

Académie et Société Lorraines des Sciences



PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 9 NOVEMBRE 2000

Présents : 68 personnes

Excusés : Mme Grand'Eury, Mrs Chollot, Boulay, Courbet, Barmagaud, Choné, Bégorre, Longuet, Dap, Gronier, Flon, Guerrier de Dumast, Pellerin.

Le Président J.M. Keller ouvre la séance solennelle de rentrée à 18h, le secrétariat étant assuré par A. Bautz. Après quelques mots de bienvenue, il dresse le bilan des activités du Conseil d'Administration depuis le 1er janvier 2000 : rédaction des nouveaux statuts ; relations avec les collectivités locales et régionales ; séance de pré-rentree au Club Pernod ; sortie d'étude sur les truffes en Meuse ; montage du programme 2000-2001 ; préparation de réunions avec la Mairie de Nancy et la Région ; création d'un Prix des ASLS.

Le Président présente le Conférencier Mr Bernard Strauss, Directeur interrégional Nord-Est de Météo France à Strasbourg, et rappelle les grandes lignes de son parcours universitaire et professionnel. Il fait la lecture d'un texte transcrit de l'allemand et transmis par un de nos Sociétaires Jean Wingert, texte relatant une tempête catastrophique survenue dans l'Est le 10 mars 1892.

*Avant de commencer sa conférence " **Des changements climatiques aux difficultés de la prévision des averse.... Interactions entre météorologie et technologie (informatique, satellites...)** ", Mr Strauss exprime sa satisfaction de voir la Météorologie, Science physique, replacée parmi les Sciences humaines, comme Science au service de l'humain, de la sécurité des personnes et des biens.*

Les prévisions du temps peuvent être de différents niveaux : prévision d'une averse dans la demi-heure qui suit, prévision d'une tempête d'ici quelques mois, prévision du réchauffement de la planète dans cent ans. La première partie de la conférence

est consacrée à "**comment prévoir le temps ?**". Les météorologistes s'appuient sur une méthode physique de modélisation numérique sur ordinateur de l'atmosphère, méthode comportant plusieurs étapes.

1^{ère} étape : "**comment obtenir les données à l'entrée ?**". L'obtention des données au jour le jour résultent des relevés (température, pression atmosphérique, pluviométrie ; 15000 observations dans le monde, sur terre et sur mer, deux fois par jour), des radiosondages à l'aide de ballons stratosphériques s'élevant jusqu'à 30 km (600 sondages, deux fois par jour), des données de l'aviation civile (16000 données, deux fois par jour), de la télédétection par satellites géostationnaires Météosat (à 36000 km à l'aplomb de l'équateur, renseignent sur l'état de la surface de la terre et des océans selon les saisons, l'indice de végétation en mars par exemple, la neige, la glace).

2^{ème} étape : "**que fait-on de ces données ?**". Elles sont l'objet d'une assimilation reposant sur la mécanique des fluides, la planétologie. Ce système d'assimilation établi selon un cycle est "meilleur" que les observations. Le **modèle numérique de simulation** avec son aspect algorithmique et son aspect physique (4 couches sont définies, la terre, les feuilles, l'eau, la neige) conduit à une prévision d'ensemble avec estimation de l'incertitude.

3^{ème} étape : "**Les données de sorties**". A partir de fiches informatiques, elles sont mises en forme et soumises à une première interprétation automatique, puis à une **expertise du prévisionniste** conduisant à l'interprétation finale.

Les progrès actuels sont liés au développement des satellites et de l'informatique (une opération de 1h15 en 1980, exige 15 secondes en 2000). Mr Strauss rappelle les événements clés et les scientifiques marquants de l'histoire de la météorologie : 1888, Von Helmholtz ; fin du 19^{ème} siècle, Bjerknes ; 1922, Richardson, mécanique des fluides ; 1940, Von Neumann ; 1950, premières prévisions numériques ; 1966, premier modèle en équations primitives.

