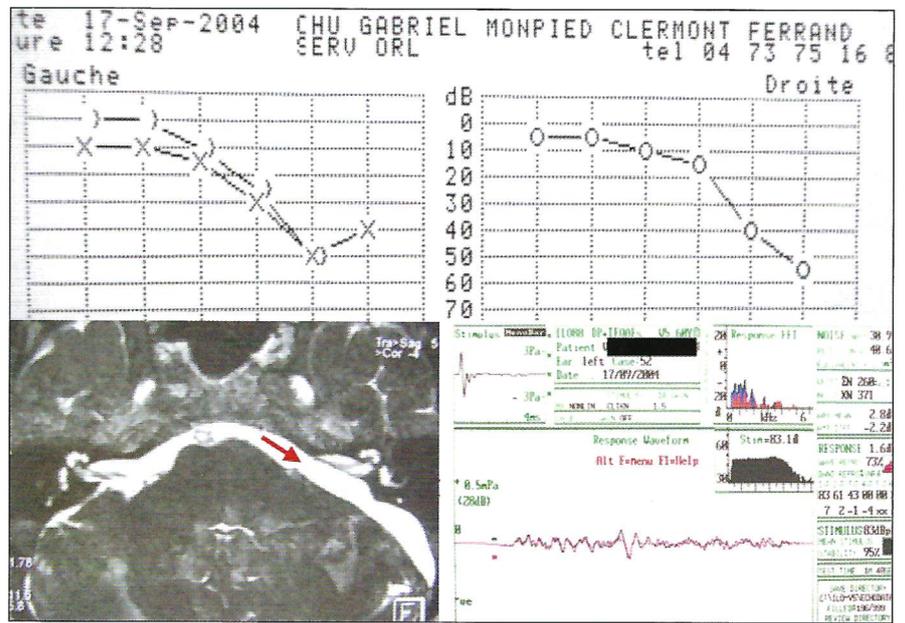
Tumeurs issues des cellules de Schwann autour du nerf vestibulaire



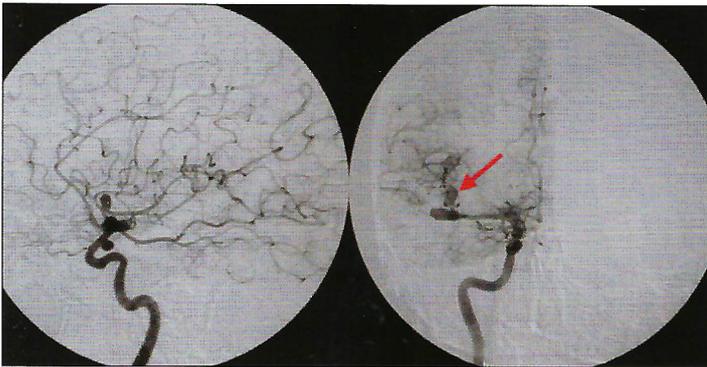
Vue opératoire d'un schwannome vestibulaire. Le nerf facial (motricité du visage) et le nerf de l'audition sont quasi invisibles.



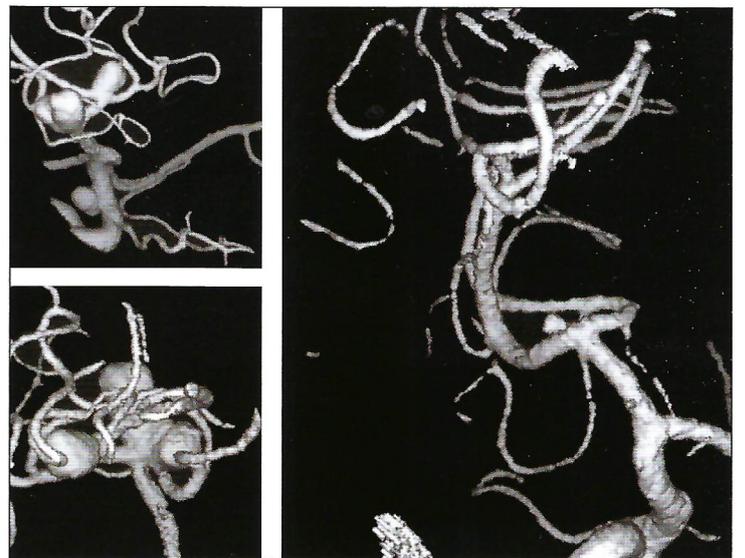
Schwannome vestibulaire (flèche).



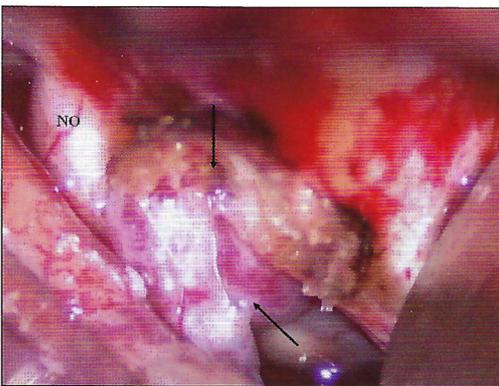
Après chirurgie le schwannome a disparu.  
Le nerf facial est intact, l'audition est en partie préservée.



Anévrisme (malformation) artériel (flèche)  
visible sur des clichés d'artériographie  
(opacification des vaisseaux intracrâniens).



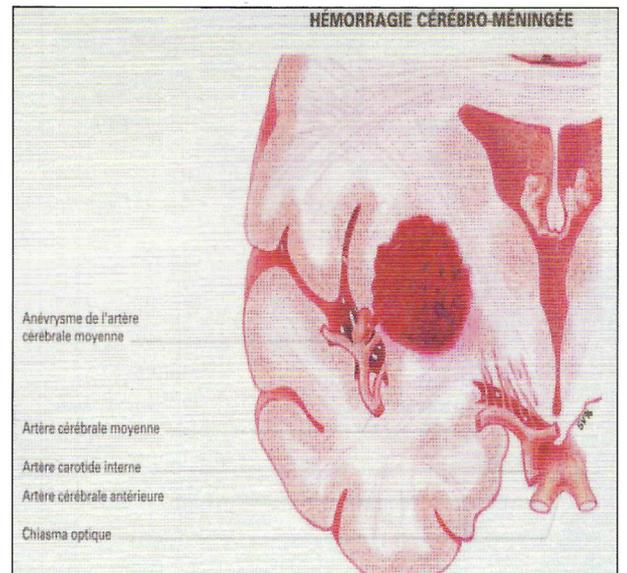
Les appareils actuels permettent de voir  
les anévrismes intracrâniens  
en 3 dimensions.



Un anévrisme peut être traité  
en microchirurgie par clippage  
sur la base de l'anévrisme  
(entre les 2 flèches).  
NO= nerf optique



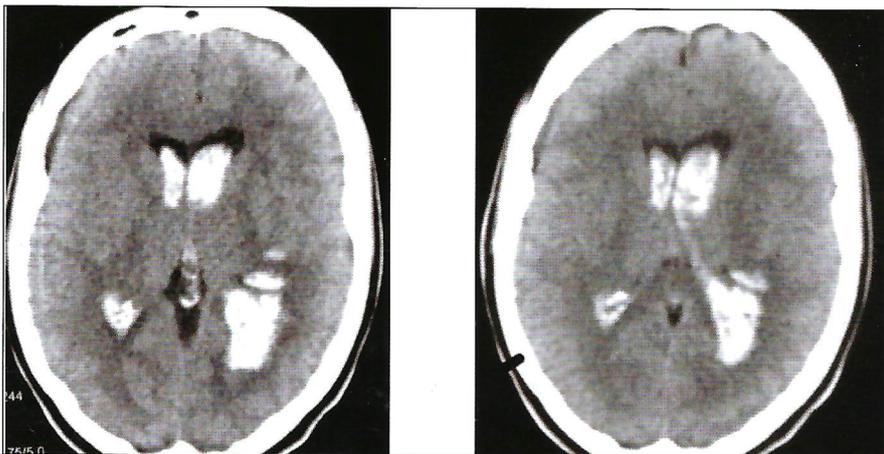
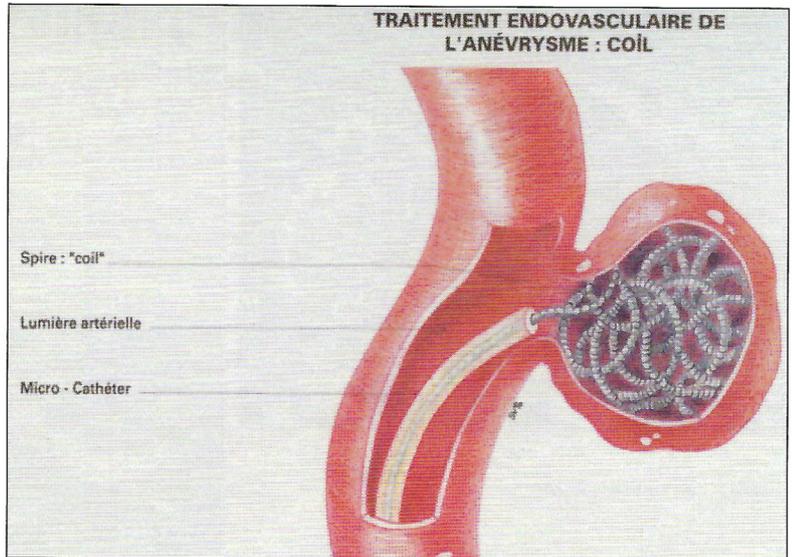
L'anévrisme a été clippé.  
A gauche du clip  
l'artère carotide interne  
qui portait l'anévrisme.



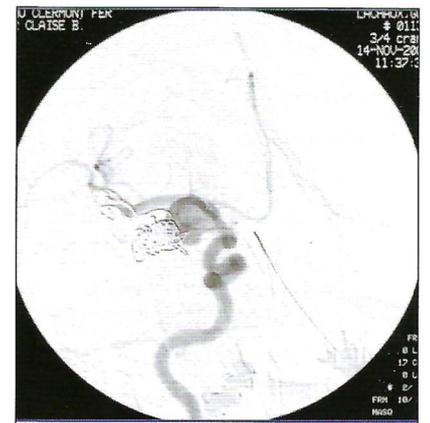
Hémorragie cérébro-méningée  
par rupture d'un anévrisme artériel.



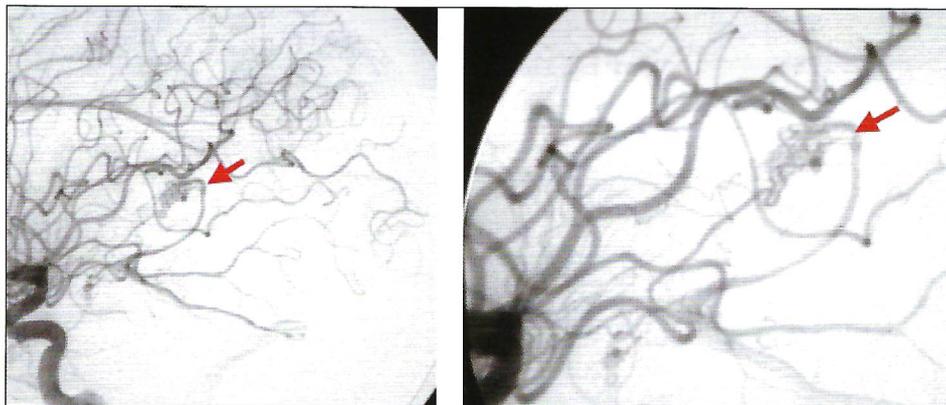
*Un anévrisme peut être traité en salle de radiologie, sans chirurgie, par une procédure de navigation dans les vaisseaux. C'est le traitement endovasculaire ou embolisation.*



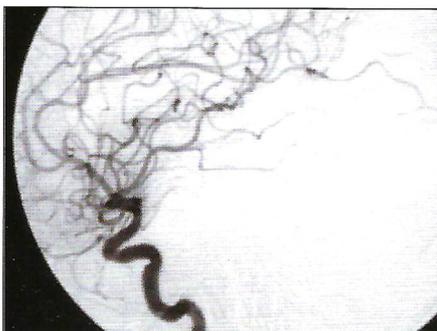
*Scanner d'hémorragie cérébrale profonde (femme de 45 ans).*



*Artériographie cérébrale montrant des clips après microchirurgie et des coils après traitement endovasculaire. Le malade souffrait de plusieurs anévrismes.*



*L'artériographie a révélé un angiome cérébral (flèche).*



*L'angiome a disparu après traitement par embolisation (sans ouverture du crâne).*

## TRAUMATISMES CRANIENS (neurochirurgiens urgentistes réanimateurs)

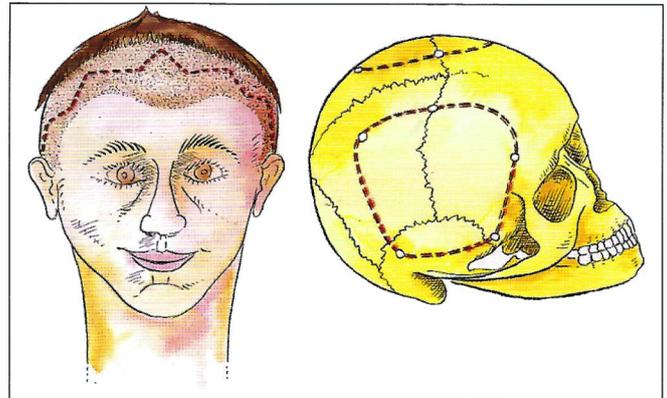
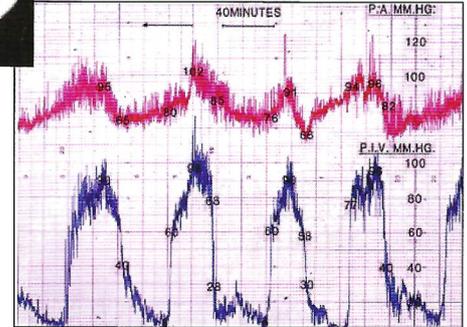
Les traumatismes crâniens graves nécessitent l'intervention d'équipes multidisciplinaires intervenant en centre spécialisé.



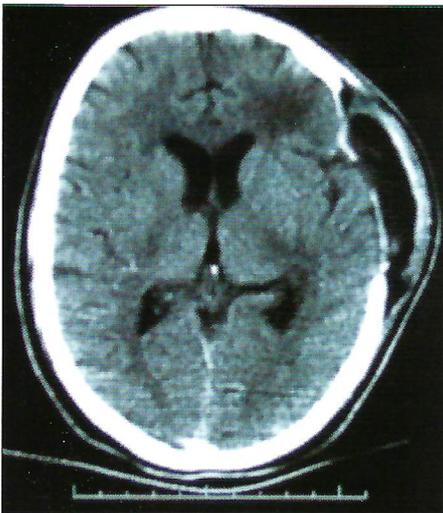
Scanners montrant des hématomés intracrâniens (extraduraux) après traumatisme crânien. Ils justifient tous une intervention chirurgicale en urgence.



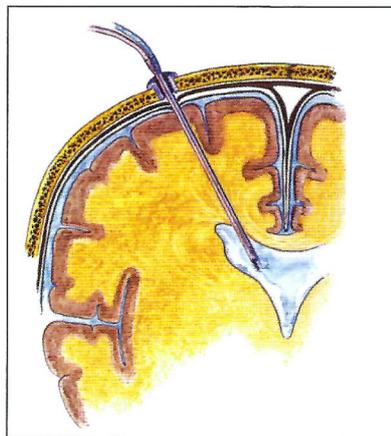
*La mesure concomittente de la pression artérielle et de la pression intracrânienne montre le danger d'un hématome intracrânien. Quand la pression intracrânienne augmente, elle entre en concurrence avec la pression artérielle et le cerveau n'est plus irrigué.*



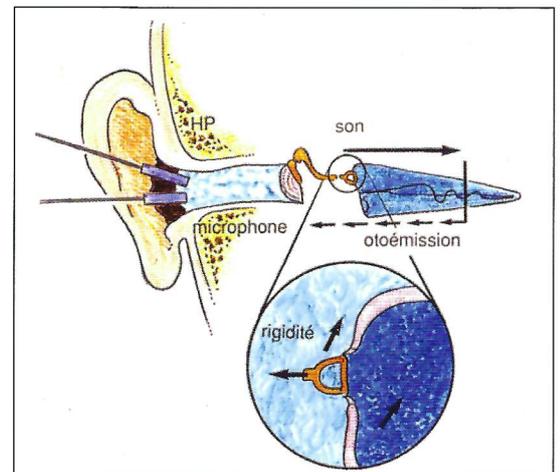
Schémas montrant l'incision cutanée et la découpe osseuse faite en cas d'hypertension intracrânienne grave, pour établir une "soupape" pressionnelle (crâniectomie décompressive)



Exemple de crâniectomie décompressive 25 jours après un traumatisme crânien. Le patient est conscient mais ne parviendra pas à reprendre sa vie professionnelle



La mesure de la pression intracrânienne est invasive. Elle nécessite l'implantation d'un capteur à l'intérieur du cerveau à travers un trou de trépan.



Des recherches sont en cours à Clermont-Ferrand (laboratoire de biophysique P. Avan – service de neurochirurgie J. Chazal) pour mesurer les variations de la pression intracrânienne par l'intermédiaire de sons émis par l'oreille interne (otoémissions) après stimulation sonore. Ces recherches sont fondées sur les rapports existant entre la pression intracrânienne et la pression dans l'oreille interne.

# LA NEUROCHIRURGIE FONCTIONNELLE

## Maladie de Parkinson, troubles obsessionnels compulsifs, Dépression, douleurs...

Stimulation cérébrale profonde et superficielle

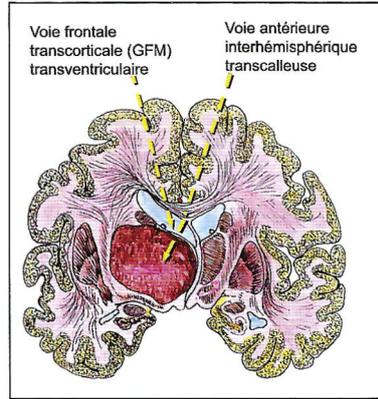
Neurochirurgiens (J.J. Lemaire), neurologues, neurophysiologistes, neuroradiologues, ingénieurs,  
anesthésistes réanimateurs, infirmières, rééducateurs.

*Multidisciplinarité*

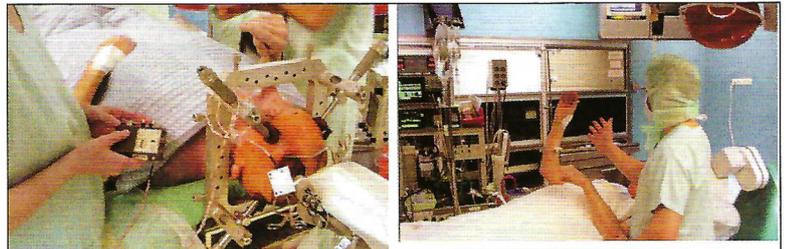
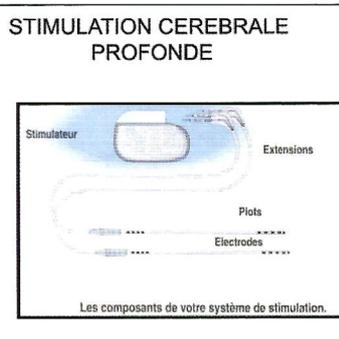
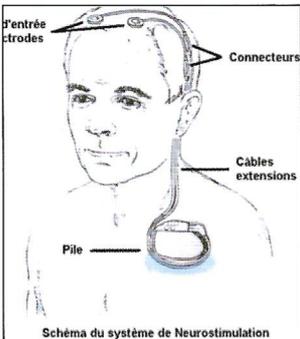
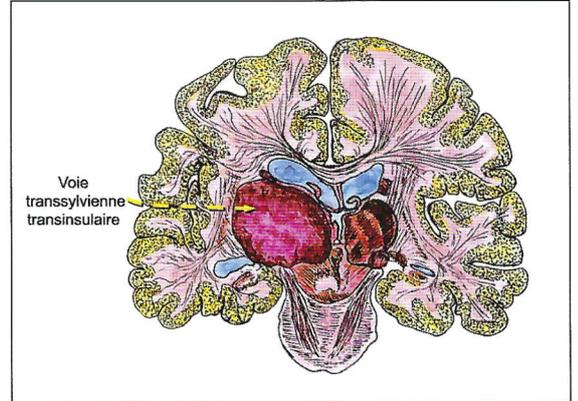
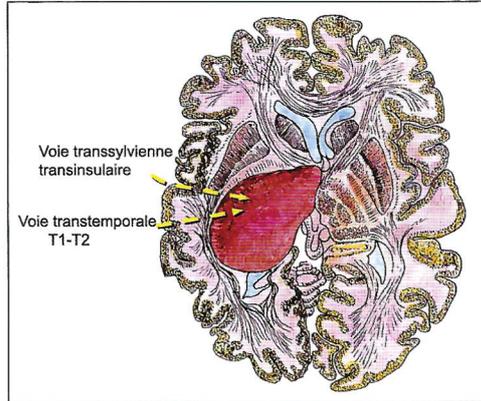
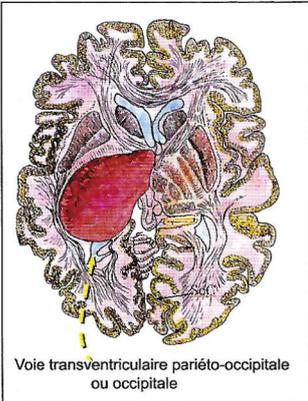
### LE THALAMUS



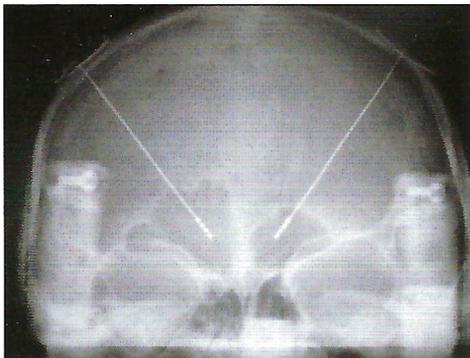
STRUCTURE PROFONDE,  
éminemment FONCTIONNELLE,  
longtemps considérée comme  
INACCESSIBLE



Les progrès  
de la neurochirurgie  
(chirurgie assistée  
par ordinateur)  
permettront d'accéder  
à des lésions  
situées profondément  
dans le cerveau  
(ici le thalamus)



*Patient sur la table d'opération pour la mise en place  
d'électrodes de stimulation profonde.*



*Radiographie standard (gauche) et IRM (droite)  
montrant le site d'implantation des électrodes  
de stimulation dans ne maladie de Parkinson.*



Int J CARS (2007) 2, 75-85  
DOI: 10.1007/s11488-007-0124-2

ORIGINAL ARTICLE

**MRI anatomical mapping and direct stereotactic targeting  
in the subthalamic region: functional and anatomical  
correspondence in Parkinson's disease**

Jean-Jacques Lemaire, Jérôme Coste, Lemlih Ouchchane, Simone Hénon, Philippe Derost, Miguel Udo, Stéphanie Staudoux, Jean Gabrillargues, Franck Durif, Jean Chazal

**NeuroImage**  
www.elsevier.com/locate/ynimg  
NeuroImage 37 (2007) 5399–5413

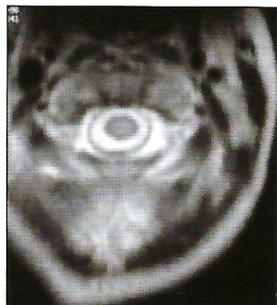
Review

**Brain mapping in stereotactic surgery: A brief overview from the  
probabilistic targeting to the patient-based anatomic mapping**

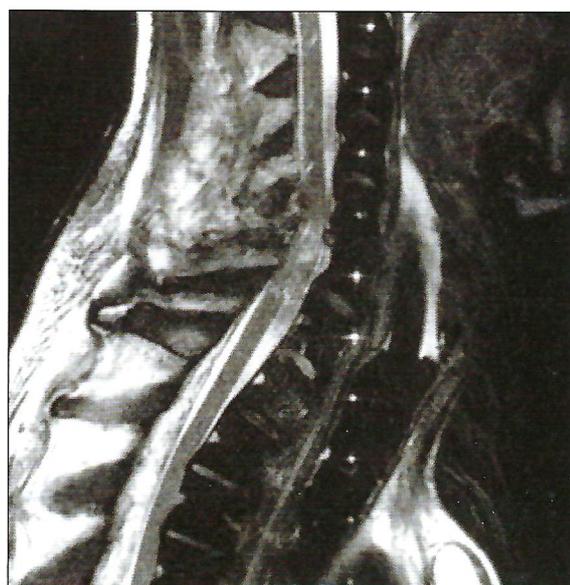
Jean-Jacques Lemaire,<sup>a,b</sup> Jérôme Coste,<sup>a,b</sup> Lemlih Ouchchane,<sup>a,l</sup> François Caire,<sup>k,l</sup> Christophe Nuti,<sup>l,m</sup> Philippe Derost,<sup>n</sup> Vittorio Cristini,<sup>o</sup> Jean Gabrillargues,<sup>q,r</sup> Simone Hénon,<sup>l</sup> Franck Durif,<sup>l</sup> Jean Chazal,<sup>l</sup>

*Exemples d'articles scientifiques  
écrits dans le service de neurochirurgie de Clermont-Ferrand  
à propos des cibles de la stimulation cérébrale profonde.*

## PERSPECTIVES D'AVENIR POUR LES TRAUMATISMES DU RACHIS



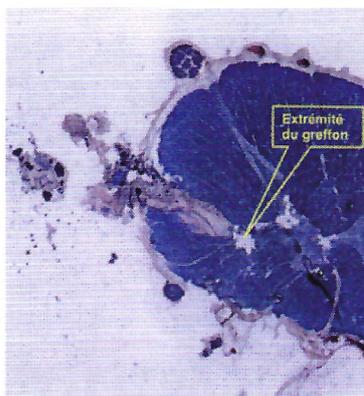
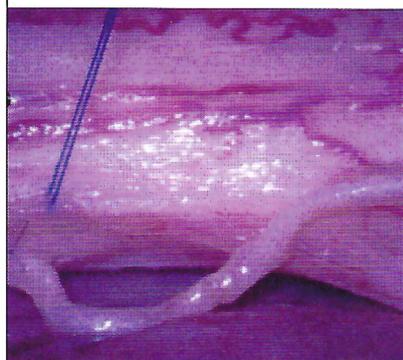
Enfant, 13 mois,  
accident de la voie publique.



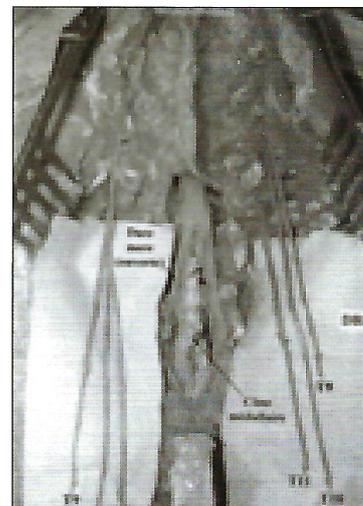
Adulte, 20ans, accident de rugby  
IRM de la colonne vertébrale montrant la contusion de la moelle épinière. Le joueur de rugby est paralysé des quatre membres.

### Implantation d'un greffon de nerf périphérique dans la corne grise ventrale sus-lésionnelle, anastomosé aux racines sous lésionnelles

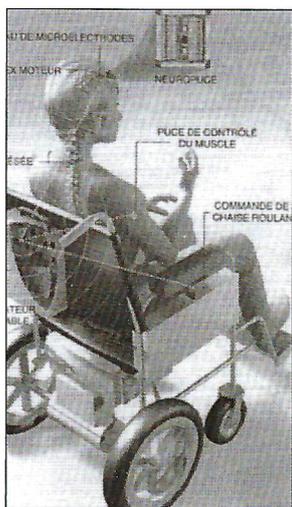
*O. Hamel, DEA, 2002*



Ci-dessus et à droite: exemples de travaux de recherche effectués par un jeune neurochirurgien sur la réparation d'une moelle épinière traumatisée.

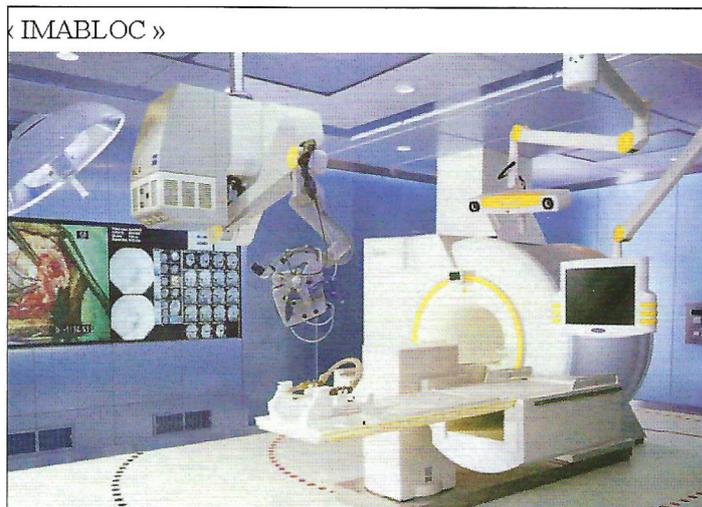


Transfert de nerfs intercostaux sus-lésionnels sur les racines lombaires (obstacle chez l'homme : la longueur).  
*R. Vialle, DEA, 2004*



Interface cerveau-machine.

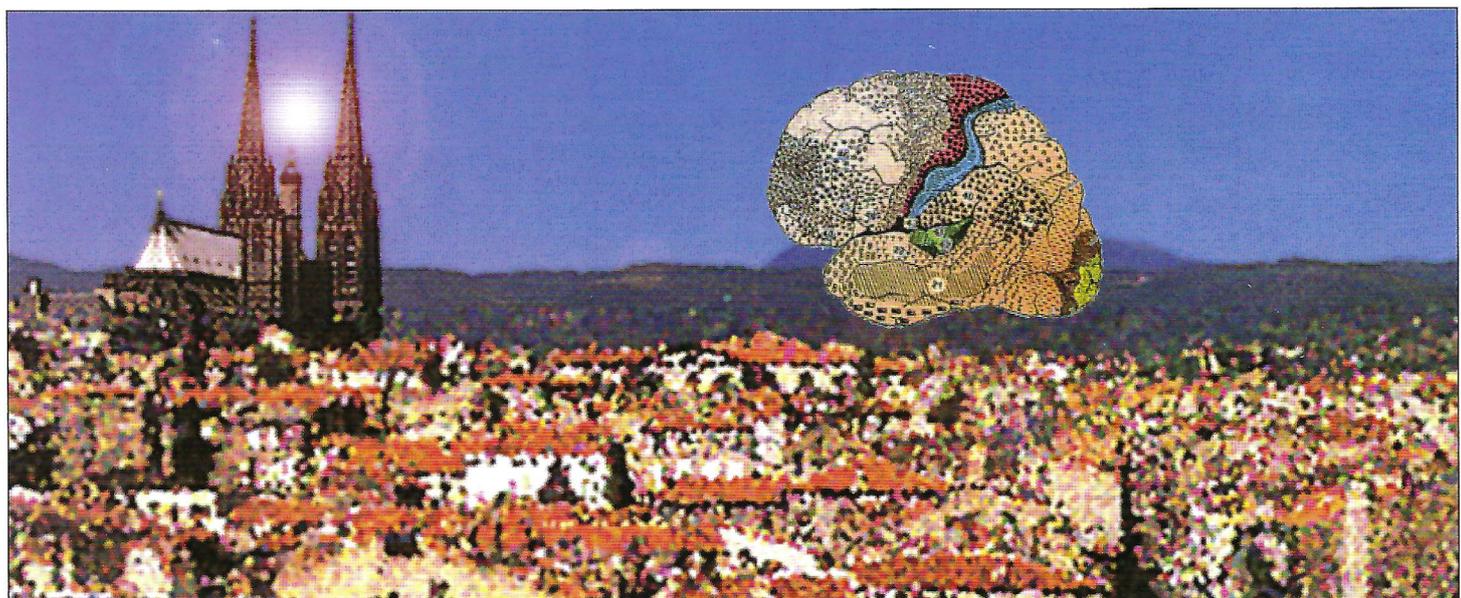
Exemple de bloc opératoire ultra-moderne comportant un robot et un appareil d'IRM permettant de faire des images de contrôle pendant l'opération.



**LA NEUROCHIRURGIE PEUT AUSSI SE PRATIQUER SANS BEAUCOUP DE MOYENS  
(ici au cambodge)**



**Merci de votre attention...**





Je suis née en 1953 à Saint-Rémy de Blot, petit village des Combrailles dans le Puy-de-Dôme. Grande prématurée, j'ai été placée en couveuse pendant plusieurs semaines, c'est ce qui a provoqué ma cécité. En effet, en ce temps là, la technologie étant mal maîtrisée, cela a entraîné la détérioration de mon système oculaire. Nous étions plusieurs dans cette situation ces années là.

Issue d'une famille de mineurs, je suis l'aînée de 4 enfants. A l'annonce de mon handicap, mes parents, complètement désemparés, ont demandé conseil et ont été orientés vers l'Institution des Jeunes Aveugles de Clermont-Ferrand où j'ai été admise en 1959, année de mes 6 ans. A cette époque, il n'y avait pas de classe maternelle spécialisée dans la région donc je suis entrée directement au CP. L'école était gérée par des religieuses et les élèves venaient de tous les coins de France. Je suis arrivée avec 2 autres petites filles et nous avons été adoptées par tous. C'est ainsi que « l'institution » est devenue ma seconde famille.

Pour moi, l'apprentissage du braille s'est fait naturellement comme pour toutes les autres matières. Au début, nous utilisions la tablette et le poinçon, instruments de base permettant la lecture et l'écriture. Par la suite, les outils se sont modernisés et nous avons eu des machines à écrire le braille, ce qui a été un progrès non négligeable. Parmi les outils à notre disposition : le cubarithme avec des cubes gravés en braille pour le calcul, les cartes en relief pour la géographie, des appareils à dessiner pour la géométrie... sans oublier l'apprentissage très tôt de la machine à écrire, pour communiquer avec nos familles et le monde extérieur. Tout était fait pour que nous puissions étudier dans les meilleures conditions, à notre rythme, avec l'objectif de permettre à chaque élève de trouver sa voie. Dans ces années, on ne parlait pas encore d'intégration mais la volonté des enseignants et des éducateurs était bien de nous aider à acquérir le maximum d'autonomie dans notre vie quotidienne et de nous préparer à notre future vie sociale et professionnelle.