Les performances de la prévision du temps à l'échelle synoptique et planétaire sont bonnes jusqu'à 3 jours (85%). Il y a encore du signal utile, non communiqué au grand public, à 10 jours. Le point critique est le 6^{ème} jour.

La fin de la conférence porte sur deux cas particuliers, les grandes tempêtes et les grands changements climatiques.

Les grandes tempêtes comme celle de septembre et surtout celle catastrophique de décembre 1999 restent exceptionnelles. Il y en a eu déjà d'aussi fortes par le passé, en décembre 1896, en mars 1892. Une première narration de grande tempête est dans les Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de 1821.

Pour les grands changements climatiques, sur plusieurs décennies ou un siècle, la difficulté est de cerner les facteurs mis en jeu et d'évaluer leur rôle éventuel, rôle des gaz à effet de serre par exemple, CFC, CO₂, CH₄, N₂O, C halogéné. La Terre s'est réchauffée de 0,6 à 1°C en un siècle, le niveau de la mer s'est élevé de 10 à 20 cm. Une élévation globale de la température estimée entre 1,5 à 6 °C pourrait affecter la Terre d'ici 2100, élévation plus importante sur les continents que sur les océans. Elle serait accompagnée d'une élévation du niveau de la mer, entre 15 à 80 cm. Ces estimations sont basées sur l'étude des variations du taux de CO₂ qui tend à augmenter considérablement. La grande inconnue dans ces estimations est le rôle des nuages et de l'eau. Il est difficile de dire si à cette élévation de la température sera liée à une augmentation de la fréquence et de la gravité des tempêtes.

En conclusion, Mr Strauss met l'accent sur les progrès constants de la météorologie sur le plan scientifique, mais aussi sur le plan politique. La coopération internationale est de plus en plus saine. Tout le monde a besoin de tout le monde. La France par exemple ne peut pas travailler sans l'Europe, les USA, la Chine.

La conférence a soulevé de nombreuses questions : rôle de la vapeur d'eau dans l'effet de serre ? ce n'est pas une composante de l'effet ; diffusion des informations météorologiques, libres et gratuites ? ou vendues ? les deux sont possibles ; impact de l'élévation de 6°C de la température de la Terre ? important pour les organismes animaux et végétaux, pas fondamentalement pour le système climatique ; activité solaire sur l'évolution climatique ? oui, mais des incertitudes et pas d'études ; intérêt éventuel d'une reforestation pour le CO₂ ? controversé, pas une bonne solution à longue échéance.

Fin de la séance à 20h.

A l'issue de la séance, au cours d'une réception offerte par la Communauté Urbaine du Grand Nancy, le Président présente la nouvelle couverture du Bulletin et un [diaporama](#) rappelant l'histoire de son évolution. Le Bulletin, tiré à 600 exemplaires, est diffusé dans 55 pays et échangé avec 250 Sociétés savantes.

Le Président : Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire annuel : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie et Société Lorraines des Sciences



PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 14 DECEMBRE 2000

Présents : 52. Ont signé le cahier: Mmes Lionel-Pelerin, Grand'Eury, Pesias, Malo, Puton, Gimenes, Mrs Bautz, Keller, Combremont, Robaux, Cordier, Perrin C., Franiatte, Tognoli, Coudry, Philipon, Pierre, Courbet, Boyer, Landes, Pargney, Jacquemin, Dardaine, Claudon, Pizelle, Claude, Jacquin, Duval-Cesar, Rauber, Fossard, Halter, Coupechoux, Nourrisson, Okitaudji, Georges, Puton.

Excusés : Mmes Keller-Didier, Nicolas, Mrs Choné, Bégorre, Mangin, Dap, Delivré, Fonta, Longuet, Flon, Berna, Bareth, Chollot, Daul.

Le Président J.M. Keller ouvre la séance à 18h10, le secrétariat étant assuré par A. Bautz, en adressant des vœux de prompt rétablissement à Mr Berna excusé. Le Secrétaire Général G. Combremont signale la diffusion aux Sociétaires d'une Lettre des ASLS, et l'établissement de liens avec l'Académie de Stanislas. L'ordre du jour est alors abordé.