En plus des cours, quelques activités nous étaient proposées (gymnastique, piscine, promenades...) mais en ce début des années 60, c'est encore la musique qui occupait la place de choix ce qui m'a permis d'apprendre le solfège et d'étudier le piano pendant plusieurs années. La musique a compté et compte toujours beaucoup dans ma vie. Elle est une joie, un refuge, une passion.

Comme beaucoup d'élèves à cette époque, j'étais interne. Mon caractère sociable et dynamique m'a beaucoup aidée à vivre cette période parfois difficile pour des jeunes éloignés de leur famille. Nos contacts avec l'extérieur étaient limités puisque l'école et l'internat étaient dans les mêmes locaux et que seules certaines activités sportives et de loisirs se passaient au dehors.

Après le BEPC, s'est posé le problème de mon orientation. Mes parents souhaitaient que j'entre dans la vie active le plus tôt possible. Je me suis donc orientée vers le standard puis j'ai passé un BEP de secrétariat, étant plus attirée par ce métier.

J'ai quitté l'institution en 1972 et j'ai été embauchée chez Michelin cette même année, avant même d'avoir passé mon examen. C'était une chance mais quel choc ! Moi qui n'avais connu jusque-là que le cocon rassurant de mon école, me voici propulsée dans une grande entreprise, milieu totalement étranger, où il allait falloir que je me débrouille seule. Certes j'avais bénéficié de quelques rudiments de locomotion (c'était le tout début) mais en matière d'autonomie dans les déplacements, j'avais beaucoup à apprendre. Et puis, le handicap était perçu de manière si différente de ce que j'avais connu jusqu'ici... Les gens n'étaient pas habitués à voir des personnes handicapées – une dactylo aveugle – comment cela pouvait-il être possible...

Après avoir fait un stage de plusieurs mois pour apprendre à travailler selon les normes de l'entreprise, je suis rentrée dans ce qu'on appelait un pool dactylographique. Une cinquantaine de dactylos étaient regroupées dans une grande salle ; il y avait de l'ambiance et du bruit. A cette époque, le matériel spécifique n'existait pas pour m'aider dans mon travail. La seule chose qui me différençait des autres c'est que j'utilisais un dictaphone pour faire les transcriptions. Ne pas pouvoir relire ce que j'écrivais me demandait une attention de tous les instants et me rendait dépendante de mes collègues. Travaillant à la production, dans ce contexte, je devais être le plus autonome possible. C'était très important pour moi.

Dans les années 88-90, l'informatique a fait son apparition dans les bureaux ce qui a entraîné beaucoup de changements dans nos conditions de travail du fait de la réorganisation des services. C'est ainsi qu'en 1990 je suis retournée pour la première fois dans ce qui était devenu entre-temps le CRDV (Centre de Rééducation pour Déficients Visuels) que nous connaissons aujourd'hui. J'ai donc suivi ma première formation en informatique adaptée. C'est un des événements qui m'a le plus marquée. J'allais enfin pouvoir lire en braille tout ce qui s'affichait à l'écran de mon ordinateur ; faire les corrections ; utiliser des dictionnaires ; communiquer... un vrai bonheur. Certes l'apprentissage n'a pas été des plus facile, les premiers appareils braille n'étant pas franchement conviviaux par rapport aux ordinateurs classiques. Mais l'enjeu était de taille et mon enthousiasme immense. Cette autonomie dont j'avais tant rêvée était maintenant à ma portée.

L'accès à l'informatique a été une véritable révolution dans la vie des déficients visuels. Bien sûr le braille reste la découverte géniale qui nous a ouvert les portes du savoir et nous sommes tous extrêmement reconnaissants à Louis Braille (nous célébrons cette année le 200<sup>ème</sup> anniversaire de sa naissance) de sa formidable invention. Grâce à cette écriture tactile, progressivement, les aveugles sont sortis de l'isolement, de la marginalité, de l'exclusion. Non seulement le braille nous a permis de lire et d'écrire comme tout un chacun mais il nous a permis aussi de lire la musique, d'accéder aux mathématiques et plus récemment à l'informatique. Eh oui le braille a su évoluer et ce n'est sans doute pas fini.

A mon retour dans l'entreprise, j'avais de nouveaux outils mais paradoxalement, je n'ai pas retrouvé tout de suite du travail. Nous étions en période de plans sociaux et j'ai pris conscience de ma fragilité. J'ai vécu une période difficile et mon avenir était incertain. Cependant je me suis accrochée et j'ai continué à me former. Après l'ordinateur braille, l'ère du vocal est arrivée. Grâce à un logiciel de revue d'écran installé dans le PC, il est possible aux déficients visuels, par l'intermédiaire de combinaisons de touches (raccourcis clavier) de commander l'ordinateur et de lire grâce à la synthèse vocale. Parmi les avantages apportés par ce nouveau système, on peut dire qu'il a élargi nos possibilités dans l'utilisation des logiciels et de façon générale, qu'il a simplifié l'accès aux informations. Autre aspect intéressant : tout se passe exactement comme avec l'utilisation de la souris, ce qui permet par exemple de travailler en binôme avec des collègues voyants. Enfin ce système permet à des personnes ne maîtrisant pas le braille d'accéder à l'informatique. Pour ma part, j'utilise le braille et le vocal qui sont complémentaires.

Aujourd'hui, ces interfaces nous permettent d'utiliser la plupart des logiciels courants, de communiquer par le biais de la messagerie électronique et d'utiliser Internet, même si tous les sites ne sont pas accessibles et si la plus grande vigilance s'impose. Autre nouveauté : il est maintenant possible aux aveugles et malvoyants de scanner des livres et de lire grâce à des logiciels de reconnaissance vocale.

Pour en revenir à mon histoire, j'ai fini, non sans difficulté, par retrouver de l'activité. Peu à peu les tâches que l'on m'a confiées se sont diversifiées et actuellement je suis très autonome dans mon poste. Je suis secrétaire assistante et sans ces aides techniques, je n'aurais pu continuer de travailler. L'informatique a complètement changé ma vie, dans mon rapport à la culture, à la communication et m'a apporté une ouverture sur le monde indéniable.

Je voudrais maintenant partager avec vous d'autres aspects de ma vie. A ma sortie de l'institution, j'ai d'abord logé pendant 2 ans dans un foyer. Mon intégration n'a pas été immédiate et j'ai connu des moments de solitude intense. Une fois encore, mon heureux caractère m'a beaucoup aidée et j'ai décidé de prendre les choses en main. Et comme la vie est faite de rencontres, j'ai eu la chance de connaître des personnes qui devaient influencer le cours de mon existence.

Je citerai d'abord mon adhésion à la JOC (Jeunesse Ouvrière Chrétienne). A travers ce mouvement d'action catholique, j'ai pris conscience du sens de l'engagement et de l'action collective. Je ne crois pas à la « prédestination » mais je pense néanmoins qu'il y a quelquefois des signes qu'il faut savoir reconnaître et ne pas dire non. La JOC m'a permis de connaître l'amitié. Je ne suis plus isolée ; je suis membre d'un groupe où je rencontre d'autres jeunes, des amis qui ont les mêmes préoccupations que moi (travail, loisirs, questions sur l'avenir, etc.)

Autre étape : j'ai fait connaissance avec le milieu associatif dont j'ignorais tout. La FNMIP (Fédération Nationale des Malades, Infirmités et Paralysés) fut la première association à laquelle j'ai adhéré. Administrée par les personnes concernées, elle défend les droits des malades et handicapés et prend en compte tous les aspects de leur vie. A travers mon engagement, j'ai découvert l'action militante c'est-à-dire **faire ensemble et avec** plutôt que **faire pour**.

Parallèlement, dans l'entreprise, j'ai découvert le syndicalisme. Pendant quelques années j'ai été déléguée du personnel à la CFDT et j'ai participé à la Commission culture du Comité d'établissement.

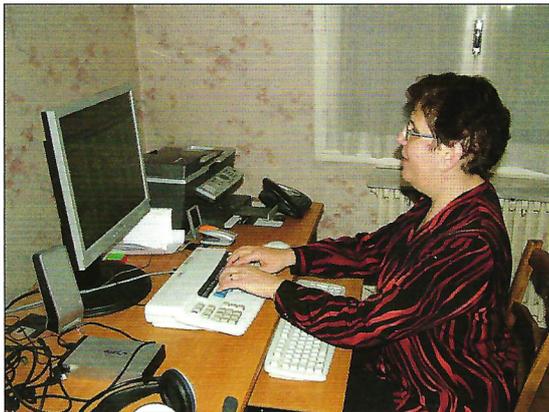
C'est dans le milieu associatif que j'ai rencontré Jean-Louis qui est devenu mon mari en 1977. Nous avons eu un fils qui aujourd'hui a 29 ans. Au sein de notre couple, nous partageons les tâches en fonction de nos aptitudes. Cependant son aide m'est précieuse dans bien des domaines : dans mes déplacements, même si je fais en sorte de conserver un maximum d'autonomie ; il remplit les papiers ; vient à la rescousse dans le choix des couleurs de mes vêtements, me fait profiter de ce qu'il voit lors de nos sorties par exemple, etc. Jean-Louis et moi avons toujours eu divers engagements mais notre combat au sein des associations de personnes handicapées est sans doute celui que nous avons vécu le plus intensément et qui nous tient toujours à cœur.

En effet, si les progrès sociaux et technologiques sont incontestables, il reste encore beaucoup à faire pour changer les mentalités. Les personnes en situation de handicap sont encore trop souvent mises à part et je constate, que la peur de la différence, le manque d'information, les préjugés qui ont la vie dure, sont encore bien présents. Il faut convaincre, toujours et encore... L'employeur, le collègue, ont tendance à **voir le handicap, pas les compétences**. Heureusement aujourd'hui l'intégration des jeunes handicapés se fait de plus en plus tôt ce qui est important pour apprendre à se connaître et vivre ensemble. Je crois que c'est en partageant, le plus souvent possible, les mêmes activités que des liens naturels se créeront ; que c'est en construisant des logements, des équipements accessibles à tous (transports, lieux de vacances, de vie, etc. que nous ferons s'estomper les barrières de l'isolement et de l'exclusion).

Comme je l'écrivais plus haut, l'informatique et les nouvelles technologies en général ont profondément changé la vie des personnes en situation de handicap et en particulier des déficients visuels. Grâce à ces aides techniques, l'accès aux études devrait être facilité et pourrait nous ouvrir de nouveaux métiers. La science et la médecine font sans cesse des progrès ce qui contribue à soulager la souffrance ; elles ont permis d'éradiquer de nombreuses affections et maladies et donnent de l'espoir pour l'avenir à beaucoup de malades et accidentés de la vie.

Certes la façon de vivre la maladie ou le handicap est personnelle à chacun. Nous ne sommes pas tous des héros ou des êtres exceptionnels comme on tente parfois de nous le montrer dans les médias. Vivre son handicap ou sa maladie est un combat quotidien. Personnellement, la cécité a toujours été présente dans ma vie et je m'efforce au mieux de vivre avec. Même si les frustrations sont réelles (impossibilité de voir les gens que j'aime, de voir un beau paysage, d'être involontairement ignorée ou à l'inverse surprotégée...), je préfère regarder **ce que j'ai** et profiter pleinement de tout ce qui m'est donné. J'aime la musique, profondément. La lecture et l'accès à l'information me combent de bonheur. Les

promenades dans la nature sont pour moi un enchantement et beaucoup d'autres choses encore. J'ai envie de dire que, qui que nous soyons, nous avons tous quelque chose à apporter aux autres. Les plus anciens ont une certaine expérience qu'ils peuvent partager mais les jeunes ont tellement de choses à nous faire découvrir... La vie est une succession de rencontres qui nous font avancer chaque jour un peu plus. Chaque rencontre est une nouvelle aventure et c'est ce qui me fait aimer la vie.



# TÉMOIGNAGE DIALOGUE AVEC THÉRÈSE LEMOINE



## 1 – Rappelez les circonstances de l'accident ... ce qu'étaient avant cela vos projets. Vos souvenirs. Comment avez-vous pu surmonter cette redoutable épreuve ? La rééducation ?

Je suis issue d'une famille modeste de 7 enfants, élevée dans la simplicité et beaucoup d'amour ; des bases solides pour résister aux tempêtes de la vie.

Quand l'accident est arrivé, l'année de mes 20 ans, j'étais étudiante à Rennes pour préparer un diplôme : « animation socio culturelle », mais mon rêve était d'intégrer une compagnie de danse contemporaine. Ce rêve fut brisé à jamais puisqu'il a fallu me rendre à l'évidence que je ne remarquerai plus et que le fauteuil roulant serait mon moyen de déplacement. Dans ma tête ce fut un séisme 9 sur l'échelle de Richter : 3 mois sans bouger, allongée sur un lit d'hôpital, ensuite 9 mois de rééducation au Centre de Kerpape (Lorient).

Pendant toute cette période j'ai dû mener un combat avec moi-même : des moments où l'on veut en finir, d'autres de doutes, d'interrogations. Une torture mentale. Mais comment se reconstruire alors que l'on est en mille morceaux ? Même si vous êtes très entourée, personne ne peut mesurer l'intensité de votre douleur, qu'elle soit psychique ou physique, c'est trop personnel. Une question essentielle se pose : ai-je envie de repartir dans la vie ou alors capituler et disparaître ? Là encore, personne ne décidera à votre place, pas de recettes, pas de médicaments. La réponse est au fond de soi. Il faut donc partir faire son voyage intérieur ! Pas facile.

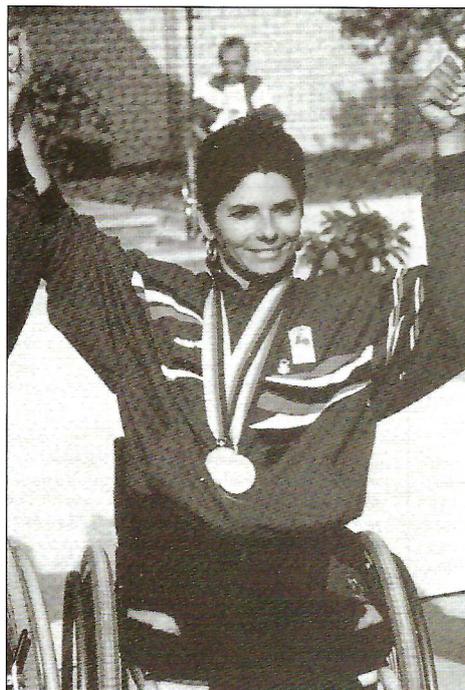
La rééducation fonctionnelle est aussi un moment de souffrances, où il faut fournir beaucoup d'efforts physiques. Arrive le moment où il faut choisir un fauteuil roulant. C'est encore un « coup de couteau dans la plaie ». J'ai pris conscience que je signalais mon « arrêt de marche ». On se prend à détester son « engin à roulettes » et pourtant, il faudra bien l'appivoiser et faire corps avec lui pour aller vers une autonomie et se donner une certaine qualité de vie.

La réinsertion ? Quel programme ! J'ai toujours pensé qu'il y avait un côté absurde dans ce mot. Il fallait encore fournir de gros efforts pour retourner vivre dans le milieu social qui vous avait vu grandir et qui soudain vous paraissait hostile. Trop d'obstacles à franchir. Avec du recul, j'ai compris qu'il fallait d'abord faire la réinsertion dans sa tête c'est-à-dire ne plus être prisonnière de sa

souffrance physique, être capable d'aller vers l'autre et de communiquer. On dit « qu'il faut savoir mourir un peu pour mieux renaître ». Je le confirme.

## 2 – Quel est le rôle du sport dans ce retour à une vie si rayonnante ? Parlez-nous de vos grandes compétitions.

Bien qu'étant sur un fauteuil roulant, je ressentais une énergie débordante, la vie tout simplement. J'avais aussi un grand besoin de me prouver que j'étais capable de réaliser plein de choses, prouver aussi à ceux qui vous collent l'étiquette handicap chargée de négatifs, que vous êtes là, que vous existez.



Championne olympique Séoul 1988

Oui, j'ai une boulimie d'activités et la découverte d'un sport : l'escrime. Pendant un an je m'initie au fleuret et apprends toutes les subtilités de cette arme. L'envie de me confronter à d'autres escrimeuses me gagne. Les compétitions s'enchaînent ; les résultats sont encourageants, ce qui m'amène à « décrocher » une sélection pour les Jeux paralympiques de 1980. J'obtiens deux autres sélections pour les Jeux 1984 et 1988. La consécration suprême pour un sportif.

Toutes ces années de sport, de compétitions, m'auront aidée à me reconstruire, à me forger un mental pour continuer le chemin. Se dire : ne jamais « baisser les bras », aller au bout des choses. Une excellente école de la vie.

## 3 – L'épisode politique.

Après les Jeux paralympiques de Séoul, j'étais saturée de sport. Je décide de tout arrêter et d'accepter une proposition qui me permettrait de m'impliquer activement au sein de ma ville. Je me retrouve en 1989 conseillère municipale à la ville de Lorient. Une expérience passionnante où je pense avoir contribué à faire évoluer la situation des personnes handicapées au sein de la ville.

## 4 – Parlez-nous de votre fille Aliya. Son adoption

Avant toute démarche administrative, j'ai réfléchi pendant un an sur l'éventualité d'une adoption. Une décision difficile et grave qu'il fallait prendre. Adopter un enfant est un engagement pour la vie.

Je me suis lancée seule dans cette belle aventure humaine. Six années de combat, avec des moments remplis d'espoir, et parfois l'envie de tout arrêter. Ma détermination finira par payer. Une bonne nouvelle m'arrive de Moscou, un jour de juillet 1999 : on me demandait si je voulais adopter une petite Aliya 7 ans ½, abandonnée à l'âge de 6 ans. Elle voulait quitter l'orphelinat, mais voilà personne ne voulait l'adopter, ni les Russes, ni les étrangers : trop âgée aux yeux de parents adoptants.

Aliya s'est « imposée » à moi. Je n'ai pas eu à réfléchir, c'était une évidence, c'est moi qui allais l'adopter. J'ai réuni en un mois tous les « papiers » nécessaires et je suis partie en Russie chercher Aliya. La première rencontre fut le « coup de foudre » Aliya m'a sauté sur les genoux et m'a dit « Maman ». Le plus beau jour de ma vie. Aliya ne parlait pas français, mais elle l'a appris en deux mois. Elle s'est adaptée immédiatement à sa nouvelle vie. A l'école, elle était souvent la première en Français. La période de l'adolescence fut difficile. Logique, les souffrances physiques et psychiques de sa petite enfance remontaient à la surface. Aujourd'hui Aliya a 17 ans ; est en lycée sport-études judo, sa grande passion et espère intégrer, à la rentrée prochaine, le Pôle France judo de Bordeaux. Je pense qu'elle a toutes les chances d'obtenir sa sélection. Elle m'a dit récemment « Maman, ce judo m'aura aidé à me reconstruire ». Un ressenti que nous avons en commun.

Je suis fière de ma fille.

### 5 – Vos passions, vos engagements dans la vie associative.

Pendant des années, j'ai eu la passion des voyages. La curiosité de découvrir d'autres cultures m'a amenée à visiter une trentaine de pays. Souvent le fauteuil roulant devenait un 2<sup>ème</sup> passeport. Je partais à l'aventure sur le mode routard. Je garde le souvenir de rencontres extraordinaires.

Sur le plan associatif :

Deux implications dans une association humanitaire : « **Helis** » qui réunit un petit groupe de professionnels de la santé. Nous effectuons, tous les ans, des missions en Afrique sur nos congés payés, et souvent sur nos propres deniers.



A Tokombéré, Thérèse Lemoine et Dangay, "L'enfant tombé de l'arbre".

La deuxième association « **Arktika** » totalement différente où le président **Gilles Elkaim** est un explorateur. Durant 4 ans il a effectué seul une expédition dans le Grand Nord sibérien. Physicien de formation, il vit aujourd'hui en Laponie finlandaise et fait l'élevage de chiens de traîneau.

Sans être élue, je reste impliquée au sein de ma nouvelle commune **Ploemeur** dans la commission handicap.

### 6 – Votre travail. En quoi consiste-t-il ?

Depuis très longtemps je travaille au Centre de Rééducation Fonctionnelle de Kerpape en qualité d'éducatrice sportive. Mon travail comporte plusieurs volets : je fais l'apprentissage de l'autonomie auprès des personnes paraplégiques et puis l'initiation à un ou des sports. J'accorde beaucoup d'importance au relationnel. On me confie des personnes brisées et, à mon tour, je me dois de les accompagner dans leur reconstruction. Un travail passionnant par sa richesse humaine, mais qui exige un engagement et demande beaucoup d'énergie.

### 7 – Quels sont vos projets ?

Depuis 4 ans je travaillais avec un ami sur un autre projet qui devient une réalité : la création d'une troupe composée d'artistes ayant une différence qui restent sur le bord du chemin, par rejet du système show-biz, alors qu'ils ont du talent. Aujourd'hui, tout se finalise et la troupe devrait démarrer une tournée à travers la France, en septembre prochain. J'espère que la ville de Clermont-Ferrand accueillera la troupe qui, je suis sûre, fera parler d'elle pour la qualité de ses artistes.

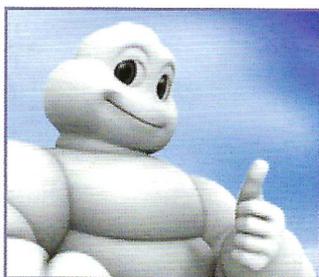
Affaire à suivre.

### 8 - Que vous ont apporté la science et la technologie ?

La médecine est en évolution constante. Il y a 50 ans, un paraplégique avait une espérance de vie très limitée. Il mourait souvent d'escarres. Aujourd'hui ce n'est plus le cas. Mais réparer une moelle épinière pour qu'il remarche, cela semble aujourd'hui du domaine de l'impossible.

Quant à la technologie son évolution aura permis d'améliorer le quotidien des personnes handicapées, à commencer par le fauteuil roulant plus léger, plus maniable, avec un look moins triste, les équipements de voiture, les contrôles d'environnement pour personnes lourdement handicapées. Toute la robotique qui est loin d'avoir atteint ses limites.

Le seul regret, c'est qu'il n'y aura jamais une égalité de chances pour acquérir les aides techniques. Il y aura toujours des personnes handicapées qui, faute de moyens financiers, ne pourront pas améliorer leur quotidien. On entend toujours le même refrain : « petit marché coût élevé ». Quel dommage ! Dans ce domaine les prix baissent très rarement.



## ***EFFORT DE MICHELIN SUR L'ENVIRONNEMENT***

---

**Conférence donnée en février 2008 à l'ADASTA par**

**Hervé MOUSTY**

**de la Manufacture Française des Pneumatiques Michelin  
Responsable de Recherches en Conception de pneu Tourisme et Camionnette  
au Centre de Technologies de Ladoux  
Docteur en sciences chimiques**

### **Résumé de la conférence :**

L'effort de Michelin pour l'environnement sera basé sur une analyse d'impact du pneumatique sur l'environnement tout au long de la vie de ce produit de grande diffusion.

Tout d'abord, nous aborderons les matières premières : réduction de leur besoin par optimisation du produit, matières premières végétales. Concernant la fabrication, nous développons des énergies renouvelables et réduisons la quantité de solvant nécessaire à la fabrication des pneumatiques. Nous traitons les gênes olfactives pour les riverains par oxydation thermique.

C'est l'utilisation du pneumatique qui a l'impact le plus important sur l'environnement à cause de la résistance au roulement. Cet enjeu explique les efforts continus de Michelin pour réduire la résistance au roulement, avec notamment en tourisme l'introduction de la silice dans les années 90.

Le pneumatique permet de minimiser le bruit de roulement ; c'est un souci en milieu urbain, compte tenu de l'augmentation du trafic et de vitesse élevée sur les voies périphériques. Minimiser l'impact du pneu, c'est aussi prolonger la durée de vie de ce produit, c'est-à-dire à améliorer sa résistance à l'usure. En PL par exemple, les techniques de rechapage et de recreusage permettent au pneumatique de parcourir des distances voisines d'un million de km.

Concernant l'usure, celle-ci génère des particules d'usure que Michelin s'est attaché à caractériser.

Enfin, grâce à sa filiale Alliapur, Michelin se préoccupe de valoriser les pneumatiques en fin de vie.

En conclusion, nous montrerons les améliorations de performances de la nouvelle génération de pneumatique Tourisme permettant notamment de réduire la résistance au roulement



## L'Effort de Michelin pour l'Environnement

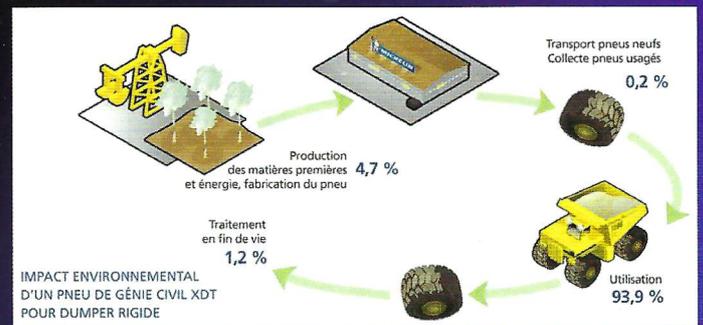
HERVE MOUSTY  
PE4/TC - MICHELIN LADOUX



Page 1 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

## Analyse du cycle de vie du pneu

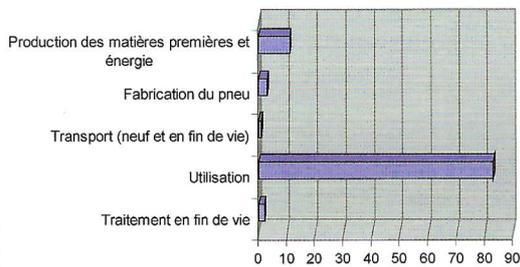
### Pneu Génie Civil



Page 2 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

### Pneu Tourisme

#### Répartition des Impacts d'un Pneu Tourisme Européen au long de son cycle de vie (% de l'impact total)



Page 3 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

### Thèmes abordés

- Matières premières et énergie
- Fabrication du pneu
- Utilisation
  - Résistance au Roulement et émission de CO2
  - Bruit
  - Usure
- Traitement en fin de vie

Page 4 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

## Maîtriser l'impact des matières premières du pneumatique

### HUILES AROMATIQUES

Anticipant la directive européenne 2005/69/CE qui interdit l'utilisation des huiles aromatiques dans les pneumatiques à partir de janvier 2010, nous avons lancé, dès la fin des années 90, un programme de recherche visant à éliminer ces huiles de tous nos pneumatiques, sans concession sur leurs performances. Grâce à ce programme, nous serons en mesure de généraliser leur suppression à l'ensemble des gammes que nous fabriquons ou commercialisons en Europe, dès janvier 2010.



#### Objectif de progrès

Au 1er janvier 2010, suppression totale des huiles aromatiques dans les pneus fabriqués ou commercialisés En Europe



Page 5 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

## Fabrication : Energies renouvelables

Panneaux Photovoltaïques sur le toit de l'usine de Bamberg (Allemagne)  
Les deux éoliennes du site de Dundee (Royaume-Uni)



Page 7 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty



## Fabrication : Traitement des nuisances olfactives

Le travail de la gomme naturelle dégage parfois des odeurs qui, quoique sans danger pour les riverains, peuvent occasionner une gêne. L'échauffement de la gomme au cours des opérations de mélangeage libère des acides gras, formés par fermentation après coagulation du latex. Une quantité infinitésimale suffit pour que notre odorat soit capable de les détecter. A l'issue des campagnes de mesures et de l'installation de différents systèmes de traitement sur plusieurs sites, nous avons défini en 2003 une solution standard basée sur le procédé d'oxydation thermique, qui permet, pour un investissement d'~ 500 000 € par site, de diviser par 10, l'intensité des odeurs des installations de plastification des gommages naturelles. Cette solution est désormais en place sur quatre de nos sites européens situés en zone urbaine et en cours d'examen sur deux autres.



Page 9 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

## Fabrication : Réduction des émissions de Composés Organiques Volatils

CONSOMMATION DE SOLVANTS DE LA LIGNE-PRODUIT  
TOURISME CAMIONNETTE EN EUROPE  
(base 100 : 1992)

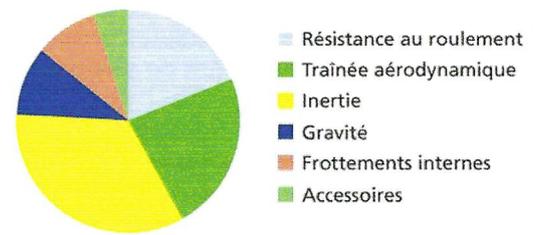


Page 8 Fev 2008



## Efficacité énergétique en roulage

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION  
DE CARBURANT DES VOITURES



Page 12 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

## Impact lors de l'utilisation du pneu

- Résistance au Roulement et émission de CO<sub>2</sub>
- Bruit
- Usure



Système de traitement des odeurs  
par oxydation thermique  
Installé à l'usine de Cataroux en juin 2006

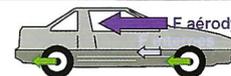
Page 10 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty



### Résistance au roulement

#### Application au véhicule

actions freineuses



véhicule de 1 500 kg  
vitesse stable : 130 km/h  
RR : 10 kg/T

	Force aérodynamique	Frottements internes	Résistance au Roulement	Total
Force ( N )	600	100	150	850
Conso ( l/100 km )	6,5	1,5	2	10

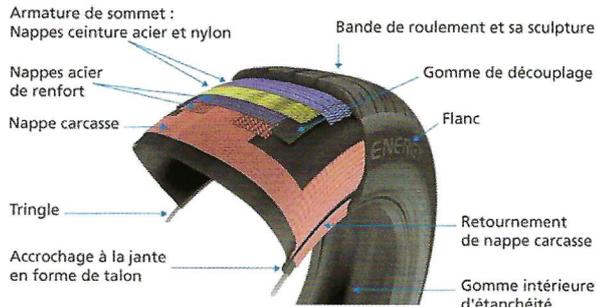
diminution de la résistance au roulement de 20%

	100 km	15 000 km sur 1 an	20 M. véhicules sur 1 an	600 M. véhicules sur 1 an
Gain de conso	0,3 l	45 l	675 000 TEP	20,3 M TEP
Réduction émission CO <sub>2</sub>	900 g	135 kg	2,4 MT	72 MT



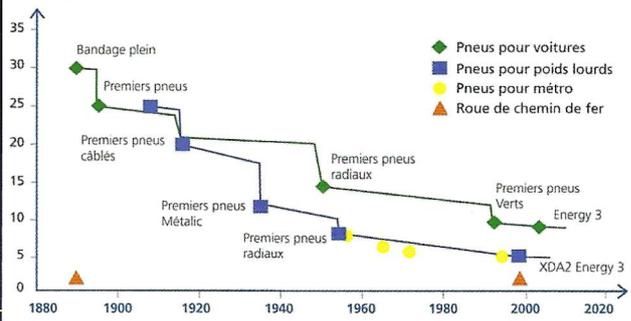
Page 13 Fev 2008 / Effort de Michelin pour l'Environnement / H. Mousty

**COUPE D'UN PNEUMATIQUE**



**Evolution de la Résistance au Roulement**

ÉVOLUTION DU COEFFICIENT DE RÉSISTANCE AU ROULEMENT (en kg/t)



**Comment contribuer à réduire les émissions de CO2?**

Facteurs extérieurs influant sur l'efficacité énergétique des pneumatiques

Au-delà de ses qualités propres, la résistance au roulement d'un pneumatique dépend également de ses conditions d'utilisation.

Certaines sont totalement indépendantes de la volonté du conducteur, comme la température ambiante (la résistance au roulement diminue de 6% quand la température extérieure augmente de 10°) ou la rugosité du revêtement routier (jusqu'à +40% sur un revêtement très rugueux).

D'autres, en revanche, sont maîtrisables par l'utilisateur: hautes vitesses, surcharge et sous gonflage amplifiant les déformations du pneu.

**Résistance au roulement**

**Facteurs d'influence**

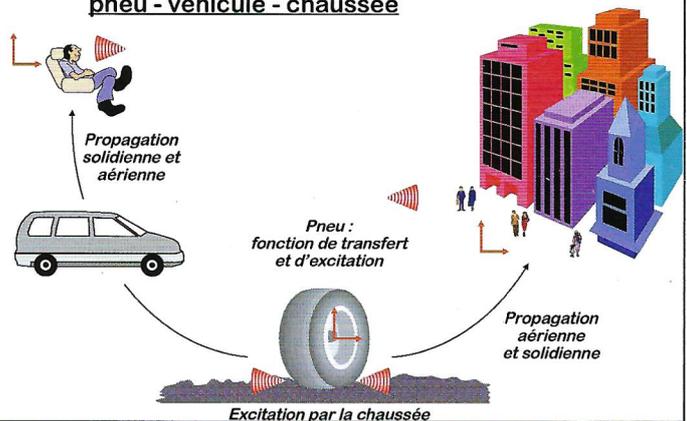
**L'utilisation**

Pression	normale 2.0 bar	100
	dégradée 1.5 bar	115
Usure	neuf 7.0 mm	100
	usure maxi 1.6 mm	80
Mise en température	après 20' de roulage	100
	à froid (15°)	150
Réglage parallélisme	0 mm	100
	10 mm	120



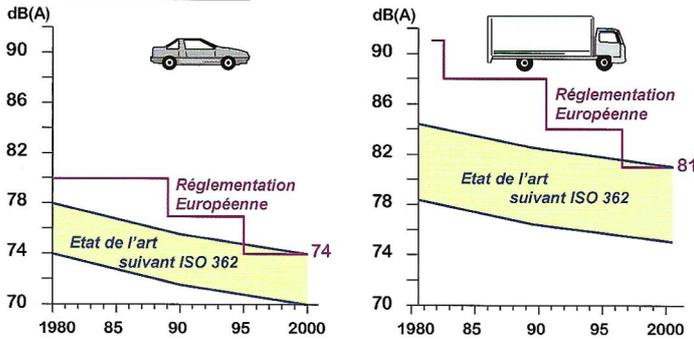
**Le confort des passagers et des riverains**

**mécanismes du système pneu - véhicule - chaussée**



Emission acoustique véhicule - pneu

Evolution des règlements et des véhicules



Efficacité du pneu en roulage : l'usure en TC

POSITIONNEMENT DE L'OFFRE MICHELIN EN EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET EN LONGÉVITÉ  
Étude concurrence Europe commanditée par Michelin en 2006 et réalisée par des organismes indépendants

Segment	Gamme Michelin	Dimension	Positionnement en efficacité énergétique	Positionnement en longévité
Entrée de gamme	ENERGY E3A T	175/65 R 14 T	+ 23 %	+ 27 %
Performance	ENERGY E3A V	205/55 R 16 V	+ 19 %	+ 52 %
Hiver	ALPIN A3	195/65 R 15 T	+ 11 %	+ 47 %
Haute performance	PRIMACY HP	205/55 R 16 W	+ 10 %	+ 25 %
Performance hiver	PILOT ALPIN PA2	205/55 R 16 H	+ 15 %	+ 49 %
Sport	EXALTO 2	205/55 R 16 V	+ 3 %	+ 1 %
Sport haut de gamme	PILOT SPORT 2	225/40 R 18 Y	+ 6 %	- 8 %
Camionnette compacte	AGILIS 51	215/65 R 16 T	+ 18 %	+ 20 %
4x4 performance	LATITUDE TOUR HP	235/65 R 17 H	+ 12 %	+ 11 %
4x4 hiver	LATITUDE ALPIN	235/70 R 16 T	+ 20 %	+ 56 %

Sur chaque segment étudié en 2006, l'offre Michelin la plus récente est comparée à un panel représentatif de notre univers concurrentiel, composé de six à douze pneus récents de différentes marques. La dimension étudiée est l'une des trois dimensions les plus vendues sur chaque segment. Les tests sont réalisés par des organismes indépendants (tels que les TÜV allemand et tchèque ou Test World en Finlande) sur des pneus achetés sur le marché européen.