1- Présentation de deux nouveaux Sociétaires :

- Monsieur Paul Robaux, Docteur en Médecine, présenté par Mrs P. Landes et J.M. Keller

- Monsieur Marcel Cordier, Professeur de Français, écrivain, présenté par Mrs J.P. Philipon et J.M. Keller.

2- Communications :

- "Les Ephéméroptères en Lorraine. Etat de l'inventaire. Utilisation comme bio-indicateurs. Préservation ", par Gilles Jacquemin, Maître de Conférences à l'Université Henri Poincaré, Nancy 1.

- " *Suivi algologique de la réserve d'eau de Richarménil* ", par Jean-François Pierre, Docteur ès Sciences.

3- Conférence :

Le " 250 ème anniversaire de la naissance de l'Abbé Grégoire, défenseur de l'éducation et de la culture, apôtre de la tolérance et de la fraternité, seul Lorrain reposant au Panthéon ", par Henri Courbet.

Henri Grégoire est né en 1750 à Vého dans le Lunévillois. Il suit ses études au Collège des Jésuites de Nancy puis au Séminaire de Metz. Ordonné prêtre en 1782, il est nommé dans le village d'Emberménil voisin de Vého, et crée une bibliothèque pour ses paroissiens. Doté d'une éloquence remarquable, il prône en l'église Saint Jacques de Lunéville, la réconciliation entre Chrétiens et juifs, à l'occasion de l'ouverture de la synagogue, en 1785. Il s'intéresse aux problèmes de son temps : l'esclavage, les hausses de prix, le chômage et fonde une sorte de syndicat des curés lorrains pour rénover l'Eglise. Désigné en 1789 pour représenter le clergé aux Etats généraux à Versailles, il rejoint peu après le Tiers-Etat. Au Serment du Jeu de Paume, il fait grande impression immortalisée par le tableau de David. Il va développer une activité inlassable : participation à la rédaction de la Déclaration des Droits de l'Homme, motions sur la citoyenneté des Juifs, suppression de la gabelle, droits des gens de couleur, dessèchement des marais. En 1791, il devient Evêque de Blois. En 1792, il est élu Président à la Convention et propose l'abolition de la royauté. Il propose la création de l'Institut de France dont il sera membre, la transformation du Jardin Botanique du Roi en Muséum, l'établissement du Conservatoire National des Arts et Métiers. En 1794, il contribue à l'ouverture à Paris de la première Ecole Normale pour former les instituteurs. Son projet de Bureau des Longitudes est adopté en 1795. Membre du Directoire jusqu'en 1798, il est élu en 1801 au Sénat malgré l'opposition de Bonaparte qui, ultérieurement, le fera Comte et Commandeur de la Légion d'Honneur. Mis à l'index par la Restauration, puis exclu de l'Institut, il est privé de sa pension de Sénateur et doit vendre sa bibliothèque pour survivre, mais il reste un infatigable homme d'action, défenseur acharné de toutes les libertés. En 1831, sa santé s'altère, il meurt et sera conduit au cimetière de Montparnasse, suivi d'un cortège de 20 000 personnes. Le 20 décembre 1879, les cendres de Grégoire font leur entrée au Panthéon avec celles de Condorcet et celles de Monges.

Cette présentation enthousiaste d'Henri Courbet a retenu l'intérêt de l'auditoire.

Fin de la séance à 20h10.

Le Président : Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie Lorraine des Sciences



PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 11 JANVIER 2001

Présents : 54 personnes.

Excusés : Mmes Nicolas et Patard, Mrs Choné, Bégorre , Gauthrot, Rauber, Hénart.

Le Président J.M. Keller ouvre la séance à 18h05, le secrétariat étant assuré par A. Bautz. Il fait part du récent décès d'un de nos anciens Sociétaires, Robert Cézard ; l'assemblée observe une minute de silence. Suit l'ordre du jour.

1- Présentation de deux nouveaux Sociétaires :

- Madame Dominique Simonin, spécialiste en communication et gestion commerciales, Présidente fondatrice de LADOMI " Musica Nancy ", présentée par Mrs G. Combremont et J.M. Keller

- Monsieur Alain Bagrel, Professeur d'Université, Artiste peintre, présenté par Mrs J.F. Claudon et J.M. Keller.

2- Communication :

"Les observations météorologiques des correspondants de Louis Cotte en Bourgogne, vers la fin du XVIIIème siècle ", par Guy Puyeo.

3- Conférence :

" Le Conseil de l'Europe " et les différentes instances européennes, par Bernard Guerrier de Dumas, Premier Vice-Président du Conseil Economique et Social de Lorraine, Représentant de l'Ordre de Malte au Conseil de l'Europe. Le conférencier rappelle d'abord les grandes étapes de la construction européenne qui a permis cinquante années de paix à la suite de la Deuxième guerre mondiale. C'est le 5 mai 1949 que dix Etats mettent en place le Conseil de l'Europe (CE), mais le concept

lui-même est né pendant la guerre mondiale. En avril 1951, six Etats dont l'Allemagne signent le traité de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier (CECA). Par la suite se met en place la Communauté Européenne qui diffère du CE, avec son hymne(1956) et son drapeau aux douze étoiles. A ce jour, le CE, qui siège à Strasbourg, compte quarante membres. Le fonctionnement du CE est alors abordé avec la présentation de son Comité des Ministres, de son Assemblée parlementaire, de son Congrès des pouvoirs locaux et de son Secrétariat (1500 personnes). Trois critères de base guident ce fonctionnement : la démocratie, les droits de l'homme, l'Etat de droit. Les liens sont étroits avec la Cour européenne des droits de l'Homme. Le bilan est celui d'un laboratoire d'idées commencé avec Robert Schuman et la recherche de la paix au départ. Il est marqué par trois résultats fondamentaux, trois " eurobases " : la paix sur le Rhin avec la réconciliation France-Allemagne, le triomphe continental, l'intelligence européenne. Des acquis plus techniques passés dans la vie de tous les jours sont à souligner : la classification des groupes sanguins, la feuille verte européenne pour les automobiles. De nombreux chantiers sont en cours, mais la paix reste fragile en Europe qui regroupe 800 millions d'habitants. Certains leviers favorisent l'optimisme : l'atteinte aux droit de l'Homme peut être maintenant sanctionnée ; le droit de recours individuel est possible et de plus en plus utilisé.

Fin de la séance à 19h50.

Le Président :Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie et Société Lorraines des Sciences



PROCES-VERBAL DE L'ASSEMBLEE GENERALE ORDINAIRE DU 11 JANVIER 2001

Les Sociétaires des Académie et Société Lorraines des Sciences se sont réunis sur convocation en Assemblée Générale ordinaire le 11 janvier 2001, à 16h45, en l'Hôtel de la Communauté Urbaine du Grand Nancy, Viaduc Kennedy, en vue de délibérer sur l'ordre du jour suivant :

- Rapport moral du Président
- Rapport financier du Trésorier
- Questions diverses.

Le quorum des Membres présents ou représentés étant constaté (58 sur 107 membres à jour de cotisation), le Président J.M. Keller ouvre l'Assemblée Générale ordinaire en présentant au nom des Membres du Conseil d'Administration des vœux de bonne année 2001 à l'ensemble des Sociétaires . Le secrétariat de séance est assuré par A. Bautz.

1- Rapport moral du Président

Le rapport moral pour l'année 2000 présenté par le Président est adopté à l'unanimité des Membres présents et représentés (58 oui sur 58 suffrages exprimés).