Les mesures réalisées sur les pneus concurrents font l'objet d'une moyenne arithmétique.

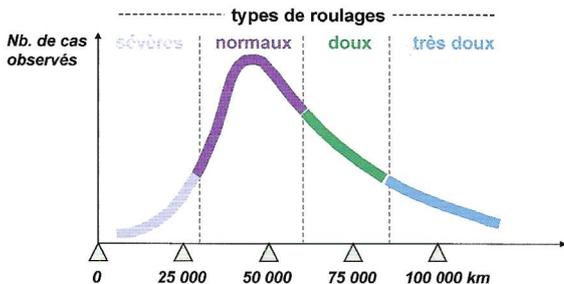
Pour la longévité, les mesures réalisées sur les pneus Michelin sont directement comparées à cette moyenne.

Pour l'efficacité énergétique, on utilise les mesures de résistance au roulement. Si le pneu Michelin présente une résistance au roulement de 8 kg/t contre 10 kg/t pour la moyenne des concurrents, alors l'efficacité énergétique du pneu Michelin est supérieure de  $(10-8)/8 = 25\%$ .



Usure et durée de vie

Rendements kilométriques en Europe



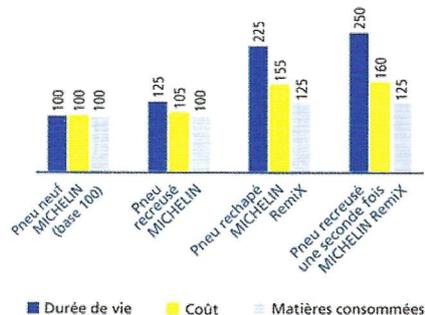
grande variabilité de rendement

l'étendue reflète la variété des conditions d'usage



Efficacité du pneu en roulage : l'usure en PL

ALLONGEMENT DE LA DURÉE DE VIE ET ÉCONOMIES LIÉES AU RECREUSAGE ET AU RECHAPAGE



Usure et durée de vie

Conditions d'usage : les facteurs pneu

Charge	- 20%	nominale	+ 20%
Rendement kilométrique	120	100	80
Pression	- 20%	nominale	+ 20%
Rendement kilométrique	78	100	82
Vitesse	90 km/h	130 km/h	
Rendement kilométrique	100	70	



# Evaluer l'impact des matières premières du pneumatique

## Caractérisation des particules d'usure

Un pneu perd en moyenne 10% de son poids par usure au cours de sa vie. Depuis fin 2003, nos équipes de recherche travaillent sur la collecte et la caractérisation des particules d'usure des pneumatiques. Elles ont notamment mis au point une méthode et un outil permettant de recueillir, en conditions réelles, les particules générées en roulage par des pneus de voiture et de poids lourd. Elles en ont également réalisé une première caractérisation, qui a montré que parmi les débris d'usure ainsi collectés, l'essentiel des particules de diamètre inférieur à 10 microns - qui sont susceptibles de rester en suspension dans l'air - est de nature minérale, donc issu de la route et non du pneu. Avant de pouvoir chiffrer précisément cette observation, il sera nécessaire d'établir une méthode de séparation de la fraction minérale. En février 2007, le Tire Industry project (TIP) a décidé de développer des travaux de caractérisation des particules d'usure et d'identification des enjeux associés en matière d'environnement et de santé. Dans ce cadre, c'est l'outil de collecte mis au point par Michelin qui sera utilisé. Le TIP est un groupe sectoriel rassemblant les 11 principaux manufacturiers de pneumatiques. Il a été constitué en 2005 sous l'impulsion d'Edouard Michelin et travaillé dans le cadre du W9csd Word Business Goundi for sustainable développement.



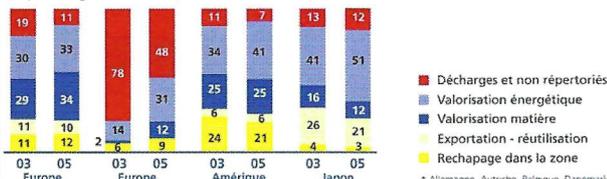
## Valoriser les pneus usés

En Europe occidentale, les taux de valorisation sont passés de seulement 65% en 2001 à près de 90% en 2005.

Les débouchés sont de plus en plus nombreux: dans certains pays où l'on ne savait que faire des pneus usagés, il y a quelques années, on en manque désormais pour satisfaire la demande de tous les valorisateurs

Serge Pallard, responsable du département Valorisation des pneus usagés du groupe Michelin et PDG d'Alliapur

TAUX DE VALORISATION DES PNEUS EN FIN DE VIE  
(en pourcentage du volume total)

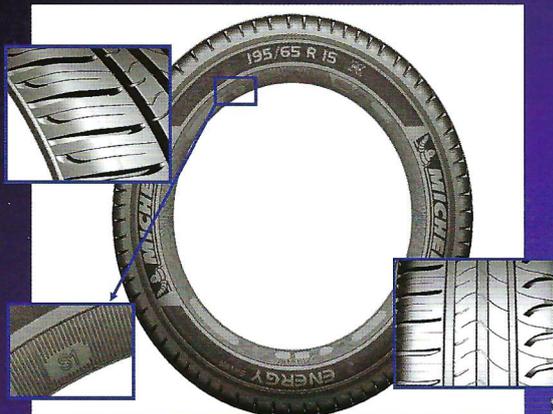


- Décharges et non répertoriés
- Valorisation énergétique
- Valorisation matière
- Exportation - réutilisation
- Rechapage dans la zone

\* Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède, Suisse  
 \*\* Bulgarie, Chypre, Croatie, Estonie, Hongrie, Lettonie, Lituanie, Pologne, Roumanie, Slovaquie, Slovénie, Tchéquie + Malte  
 \*\*\* Canada, États-Unis, Mexique

## En synthèse, le nouveau pneu Tourisme Energy Saver

Excellent équilibre  
RRIt-Adhérence-Usure  
→ Matières premières spécifiques



# LES LICHENS



**JEAN BERTHIER**  
Docteur es Science en biologie,  
Enseignant honoraire de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Il est probable que la lichénisation des champignons par les microorganismes photosynthétiques s'est produite très tôt au cours de l'évolution des organismes aérobies. On peut affirmer la présence de lichens dès le Dévonien, vers - 400.10<sup>6</sup> années (18,34), puisque des carrières dans le silurien plissé ont livré, tant au Wisconsin (USA) qu'au New-Brunswick (Québec), des lambeaux du dévonien inférieur, avec **Spongiophyton minutissimum**, un lichen dichotome de taille et de forme comparables à l'actuel Chlorolichen **Hypogymnia enteromorpha** ou à l'Hépatique feuillée **Trichocolea tomentosa**. Les premières Ptéridophytes comme **Rhynia** du chert écossais, ont donc coexisté avec des Thallophytes humicoles où les lichens jouaient vraisemblablement un rôle essentiel dans la colonisation des milieux continentaux nus et dans l'accumulation de l'humus indispensable aux activités des cycles microbiens du carbone, de l'azote et du phosphore.

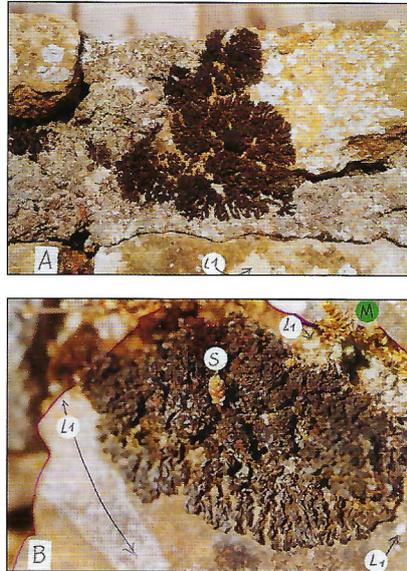


Fig. 1 - Colonisation d'un mur calcaire en Clunyois par un cyanolichen, le Collema :  
A : la colonie lichénique s'installe dans une fente humifère avant de recouvrir la surface verticale des pierres.  
B : une demi colonie de Collema subsiste sur cette pierre, avec en son centre une plantule de sedum. L'autre moitié du Collema a disparu révélant la mousse (M) et le chlorolichen (L1)

contingent de Photobiontes lichéniques, suivi des Photobiontes eucaryotes apparentés au **Tétrahédron** (vers - 0,95.10<sup>9</sup>)

Les flores lichéniques actuelles offrent des types biologiques variés difficilement comparables (10) aux types de la fameuse classification de RAUNKIAER.

Tous les milieux sont colonisables par les lichens, qu'il ne faudrait pas localiser uniquement dans les stations xérophiles ou forestières, puisque des cyanolichens saxicoles et hydrophiles prospèrent sur les rives de nos ruisseaux (par exemple dans les couzes et les rigoles d'altitude du côté de Besse en Chandesse).

Pour simplifier, nous ne retiendrons que 3 modèles particulièrement représentatifs :

**1 - Modèle muscicole**, fortement associé au métabolisme de l'humus, où les cyanolichens dominent :

Bien mieux, vers - 600.10<sup>6</sup> années, il existait une flore lichénique antécambrienne (38), ce qui suggère que la symbiose des lichens est la plus ancienne de la Biosphère. Dans la Biosphère des Protistes initiaux, les cyanobactéries (apparues vers - 3,2.10<sup>9</sup>) ont fourni le premier

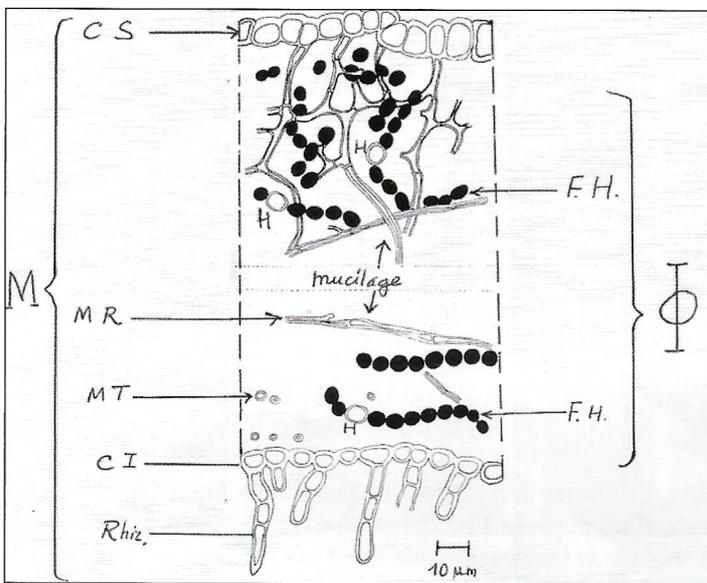


Fig. 2 : Coupe longitudinale radiaire d'un thalle de **Leptogium hildenbrandii** d'après Clauzade et Roux (1985)

M = mycobionte ascomycète  
☒ = cyanophotobionte  
FH = filament à hétérocyste du Nostoc  
CI, CS = cortex inférieur et supérieur  
MR, MT = mycélium radiaire et transverse  
Rhiz = rhizine fixatrice

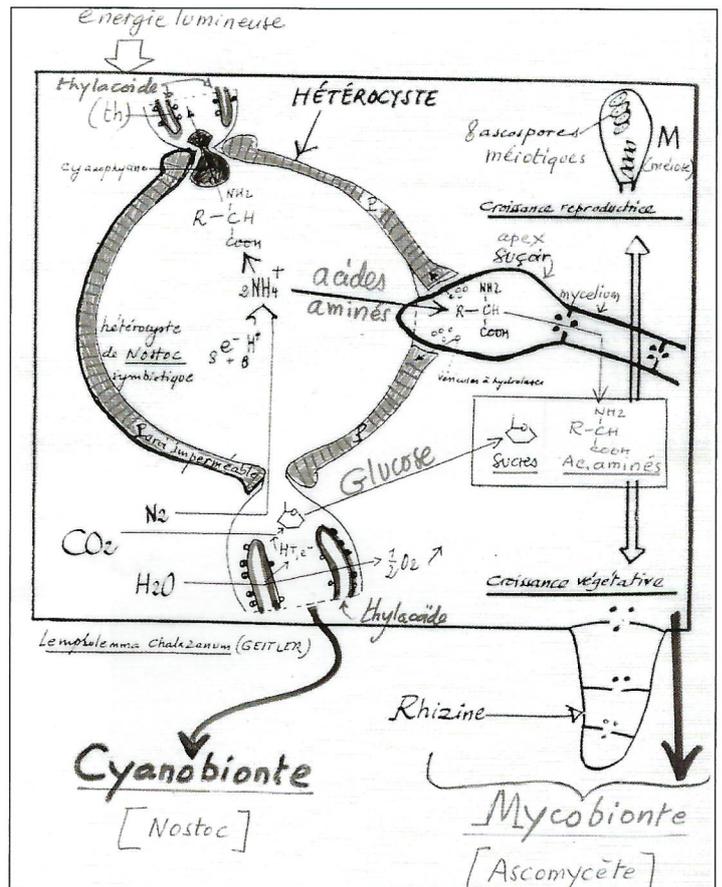


Fig. 3 - Echanges biotiques entre les 2 partenaires d'un lichen à Nostoc (**Lempholemma Chalazanum** (Ach.) B de Lesd., un cyanolichen humicole épiphyte sur les mousses)

- Peltigéracés sciaphiles dont la croissance radiaire annuelle (3) est forte, entre 18 et 27 mm.an<sup>-1</sup>.

- Collématacées héliophiles (fig. 1, 2, 3) de type **Collema** ou **Leptogium**.

**2 -** Le modèle chlorolichén à croissance très lente (3) du groupement crustacé saxicole (1) des Rhizocarpetalia (KLEM 1947) que l'on trouve sur les roches silicatées telles que les granites et basaltes aussi bien que sur les toits en tuiles.

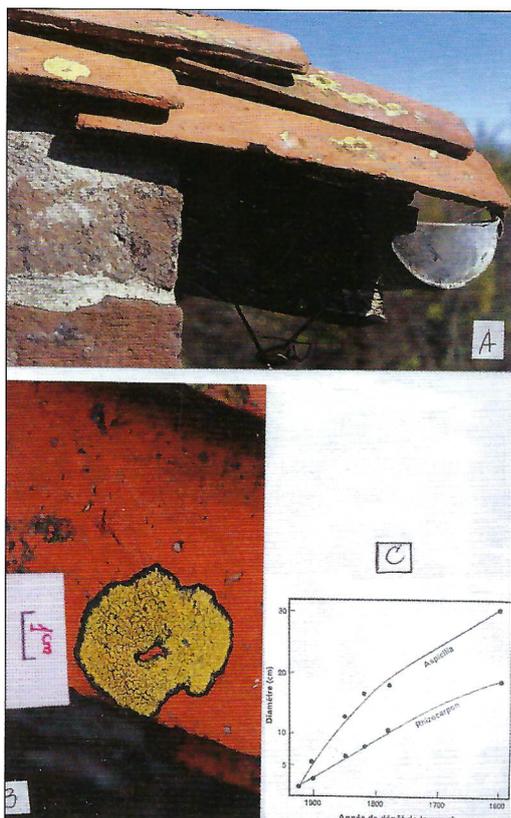


Fig. 4

A : Végétation crustacée d'un toit de tuiles au « Nouveau Creux-Rouge » une zone de vergers à mi-pente des Côtes de Clermont, exploitée au XX<sup>e</sup> siècle par les confituriers de Clermont.

B : Le diamètre du Rhizocarpon géographicum indique l'âge du toit (= 90 ± 5 ans)  
C : Courbe de croissance de 2 lichens saxicoles sur les moraines alpines (d'après Beschel 1957)



Fig. 5 (suite de la Fig. 4) : où l'on observe 3 lichens des Rhizocarpetalia (Klem 1947)

A : Sur le grand lichen foliacé noir le thalle initial a disparu livrant la couleur de la tuile initiale au centre même de la colonie.

B : Les thalles de **Rhizocarpon** de rayon inférieur à 1 cm ont moins de 50 ans.

**3 -** Le modèle des chlorolichens saxicorticoles foliacés du type **Xanthoria parietina** (1) qui s'installe sur les murs, les rochers ou les écorces d'arbres caducifoliés à la suite des **Lecanora** intracorticaux (« blanchette » du frêne et du noyer).

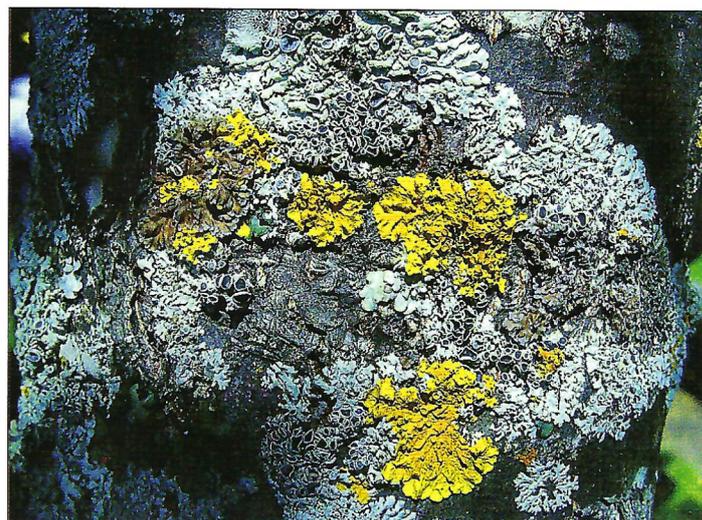


Fig. 6 : L'association lichénique des arbres caducifoliés, isolés imprégnés de poussière azotée (*Xanthorion parietinae* OCHS. 1928) observés au Camping d'Olloix (sorties ADASTA et SHNA).

A : au niveau d'une lenticelle observez un résidu de « Blanchette » (*Lecanora*) la colonisatrice initiale bien connue avec 4 petites apothécies.

B : Colonisation majeure par *Physcia stellaris* (bleuté).

C : Colonisation Intermédiaire par *Physconia pulverulenta* (violet)

D : Colonisateurs récents :

*Xanthoria parietina* (orangé) nitrophile

*Parmelia acetabulum* (vert foncé) indicatrice d'une faible pollution par SO<sub>2</sub> et NO<sub>2</sub>

Cliché Nathalie Vidal, Musée Lecoq

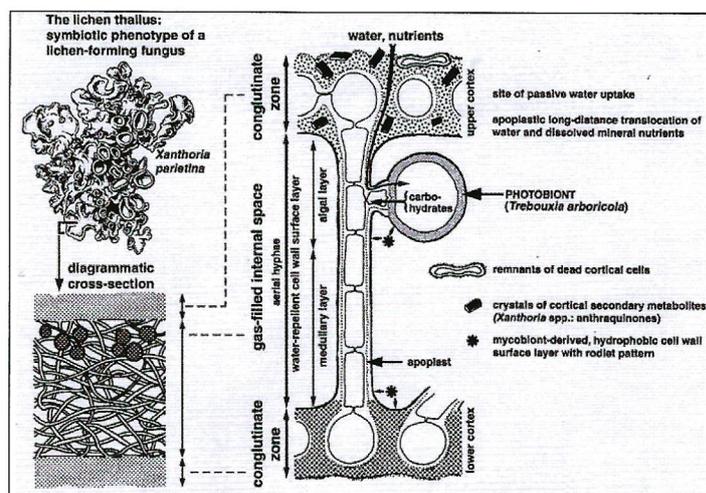


Fig. 7 : Diagramme de Rosemarie Honneger (1993) illustrant les échanges symbiotiques d'un lichen foliacé, le **Xanthoria parietina**, un ascolichen dont le photobionte est une chlorophycée unicellulaire le **Trebouxia arboricola**.

On notera que le *Xanthoria parietina* (« le lichen jaune des murs ») est le bio indicateur des effluves ammoniacales liées à l'activité agricole (nitrophilie).

## LE MODÈLE LEPTOGIUM

On trouve dans la famille des Collématacées des formes rappelant par leur Photobionte (Φ) les Nostocs libres. La fig. 1 montre la succession des végétaux colonisateurs des murs calcaires :

Les chlorolichens de couleur claire (L1),

Le cyanolichén **Collema** de couleur brun foncé, dans sa forme estivale desséchée, en vie latente, où l'on distingue les ramifications plus ou moins dichotomes qui sont bien appliquées sur le substratum.

La mousse et le **Sedum** qui se sont finalement installés dans l'humus accumulé par le **Collema**.

Il peut exister sur les vieux murs calcaires une quatrième étape colonisatrice constituée par une autre collématocée, le **Leptogium** (fig. 2) qui submerge les mousses par l'émission de substances toxiques dites allélopathiques, et les digère par son système rhizoïdien (Rhizines : Rhiz.). La fig. 3 résume les échanges symbiotiques dans le modèle cyanobactérien : le cyanobionte **Nostoc** est le producteur primaire du petit écosystème constitué par le cyanolichen où le Mycobionte ascomycète (M) représente le consommateur final, hétérotrophe pour le carbone et l'azote. En outre le Mycobionte constitue une boîte protectrice des thylacoïdes chlorophylliens dans la mesure où il diminue l'intensité lumineuse à un niveau suffisamment bas qui évite la destruction de la chlorophylle par solarisation, tout en permettant un rendement photosynthétique optimal.

On notera la structure cytohistologique très particulière des hétérocystes cyanobactériens qui assure pour le micro écosystème la fixation de l'azote moléculaire  $N_2$ , permet l'activité de la nitrogénase réductrice de  $N_2$  en  $2NH_3$ . La synthèse d'acides aminés qui en résulte induit le chimiotropisme des apex mycéliens secondaires qui percent la paroi (P) et fonctionnent dès lors en apex-suçoirs (haustories).

## LE MODÈLE RHIZOCARPON

Nous sommes maintenant dans le monde des chlorolichens où le photobionte est constitué, le plus souvent, par une chlorophycée unicellulaire le **Trebouxia**, dont l'ultrastructure est maintenant parfaitement connue (14). Le **Rhizocarpon** est un lichen crustacé, de couleur jaune soufre, très fréquent sur les roches siliceuses et les tuiles (fig. 4, 5), qui est considéré comme le champion de la vie au ralenti. V. AHMADJAN (3) le cite en queue de peloton avec une vitesse de croissance radiaire de  $0.2 \text{ mm.an}^{-1}$ , dans sa première centaine d'années, qui descend jusqu'à  $0.045 \text{ mm.an}^{-1}$  dans le millénaire suivant.

Ce type de lichen étudié par BESCHEL (5) sur les moraines alpines (fig. 4C) permet de mesurer facilement l'âge d'une pierre tombale ou d'un toit de tuiles, voire d'un monument historique relativement ancien.

## LE MODÈLE XANTHORIA

C'est le modèle central de la lichénologie de ses origines à nos jours. Son utilisation par les premiers botanistes doit s'expliquer par son écologie nitrophile (fig. 6) puisqu'il était abondant à proximité des Universités de la belle époque, de celle où Gaston BONNIER s'en saisit en lui appliquant les méthodes de culture pastoriennes (6a, 6b, 13, 29).

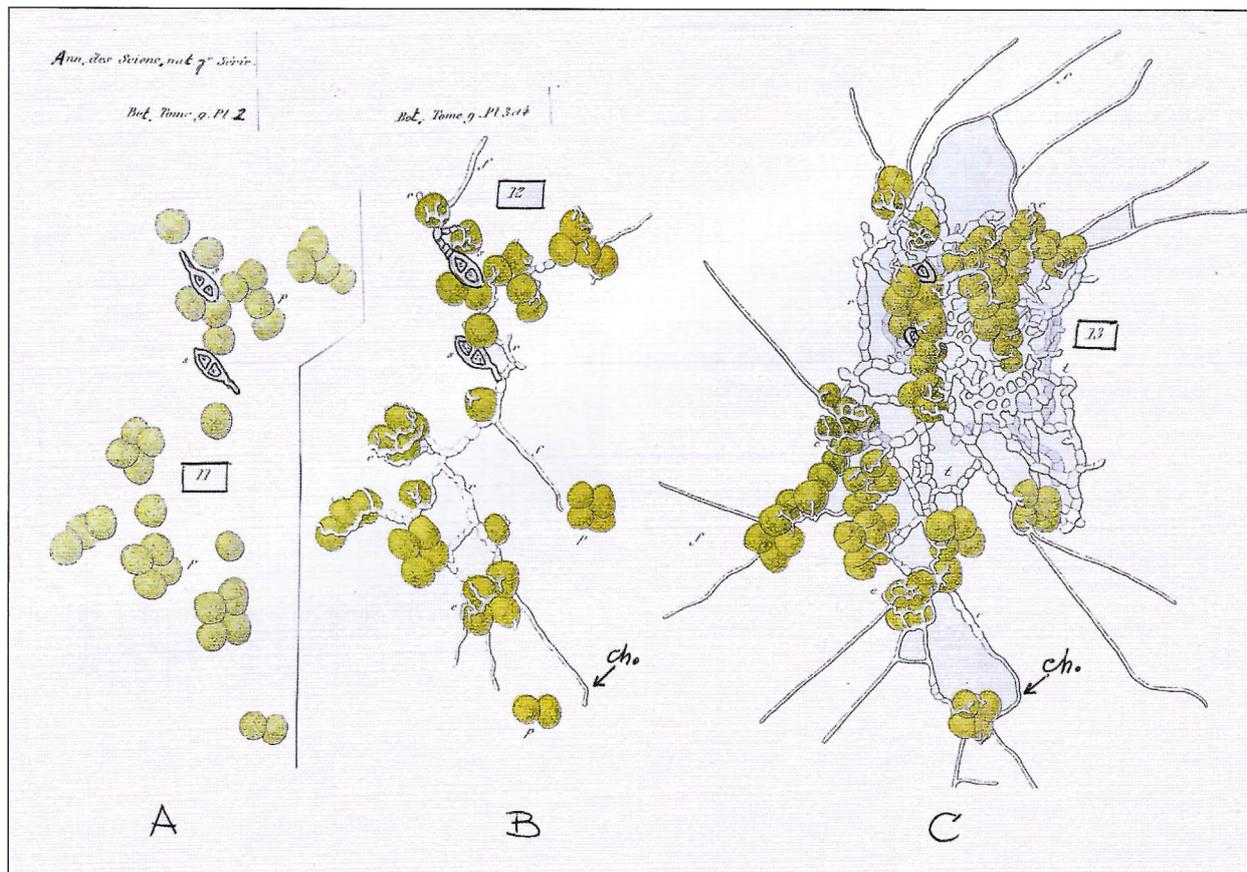


Fig. 8 : Premiers stades de la synthèse de **Xanthoria parietina** (d'après 6.b).

De 1882 à 1886, Gaston Bonnier observe sous le microscope,

et en conditions aseptiques, l'interaction entre des ascospores de **Xanthoria**

et des cellules végétatives d'une Chlorophycée unicellulaire qu'il assimile à « **Protococcus viridés** ».

A - Au début de la culture on observe 2 ascospores (s) et des cellules de l'algue verte (p) souvent groupées par 4 (désagrégation d'autospococystes à tétrades).

B - Après 5 jours de culture, la majorité des algues sont investies par des suçoirs mycéliens que Bonnier désigne sous le terme de filaments-crampons (c). Les filaments-chercheurs (f) représentent le mycélium chimiotropique, bien visible au niveau que nous désignons par (ch.).

C - La même culture 10 jours plus tard. On assiste à la naissance du « faux-tissu » (t) formé par la cohérence et la soudure des filaments mycéliens. Le préthalle (15, 17) est maintenant constitué. Bonnier n'obtiendra le thalle sexué définitif qu'après avoir transféré le préthalle sur lambeau d'écorce stérile exposé, pendant deux années supplémentaires, au microclimat d'une sapinière pyrénéenne.

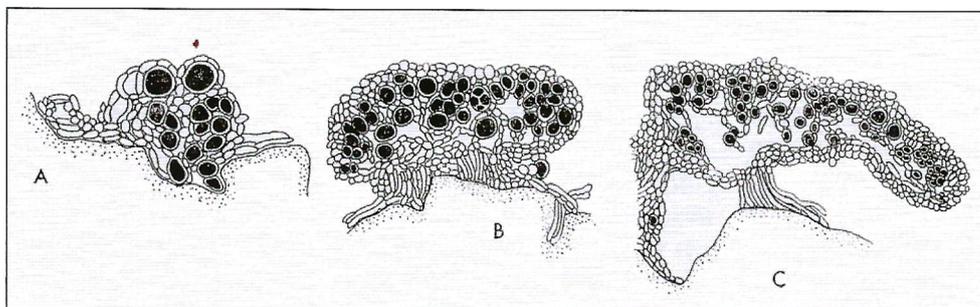


Fig. 9 : Du préthalle au thalle médullé d'après les dessins de R.G. Werner (1930)

A : **Préthalle** formé par la juxtaposition de plusieurs unités symbiotiques fusionnées, présence de rhizines à droite et à gauche.  
 B : **Thalle** juvénile stratifié : l'hypothalle rhizoidogène isole les algues du substrat.  
 C : **Thalle médullé** (fragment radiaire) : la croissance marginale se manifeste par des mitoses abondantes dans le cortex mycélien (apicales en division dans les filaments mycéliens polystiques) et dans la couche algale (autospores du *Trebouxia*).

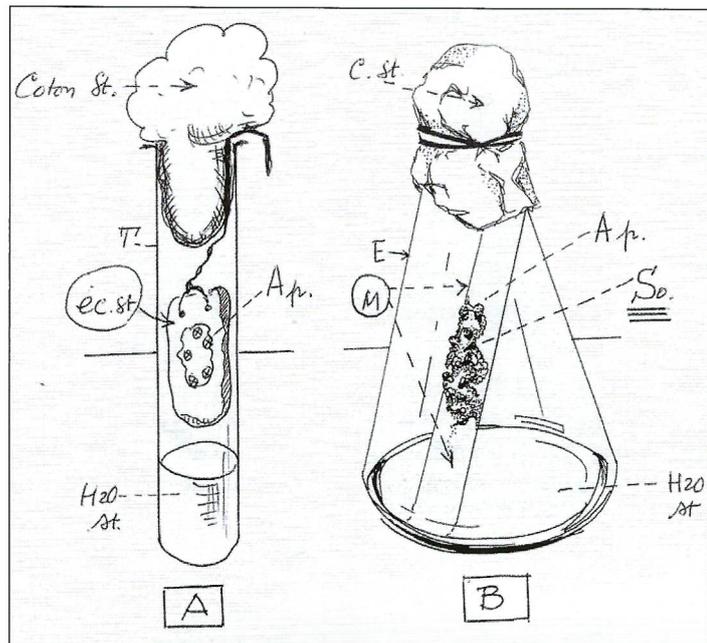


Fig. 10 – La synthèse axénique des lichens jusqu'aux apothécies sporifères (Ap)

A : à l'époque de G. Bonnier (6b, 29) éc - st = écorce stérilisée  
 T = tube à essai 180 x 18 mm  
 B : dans les recherches modernes (3n, 4, 9, 15, 16, 24)  
 E = Erlenmeyer  
 M = lamelle de mica stérilisée  
 So = soralies asexuées.

Malgré quelques contestations locales (13) il revient à G. BONNIER d'avoir synthétisé le premier un lichen en suivant son évolution sous microscope en cellule de VAN THIEGEM aseptique (fig. 8).

A cause des moyens phytotroniques réduits de l'époque, il dut compléter le cycle du *Xanthoria* et du *Physcia* dans ses terres pyrénéennes où la nature assura, en altitude, les stress hydriques nécessaires à l'apparition de la sexualité lichénique (apothécies reproductrices).

Dans les années 30, WERNER (36, 37) étudie avec précision la croissance du *Xanthoria* : La fig. 9 reproduit fidèlement les étapes de la croissance lichénique observée par WERNER.

La recherche moderne a permis de préciser le rôle des lectines (32) ou Phytoagglutinines qui permettent la reconnaissance-adhésion entre Photobionte et Mycobionte (3, 8, 9, 15, 17, 28). La reconnaissance-adhésion se poursuit d'ailleurs pendant toute la durée de la croissance marginale des lichens puisque les autospores du *Trebouxia* ne reçoivent la ponction des suçoirs mycéliens qu'à la fin de leur grandissement cellulaire.