2- Rapport financier

Le bilan financier pour l'année 2000 est présenté par le Trésorier J.F. Claudon. Mr C. Perrin s'informe sur le nombre de cotisants ; sur 130 membres potentiels, 107 sont à jour de cotisation. Mr Courbet souhaite des précisions sur les frais de parution du dernier Bulletin des ASLS ; les frais pour le Bulletin 2000 qui sera diffusé courant janvier 2001, sont à imputer sur le compte financier 2000. Le Vérificateur aux comptes J. Boulay, après vérification des comptes et examen des pièces justificatives, accorde son quitus au Trésorier. Le rapport financier est alors soumis au vote, il est adopté à l'unanimité des Membres présents et représentés (58 oui sur 58 suffrages exprimés).

3- Questions diverses

Aucunes questions diverses n'étant posées, le Président clôture l'Assemblée Générale ordinaire à 17h30.

Le Président :Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie Lorraine des Sciences



PROCES-VERBAL DE L'ASSEMBLEE GENERALE EXTRAORDINAIRE DU 11 JANVIER 2001

Les Sociétaires des Académie et Société Lorraines des Sciences se sont réunis sur convocation en Assemblée Générale extraordinaire le 11 janvier 2001, à 17h30, en l'Hôtel de la Communauté Urbaine du Grand Nancy, Viaduc Kennedy, en vue de délibérer sur l'ordre du jour suivant :

- Modification des statuts selon projet joint
- Décisions à prendre en conséquence (renouvellement du Conseil d'Administration, mise en place d'un nouveau vérificateur aux comptes).

Le quorum des Membres présents ou représentés étant constaté (72 sur 107 membres à jour de cotisation) , le Président Keller ouvre l'Assemblée à 17h35, le secrétariat de séance étant assuré par A. Bautz.

1- Modification des statuts selon projet joint

Chaque Sociétaire a reçu en même temps que sa convocation le texte des anciens statuts et celui du nouveau projet proposé par le Conseil d'Administration, projet qui a été soumis préalablement pour avis à l'examen des services compétents de la Préfecture de Meurthe-et-Moselle.

Le Président expose les motivations qui ont amené à ce projet de modification des statuts des Académie et Société Lorraines des Sciences et à la proposition du nouvel intitulé " Académie Lorraine des Sciences ". L'Académie regroupe des Sociétaires, des Académiciens, et des Membres d'Honneur nommés pour services éminents rendus à l'Académie. Il résume ensuite les grandes lignes des modifications proposées : modalités d'élection et de réélection des Membres du Bureau ; mise en place d'un comité de lecture pour les publications. Mr Courbet

demande des précisions sur la composition des Sections et la nomination des Académiciens. Les données sont dans les statuts. Le Président précise que pour être proposé Académicien, il faut être Sociétaire depuis plusieurs années et avoir contribué aux travaux de l'Académie (présentation de conférences ou de communications). Mr Coudry souligne que les nouveaux intitulés de Sections recouvrent une plus large palette thématique.

Le Président soumet alors au vote les modifications de statut, qui sont adoptées à l'unanimité (72 oui sur 72 suffrages exprimés).

2- Décisions à prendre en conséquence (renouvellement du Conseil d'Administration, mise en place d'un nouveau vérificateur aux comptes).

L'adoption des nouveaux statuts de l'Académie Lorraine des Sciences implique le renouvellement des Membres du Conseil et du Bureau. Suite à un appel à candidature, une seule liste présentée par J.M. Keller a été déposée. Elle reprend la liste déjà présentée en janvier 2000, avec pour seul changement la proposition de P. Landes comme Vice-Président.

Cette liste est adoptée à l'unanimité des Membres présents et représentés (72 oui sur 72 suffrages exprimés). Mr Okitaudji demande une présentation des Membres du nouveau Conseil élu pour trois ans.

Mr J. Boulay est confirmé comme Vérificateur aux comptes à l'unanimité des Membres présents. Un deuxième Vérificateur aux comptes devant être désigné, Mr P. Boyer, candidat, est élu à l'unanimité des Membres présents (72 oui sur 72 suffrages exprimés).

Fin de l'Assemblée Générale extraordinaire à 18h05.