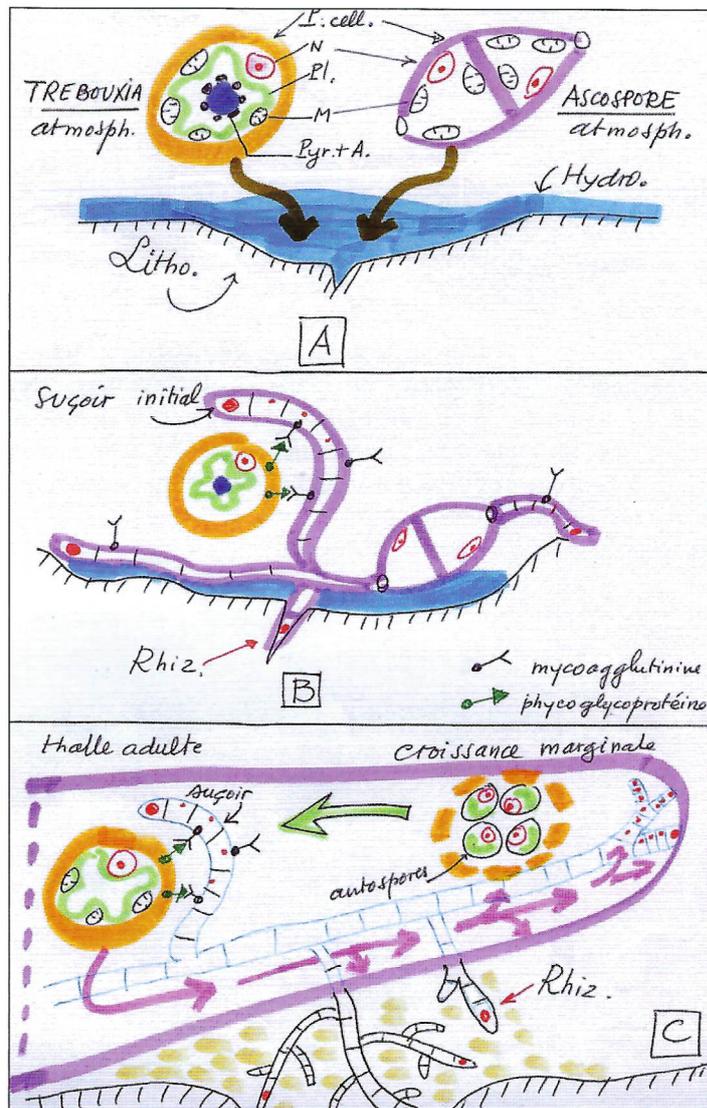


Fig. 11 – La lichénisation permanente des lichens :

A –L'anémochorie initiale dans un contexte écologique difficile :  
 Hydro = hydrosphère à périodicité aléatoire  
 Litho = Lithosphère oligotrophe  
 B : Le préthalle peu spécifique avec la reconnaissance-adhésion initiale  
 C : Le thalle adulte à croissance marginale par autospores :  
 Flèches rouges = flux de nutriments vers les marges en croissance  
 Flèche verte = différenciation des autospores en *Trebouxia* adulte

En conclusion, il ne faudrait pas croire que toute la lumière est faite sur l'Ecologie et la Biologie de ces organismes reviviscents. Les lichénologues actuels se plaisent d'ailleurs à souligner (16) qu'ils ne maîtrisent pas la nature complexe des stimuli qui induisent, en particulier, la sexualité, le morphotype et le chénotype (16) dont nos flores font état pour chaque lichen.

## BIBLIOGRAPHIE

- (1) **ABBAYES, H. (1951)** : Traité de lichénologie – Ed. Lechevallier
- (2) **AHMADJAN, V. (1988)** : The lichen alga *Trebouxia* does it, occurs free-living ? – *Plant Systematic and Evolution* **153** :243-247.
- (3) **AHMADJAN, V. (1993)** : The lichen symbiosis. – New York J. Wiley ed. 250 p.
- (4) **BARTUSCH, H. (1931)** : Beiträge zur Kenntnis der Liebessgeschichte des *Xanthoria* pilzes – *Arch. Mikr.* **3** : 122–157.
- (5) **Beschel, R.E. (1957)** : *Jb. Ver. Schutz. Alpenfl.* – **22**, p. 164
- (6) A) **BONNIER, G. (1886)** : Recherches expérimentales sur la synthèse des lichens dans un milieu privé de germes. – *CR Ac Sc.* p.942 -944  
B) **BONNIER, G. (1889)** : Recherches sur la synthèse des lichens, *Annales Sc. Nat.* 7 série, Bot., **T9**, p 1-34, 5 pl.
- (7) **BUBRICK, P. (1984) et al.** : Observations on free-living *Trebouxia* de Puymaly and *Pseudotrebouxia* Archibald, and evidence that both symbionts from *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. can be found free-living in nature. – *New Phytologist* **97** : 455 – 462.
- (8) **BUBRICK, P. FRENSDORFF, A. (1981)** : Protein from the lichen *Xanthoria parietina* which binds to phycobiont cell walls – *Protoplasma* **105** : 207 – 211.
- (9) **BUBRICK, P. GALUN, M. (1986)** : Spore to spore resynthesis in *Xanthoria parietina* – *Lichenologist* **18** : 47 – 50
- (10) **CLAUZADE, G. RONDON, Y. (1966)** : Types morphologiques et types biologiques chez les lichens – *Mém. Soc. Bot.Fr.* p. 61 – 71
- (11) **CLAUZADE, G. ROUX, C. (1985)** : Likenojde Okcidenta Europo – *Bull. Soc. Bot. Centre-Ouest*, NS **7**, 893 p.
- (12) **GALIO-OLIVEIRA et al (2004)** : Ammonium uptake in the nitrophytic lichen *Xanthoria parietina* and its effects on vitality and balance between symbiosis – *Lichenologist* **36** : 75 – 86.
- (13) **GUILLEMOND, A. MANGENOT, G. (1960)** : *Biologie végétale P.C.B.* 1110 p.
- (14) **HONNEGER, R. (1986)** : Ultrastructural studies in Lichens II. Mycobiont and Photobiont cell wall surface layers and adhering crystalline lichen products in Parmeliaceae – *New phytologist* : **103**, 797 – 808.
- (15) **HONNEGER, R. (1990)** : Mycobiont – phycobiont interaction in adult thalli and in axenically resynthesized pre-thallies stages of *Xanthoria parietina* – *Bibl. Lichenol.* : **38**, 191 – 208.
- (16) **HONNEGE, R. (1993)** : Developmental biology in Lichens – *New phytologist* **125** : 659 – 677
- (17) **HONNEGER, R. (1998)** : The lichen symbiosis. What is so spectacular about it ? – *Lichenologist* : **30** , 193 – 212
- (18) **JAHREN, A.H. et al (2003)** : Lichen metabolism identified in Early Devonian terrestrial organisms – *Geology* – **31 (2)** : 99 – 102
- (19) **KARDISH, K. et al (1991)** : Lectin from the lichen *Nephroma laevigatum* Ach. Localization and Function – *Symbiosis* : **11**, 47-62
- (20) **LALLEMANT, R. (1984)** : Etude de la forme du Thalle de quelques lichens 1) L'ontogenèse du thalle au discolichen *Xanthoria parietina* – *Beitr. Biol. Pflanzen* **59**, 95 - 103
- (21) **LOCKART, C.M. et al (1978)** : Phytonaemagglutinin from *Peltigra canina* and *P. polydactyla* – *FEMS Microbiolo. Lett.* **3**; 127 – 130
- (22) **MELKONIAN et PEVELING, E. (1988)** : Zoospore ultrastructure in species of *Trebouxia* – *Plant Systematics and Evolution.* **158** : 183 – 210
- (23) **MUKHTAR, A; et al. (1994)** : Does the lichentralga *Trebouxia* occur free-living in nature : further immunological evidence – *Symbiosis* **17**, 247-253
- (24) **NASH III, T.N. (1996)** : *Lichen biologie* – Cambridge U. Press
- (25) **OTT, S. (1987)** : Reproductive strategies in Lichens. *Bibl. Lichenol.* **25** : 81- 93
- (26) **OTT, S. (1987)** : Sexual reproduction and development adaptations in *Xanthoria parietina* – *Norde. Journ. Bot.* **7**, 219 - 228
- (27) **OZENDA, P. CLAUZADE, G. (1970)** : *Les lichens*, Masson ed.
- (28) **PETT, P. et al (1983)** : Purified phytolectins from the lichen *Peltigera canina* which binds to the phycobiont cell walls and its use as a cytochemical marker – *New Phytologist* **94**, 103 – 110
- (29) **PLANTEFOL, L. (1950)** : *Cours de Botanique II*, p 81
- (30) **RICHARDSON, D.H.S. (1968)** : Lichen physiology X. The isolated alga and fungal symbionts of *Xanthoria aureola* – *New Phytologist* **67** : 69 – 77
- (31) **SCHERRER, S. et al (2000)** : Interfacial self-assembly of Fungal Hydrophobins of the Lichen-forming ascomycetes *Xanthoria parietina* and *X. ectanoides* – *Fungal Genetics and Biology* **30**, 81 – 93
- (32) **SHARON, N. LIS, H; (1993)** : Sucres et reconnaissance cellulaire – *Pour la Science*, N° 185 (Mars)
- (33) **SMITH, D.C., DOUGLAS, A.E. (1987)** : The biology of symbiosis – Edward Arnold ed. P 1 – 302
- (34) **TAYLOR, T.N., Wilson, A. (2004)** : SEM analysis of *Spongiophyton* interpreted as a fossil lichen – *Int. Pl. Sc* **165 (5)**, 875 – 881
- (35) **VAN MALLUWYNN, C., LEROND, M. (1193)** : *Guide des lichens*
- (36) **WERNER, R.G. (1930)** : Histoire de la synthèse lichénique – *Mém. Soc. Sc. Nat. Maroc* : **27**, 1 – 45, 5 planches
- (37) **WERNER, R.G. (1968)** : L'élaboration de la synthèse lichénique – *Mém. Soc. Bot. Fr. sur les lichens*, p 11 23
- (38) **XIAO, Y. X., TAYLOR, T.N. (2005)** : Lichen – like symbiosis 600 – 10<sup>6</sup> years ago – *Science*, **308**, 1017 - 1020

# LES ENERGIES DANS L'ILE DE LA REUNION

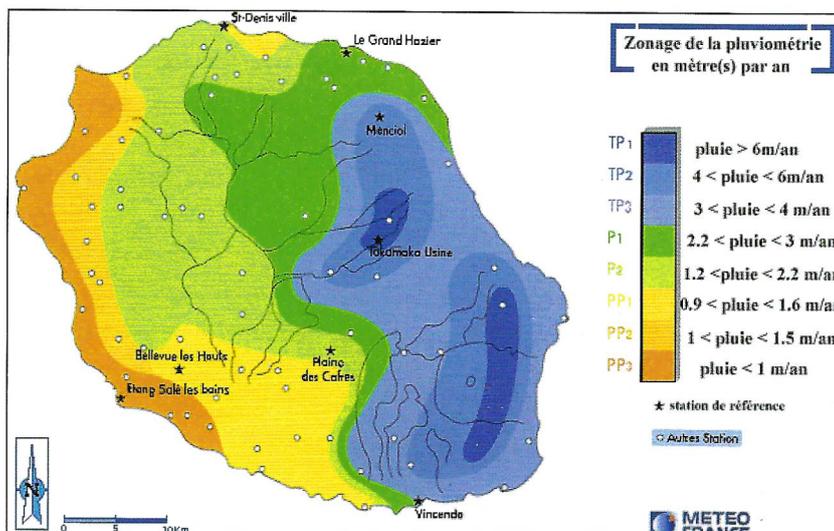


**CLAUDE LANET**  
*Passionné de l'île de la Réunion, vulcanophile, membre de l'ADASTA, bien connu pour ses activités en géologie.*

Cette île trois fois plus petite que le Puy de dôme (2512 km<sup>2</sup> contre 7970) mais un tiers plus peuplée (800.000 habitants contre 623.000) connaît une croissance actuelle de 4% de sa consommation électrique.

A l'est, son exposition aux alyés détermine une zone climatique pluvieuse et venteuse (records mondiaux de pluie au Commerson en 15 jours 6 m d'eau) tandis que la côte ouest, sous le vent, est chaude et sèche.

Ce qui coupe en deux parties sa production énergétique suivant une ligne sud-ouest/nord-est.



Pluviométrie

La partie Est est le domaine de l'hydraulique et de l'éolien, quand la partie Ouest voit l'implantation du thermique (charbon, fuel lourd, diesel, bagasse, et peut être biocombustible dans l'avenir, avec une volonté nettement affichée de rendre ces énergies de plus en plus propres. Le photovoltaïque, le thermosolaire, l'énergie de l'océan étant communs à toute l'île.

Du fait de son insularité la Réunion doit produire toute son électricité dont la demande ne cesse de croître :

- forte démographie : en 1999 706.000 habitants aujourd'hui 810.000,
- modernisation des ménages (air conditionné),
- éclairage public,
- nombre croissant d'entreprises,
- pompes d'irrigation du littoral ouest,
- tram train en 2012.

En résumé la Réunion est confrontée à une grave crise énergétique.

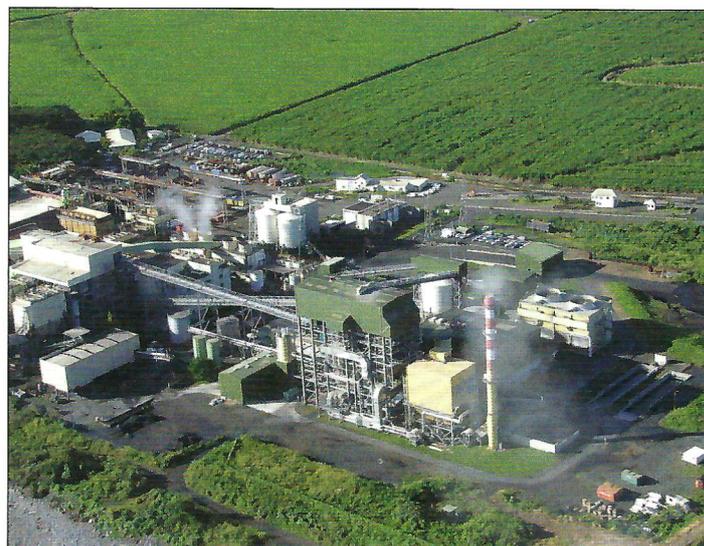
Aujourd'hui autosuffisante...demain ? Cette crise éventuelle explique la volonté extrême de produire plus et proprement en consommant moins.

## CENTRALES THERMIQUES

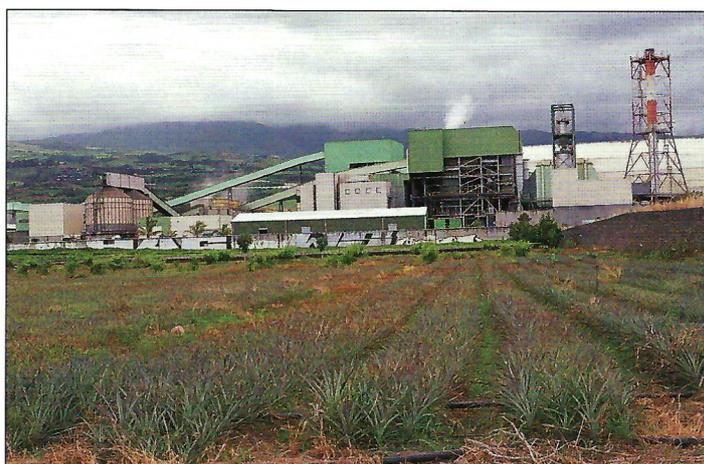
- **Bois Rouge** - fabrication de sucre, de rhum et d'électricité
- **Le Gol** - fabrication de sucre et d'électricité

Ces deux centrales fonctionnent à la bagasse (résidu de la canne à sucre après extraction du jus) 120 à 140 T/h (Tonne/heure) pendant la saison de la récolte juin à décembre.

Durant cette période les deux centrales fournissent 70% de l'électricité consommée. En dehors de la période sucrière elles marchent au charbon. La centrale de Bois Rouge va bientôt brûler des déchets verts broyés A la Réunion un camion passe tous les 15 jours pour ramasser les déchets de jardin. Un gros effort est fait pour améliorer la qualité des rejets dans l'air de ces deux centrales.



Centrale Bois-Rouge



Centrale du Gol



Centrale-port EDF

- **Le Port** - comprend 3 moteurs diesel, 7 moteurs au fuel lourd, 3 TAC (Turbine à Compression) de 20 MW chacune. Les moteurs vétustes doivent être arrêtés définitivement en 2010
- **Le Port Est** : construction d'une TAC de 40 MW. Construction d'une centrale diesel avec des moteurs plus propres en 2011 de 160 MW.

### HYDROÉLECTRICITÉ

Jusqu'en 1975 celle-ci suffisait aux besoins de l'île puis introduction du fuel et du charbon en complément.