Le Président : Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie Lorraine des Sciences



PROCES-VERBAL DE LA SEANCE EXTRAORDINAIRE DU 28 JANVIER 2001

sous la Présidence du Maire de Nancy, Ancien Ministre,

*en présence de Jean-Charles Savignac,
Président de la Fédération Française des Trufficulteurs*

Grand Salon de l'Hôtel de Ville de Nancy

Excusés : Mrs C. Choné, Président de la Communauté Urbaine du Grand Nancy, P. Dap, Président du Conseil Economique et Social de Lorraine.

Le Président J.M. Keller ouvre la séance à 14h30 par une allocution de bienvenue suivie de la **présentation de la nouvelle couverture du Bulletin de l'Académie Lorraine des Sciences**. Sur un fond rouge et or aux couleurs de la Lorraine sont surimposées les images d'un Campodé, Insecte caractéristique de la faune du sol (document C. Bareth), d'une sensille chémoréceptrice de Mouche observée en microscopie à balayage (document A.M. Bautz), d'une Planaire ayant régénéré expérimentalement deux têtes surnuméraires (document J. Schilt), d'une courbe d'analyse chimique (document P. Boyer).

Après les interventions de Mr Henri Bégorre, Vice-Président de la CUGN, Délégué aux Affaires universitaires, et de Mr Jean-Charles Savignac, Président de la Fédération Française des Trufficulteurs, suit la **conférence de Mr le Professeur Jean Claude Pargney sur " La truffe en Lorraine "**. Après avoir défini la nature et la structure d'une truffe, cité les différentes espèces de truffes présentes en France et en Europe, fait un historique de la truffe en France, analysé les paramètres environnementaux favorables à l'installation et la production de la truffe, le Professeur Pargney a conclu en définissant les besoins de consommation actuelle et l'avenir de la trufficulture en France. La conférence était complétée par l'exposition d'une série panneaux sur la truffe et par la présence de truffes fraîches à un stand préparé par des trufficulteurs de la Meuse.

A l'issue de la conférence s'est déroulé la **remise du Diplôme de Membre d'Honneur de l'Académie Lorraine des sciences** à Mr le Docteur **Guy Berna**, Médecin Biologiste, ancien Président des Académies et Sociétés Lorraines des Sciences, et à Mr **Jean-François Pierre**, Docteur ès Sciences, Maître de Conférences en Biologie végétale, ancien Trésorier des ASLS durant de très nombreuses années. Le Président J.M. Keller a résumé les traits marquants de la carrière des deux récipiendaires, les diplômes d'Honneur étant remis par Mr le Maire A. Rossinot. Le diplôme d'Honneur, de facture Ecole de Nancy, est une reproduction d'un document créé par Victor Prouvé. Les membres du CA de l'ALS et particulièrement le Professeur P. Landes, remercient les membres de la famille de V. Prouvé qui ont accordé l'autorisation de reproduction. C'est avec émotion que Mrs Berna et Pierre ont remercié les Personnalités et Membres présents.

La parole est alors confiée à Mr Georges Coudry, IPR Honoraire, ancien Président des Académies et Sociétés Lorraines des Sciences, ancien Président de l'Ordre des Palmes Académiques, pour la **remise des Palmes Académiques à Mr Jean-François Pierre**, promu Chevalier en janvier 2001. Spécialiste des Algues et leur environnement, le Docteur J.F. Pierre est l'auteur de nombreuses publications et plusieurs ouvrages destinés au large public. La médaille lui est remise par A. Rossinot et G. Coudry.

Le Président Keller remercie Mr le Maire et le Service Culturel de la Ville de Nancy pour l'accueil réservé à l'Académie Lorraine des Sciences au sein du Grand Salon de l'Hôtel de Ville.

En conclusion, Mr Rossinot souligne l'action de l'Académie Lorraine des Sciences et d'autres Sociétés Savantes locales dans le rayonnement scientifique et culturel de l'Agglomération, et pour clore la séance il invite l'ensemble des personnes présentes à un apéritif amical.