Sept sites de production :

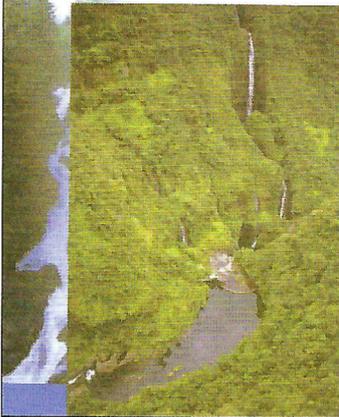
- Takamaka 1 en service en 1968 chute 270 m

EDF  
Amin DELORME  
EDF Ile de la Réunion

## TAKAMAKA 1

Ouvrages Amont

- Débit capté: 7,5 m<sup>3</sup>/s
- Barrage: 25300 m<sup>3</sup>
- Hauteur de chute: 270 m



- Takamaka 2 en service en 1989 chute 300 m

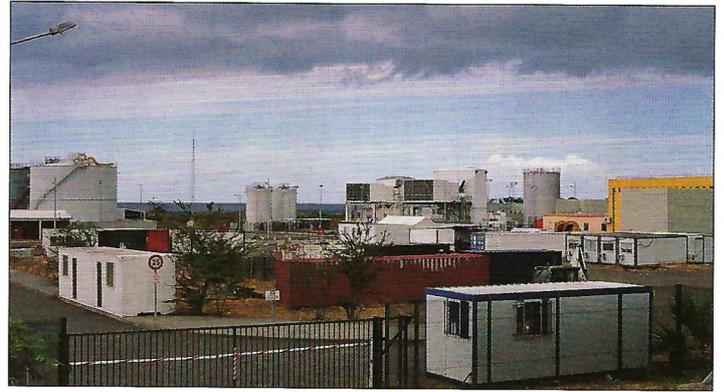
EDF  
Amin DELORME  
EDF Ile de la Réunion

## TAKAMAKA 2

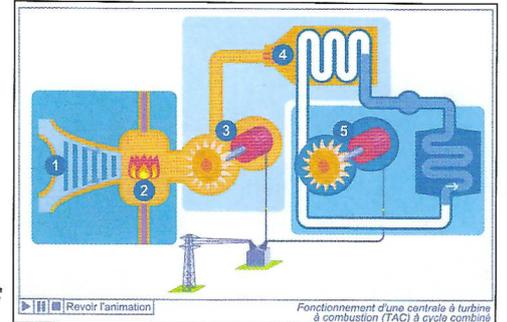
Ouvrages Amont

- Débit capté: 9 m<sup>3</sup>/s
- Barrage: 116000 m<sup>3</sup>
- Hauteur de chute: 324 m

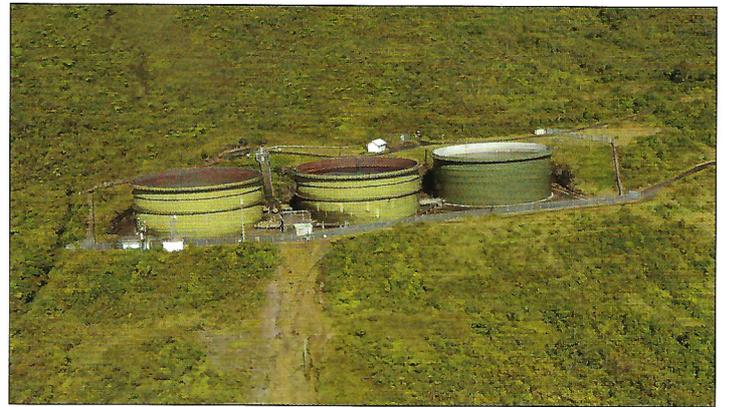




Port Est



- Rivière des marsouins
- Rivière de l'Est en service en 1974 la plus importante 67 MW.



EDF réservoirs



EDF rivière de l'est

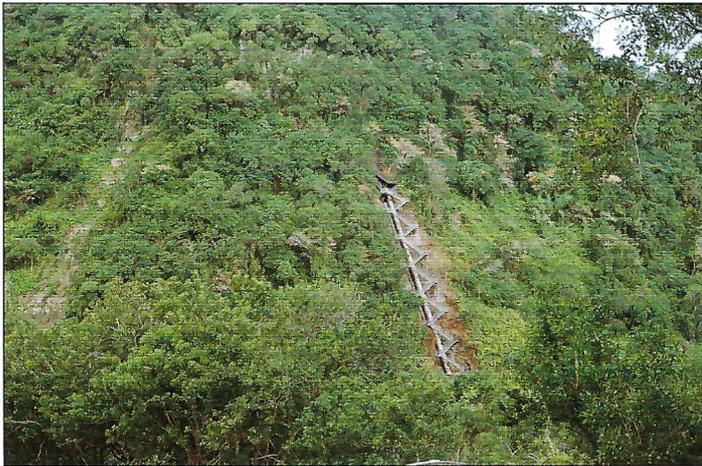
L'eau provenant du captage des Orgues à plusieurs kilomètre de là, est stockée dans trois réservoirs de 25.000m<sup>3</sup> chacun (un quatrième est en construction) puis acheminée à la centrale de Marine Sainte Rose par une conduite forcée de 4,5km, chute 810 mètres, vitesse finale 400 km/h dans trois turbines Pelton de 22 MW chacune (construction d'une quatrième turbine pour le quatrième réservoir) En 2006

la centrale couvrait 20% de la production totale de l'énergie de l'île.

- Bras de la Plaine en service en 1971 5 MW
- Rivière Langevin en service en 1961 4 MW



*Rivière du Bras de la plaine*



*Rivière Langevin*

- Bras des Lianes (centrale privée) 2,2 MW

## ENERGIE EOLIENNE

Cette énergie existe depuis fort longtemps dans le monde. Au 7<sup>ème</sup> siècle les Persans avaient déjà des moulins à vent. Ceux-ci ne se sont généralisés en Europe qu'au 12<sup>ème</sup> siècle

Les éoliennes de la Réunion, en raison des cyclones, sont rabattables rapidement.



*Eoliennes rabattables*

Il existe plusieurs sites :

- dans les hauts de Sainte Suzanne à la Perrière 37 éoliennes de type Vergnet de 60 mètres de haut de 275 KW chacune
- à Sainte Rose 23 éoliennes de type Vergnet de 275 KW,

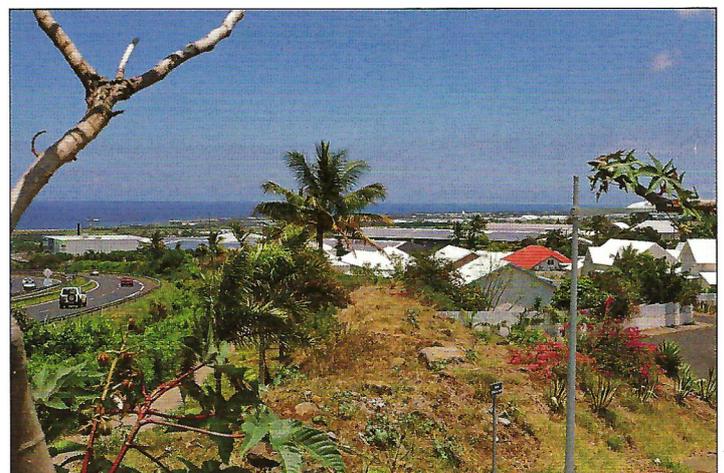


*Parc éolien Ste. Rose*

- en prévision à Piton Sainte Rose 6 éoliennes de 70 m de haut de 1 MW l'une.
- il existe quelques autres sites, par exemple à Sainte Marie.

## PHOTOVOLTAÏQUE

En 2003 les communes de Sainte Marie, de Sainte Suzanne et de Petite Ile inauguraient les premières installations connectées au réseau, chacune d'un KWe (Kilowatt crete), installations situées sur le toit des écoles ; dans le même temps s'effectuait une réhabilitation complète des écoles. Parallèlement à ces installations les écoliers suivaient un enseignement sur le photovoltaïsme et les économies d'énergies.

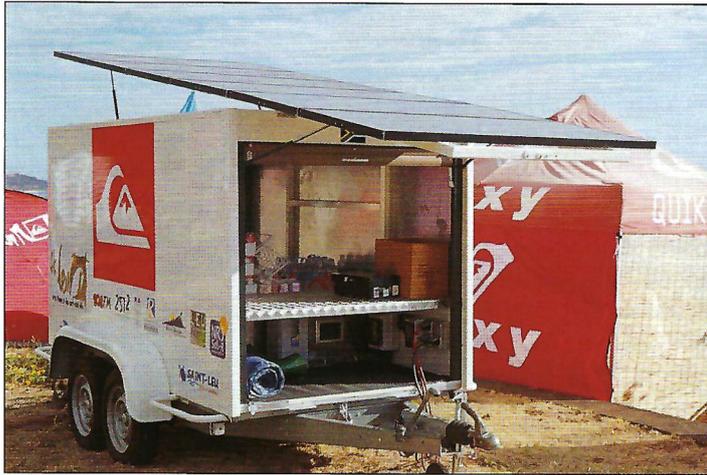


*Hangar avec panneaux*

Le solaire photovoltaïque est la conversion directe du rayonnement solaire en électricité en utilisant des panneaux semi-conducteurs.

*Inconvénients* : Coût élevé, stockage, rendement seulement 10%, nécessité d'un onduleur pour transformer le courant continu en alternatif. Malgré cela le photovoltaïque est en plein essor.

Les habitants du cirque de Mafate sont équipés de panneaux voltaïques, 342 systèmes, et de chauffe-eau solaires. A noter également la belle réalisation du club de surf de Saint Leu qui alimente ses manifestations grâce à une remorque équipée de trois panneaux solaires. A saint Leu également la municipalité vient de s'équiper de vélos électriques rechargeables grâce à des panneaux montés sur un minibus.



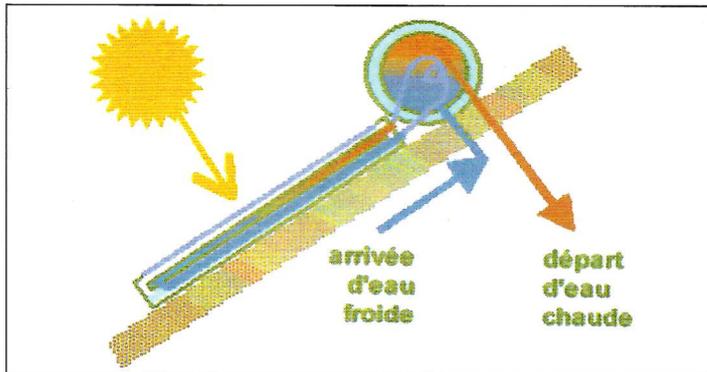
Remorque photovoltaïque

La Réunion arrive au 4<sup>ème</sup> rang pour l'équipement après le Luxembourg, l'Allemagne et l'Espagne. A l'heure actuelle la plus grande ferme photovoltaïque de France (100.000 panneaux) est en construction à sainte Rose.

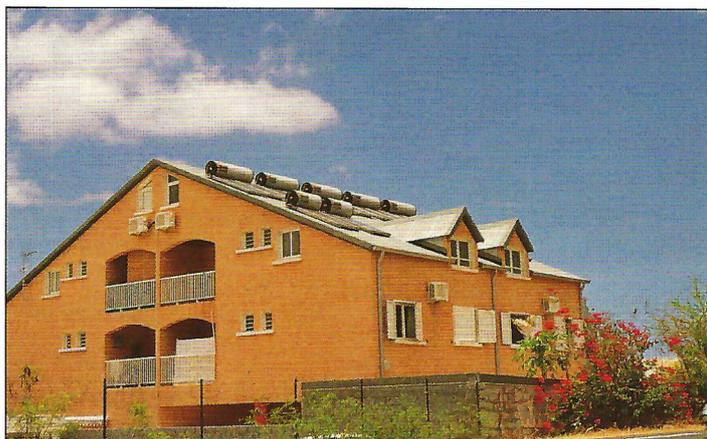
## SOLAIRE THERMIQUE

La Réunion bénéficie d'un très bon ensoleillement favorable à ce type d'installation.

En 2007 84.000 chauffe-eau étaient en service. L'équipement est en progression de 3000 m<sup>2</sup> par an.



Chauffe eau



Immeuble collectif

## ETM ENERGIE THERMIQUE DES MERS

La houle de l'océan est très forte sur certaines parties de la côte d'où l'idée de créer une usine houlomotrice.



La houle à l'est

### Quelques usines houlomotrices!

**La colonne d'eau oscillante**  
C'est la technologie la plus développée dans le monde.  
Elle peut être appliquée sur la côte ou en pleine mer.

Quelques développeurs actuels:  
Wavegen (RU)  
Energetech (Australie)  
Orecon (RU)  
... pour des puissances allant de 50 kW à 2 Mw en pleine mer.

ARER houlomotrice

L'étude est en cours et devrait se réaliser d'ici 5 à 10 ans. Mais c'est surtout l'utilisation du gradient thermique qui est envisagée 24° en surface – 2 à 5° à 1000 m de profondeur. A la ville du Port un projet de pompage de l'eau froide est en cours. Utilisation directe de l'eau froide :

- climatisation des hopitaux, des halls d'exposition, des zones industrielles d'aquaculture en effet l'eau profonde est riche en nutriments, culture de micro algues pour le biocarburant.
- production d'eau pure par condensation sur une surface froide de l'eau chaude de surface
- éventuellement production d'électricité pour alimenter la station de pompage.

## GÉOTHERMIE

En 1985/86 2 forages eurent lieu, l'un dans le Grand Brûlé jusqu'à 3000 m s'est avéré négatif, l'autre à Salazie jusqu'à 700 m s'est lui révélé positif.

En 2000 reprise du projet, des travaux préliminaires sont entrepris.

En 2005 le Conseil Général arrête la zone des forages. Trois emplacements sont retenus dans la Plaine des Sables.

- au pied du Piton Chisny
- au pied du Demi Piton
- contre le rempart de la Plaine des Sables



# LES JEUNES POUSSÉS DE L'ADASTA

Chaque année de jeunes enfants sont inscrits à l'ADASTA pour devenir « Jeunes Poussés », épaulés pour cela par leurs aînés.

Les enfants autour de leurs animateurs découvrent les différentes approches de la science sous des aspects ludiques dans les domaines variés de la physique, chimie, biologie, astronomie, sciences de la vie et de la terre etc...

Pendant la session les Jeunes Poussés seront reçus à l'école d'ingénieur Polytech aux Cézeaux afin de réaliser des activités en compagnie des élèves ingénieurs.

Les séances ont lieu une fois par mois, le mercredi après-midi, quelquefois deux lorsque nous programmons des visites scientifiques dans les musées clermontois.

La revue précédente présente le récapitulatif des photos et résumés des séances des six premiers mois d'activités 2008.

Cette revue est fournie gratuitement aux adhérents de l'association, et remise gracieusement aux enfants « Jeunes Poussés ». A défaut, vous pouvez l'acheter en contactant le bureau de l'ADASTA.

Pour de plus amples renseignements concernant les inscriptions, vous pouvez joindre soit la responsable scientifique Pierrette Tourreix, soit la responsable administrative Claudie Bally.

Sinon, vous pouvez, dès maintenant remplir le bulletin de préinscription ci-dessous et l'adresser à Claudie Bally, 74 rue Beausoleil à Clermont Ferrand 63100.

## Fiche de préinscription aux animations 2009 – 2010

(une fiche par enfant)

NOM de l'enfant : .....

Prénom de l'enfant : .....

Date de naissance : .....

Enfant scolarisé à : .....

Classe suivie : .....

Adresse : .....

Comment avez-vous connu les Jeunes Poussés de l'ADASTA ? .....

## ADASTA

### Adhésions et Abonnements

Adhésions à titre individuel ..... 30 €

Adhésions à titre collectif ..... 80 €

L'adhésion donne droit à la revue Auvergne-Sciences, à des réductions sur les locations et les achats, à des invitations aux conférences et aux visites d'entreprises (une participation aux frais peut être demandée lors de certaines visites).

**Permanences** - elles sont assurées par les bénévoles :

du Lundi au Jeudi de 8h à 12h et de 14h à 17h et le Vendredi de 8h à 12h (*juillet et août inclus*)

En cas d'absence laisser message sur répondeur ou E-mail.

Adresser le courrier : **ADASTA, Centre Riche-Lieu - 13, rue Richelieu - 63400 Chamalières**

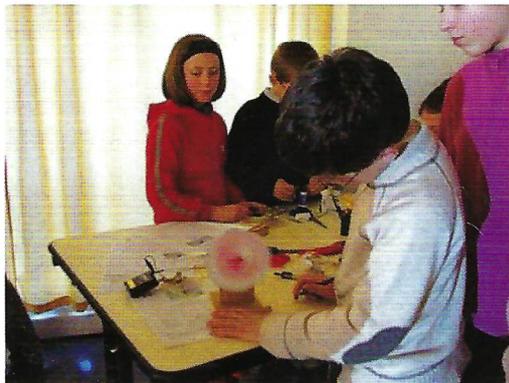
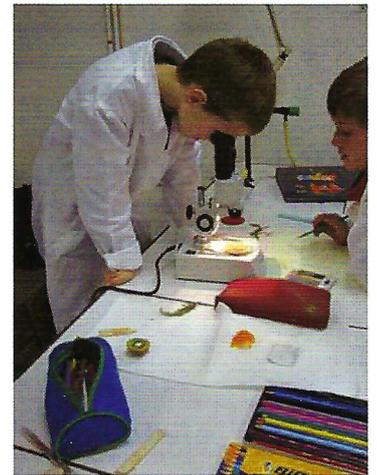
**Siège social - 10, rue de Bien-Assis - 63000 Clermont-Ferrand**

**Tél. 04 73 92 12 24 - E-mail : [adasta@wanadoo.fr](mailto:adasta@wanadoo.fr) - Site internet : <http://perso.wanadoo.fr/adasta>**

Dépôt légal Juin 2009 - N° ISSN - 1166-5904



# Les Jeunes Pousses de l'Adasta



C'est cela