Le Président :Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie Lorraine des Sciences



PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 22 FEVRIER 2001

Présents : 41. Ont émarginé le cahier de présence : Mmes Keller-Didier, Patard, Lionel-Pelerin, Baudot, Berna, Grand'Eury, Georges, Peltier ; Mrs Combremont, Bautz, Keller, Pentenero, Pierre, Boyer, Georges A., Courbet, Tisot, Berna, Vernier, Ory, Fady, Rauber, Franiatte, Georges J.C., Jacquin, Peltier, Claude, Duval-César, Okitaudji, Yahouedeou, Ehrenfeld, Hadni, Bareth, Nourrisson, Pargney, Claudon, Fossard, Van Eckhart.

Excusés : Mmes Puton-Scherbeck, Gimenez, Nicolas, Mrs Choné, Rossinot représenté par Mr Grandjean, Bégorre, Flon, Philipon, Cordier, Léonard, Perrin C., Fonta, Hartemann, Schissler, Landes, Dap, Dinet, Chollot, Puton.

Le Président J.M. Keller ouvre la séance à 18h05, le secrétariat de séance étant assuré par A. Bautz. Le Secrétaire Général G. Combremont présente deux publications transmises par P. Dap. Un courrier adressé par le Russian Institute of Scientific and Technical Information de Moscou nous informe que les résumés analytiques des publications parues dans le Bulletin de l'ALS sont régulièrement référencées dans son Referativnyi Zhurnal (revue analytique).

1- Présentation de deux nouveaux Sociétaires :

- Mr Claude Duval-César, Ingénieur Commercial, Président de la Prévention Routière puis Président de l'Association Départementale de la Protection Civile, Vice-Président de l'Automobile Club Lorrain, présenté par Mrs G. Combremont et J.M. Keller.

- Mr Jean Peltier, Ingénieur Topographe, Responsable de l'Ecole de football à Saint Max, présenté par Mrs F. Claude et J.M. Keller.

2- Communication :

- **"L'ouragan LOTHAR, 26 décembre 1999. Effets et perspectives sur la forêt lorraine"**, par Mr François Vernier, ONF. Après avoir fait un historique sur la forêt en France et présenté la forêt lorraine en quelques chiffres (chêne 25%, hêtre 23%, conifères 38%), Mr Vernier expose la genèse, le déroulement, les effets de l'ouragan sur la forêt française et lorraine où ce sont les hêtres, les sapins et les épicéas qui ont le plus souffert. Il termine en évoquant l'avenir de la forêt en France. Les questions soulevées à l'issue de l'exposé ont révélé un intérêt marqué de l'auditoire pour les méthodes de conservation du bois stocké (arrosage, immersion, gaz carbonique, azote). Mr Vernier est sollicité pour une future intervention sur ce sujet.

- **"Le modèle de formation de cuivre et cobalt de l'arc cupifère du Shaba, République Démocratique du Congo"**, par Mr Lokoho-René Okitaudji. Après avoir rappelé la situation géographique du Shaba et la situation économique pour le cuivre et le cobalt au Congo, Mr Okitaudji a présenté le cadre géologique des gisements et les processus de minéralisation de ces deux métaux.

3- Conférence :

"Quelques applications de la Géologie dans l'aménagement et les risques naturels", ou "Géologie et Société" par Mr le Professeur Jean-Paul Tisot, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy. En introduction, Mr Tisot positionne la dualité "Géologie et Société" : des questions et des attentes ; une écoute et des réponses ; inventer, gérer, expliquer ; le tournant des années 1960 avec trois événements majeurs, la tectonique des plaques, l'informatique, la préservation de l'environnement.

Qu'attend notre Société pour les matières premières, les énergies, l'environnement ? Le monde actuel est très changeant : conditions économiques, politiques, sociales, climatiques. Le développement actuel sera-t-il durable et répond-t-il aux besoins du présent sans compromettre les capacités des générations futures à répondre à leurs propres besoins ?

Différents modèles ont été successivement traités : l'eau, source de vie, dont la répartition est très inégale selon les différentes régions du globe et fait l'objet d'une hydro-politique conflictuelle ; les ressources et réserves naturelles ; les énergies renouvelables, fossiles et nucléaires ; impact de l'effet de serre sur la politique énergétique ; les déchets nucléaires ; l'aménagement du territoire ; les risques naturels (inondations, séismes, stabilité des pentes, cavités souterraines).

En conclusion, Mr Tisot indique que la géologie est au service des Hommes, de la Société, ce qui a des conséquences dans la formation actuelle des Ingénieurs Géologues. Ils doivent être des Ingénieurs humanistes, citoyens et responsables. La technologie doit être au service de l'Homme.

Fin de la séance à 19h50.

Le Président :Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie Lorraine des Sciences



PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 8 MARS 2001

Présents : 51 personnes. Ont émargé le cahier de présence : Mmes Keller-Didier, Coulon, Berna, Simonin, Lionel-Pelerin, Patard, Plateaux, Veron, Boumaza, Bautz, Gimenes, ; Mrs Combremont, Bautz, Keller, Delsate, Franiatte, Goliot, Kevers-Pascalis, Boyer, Georges A., Courbet, Octobon, Delivré, Rauber, Coudry, Berna, Okitaudji, Hartemann, Peltier, Claude, Plateaux, Perrin C., Jacquin, Cordier, Fossard, Claudon, Philipon, Veron, Coupechoux, Robaux, Vernier, Pargney, Délhotal, Tognolli, Bareth, Pierre.

Excusés : Mmes Nicolas, Maire de Vandoeuvre, Puton ; Mr le Préfet de Meurthe et Moselle, représenté par Mr Quenedey, stagiaire ENA, Mr le Recteur Losfeld, Mrs Choné, Président de la CUGN, Dinet, Président du Conseil Général de Meurthe et Moselle, Rossinot, Maire de Nancy, représenté par Mr Delothal, Grandjean, Daul, Landes, Perrin M., Chollot.

Le Président J.M. Keller ouvre la séance à 18h05, le secrétariat étant assuré par A. Bautz.

1- Présentation de deux nouveaux Sociétaires :

- Mr Daniel Coupechoux, fondateur en 1982 d'une Organisation pour la Promotion de l'Emploi des Personnes Handicapées en Lorraine, présenté par Mrs J.F. Claudon et A. Bautz.

- Mr Michel Veron, Professeur à l'Université Henri Poincaré de Nancy, fondateur en 1985 de l'Atelier Inter-établissements de Productique Lorrain, présenté par Mrs G. Combremont et J.F. Pierre.

2- Communications :

- "**Développement et reproduction de Pleurodèles (amphibiens urodèles) nés et éclos en micropesanteur à bord de la station orbitale MIR**", par Mr Alain

Bautz, Université Henri Poincaré, Nancy 1. L'exposé a consisté en un bilan scientifique de l'expérience FERTILE qui a eu lieu en 1996 (mission spatiale Cassiopée) et en 1998 (mission spatiale Perséus).

- "**Chondrichthyens et Actinoptérygiens du Pliensbachien de Lorraine et des Ardennes**", par Mr Dominique Delsate. La recherche et l'étude de dents fossiles récoltées dans quatre gisements différents ont permis d'établir un inventaire de ces poissons cartilagineux et osseux du Pliensbachien. Mr Coudry rappelle la présence de formes primitives de Sélaciens dans le Rhétien à Saint Nicolas de Port.

3- Conférence :

"**L'histoire de la Science au XXème siècle**", par Mr Claude Kevers-Pascalis. Au cours du XXème siècle, la Science a fait d'énormes progrès dans de nombreuses et diverses disciplines. Mr Kevers-Pascalis a limité volontairement son intervention à l'infiniment grand avec les découvertes principales sur l'Univers en expansion permanente depuis le Big-Bang originel, et à l'infiniment petit avec les démonstrations de la structure discontinue, corpusculaire, de la matière et l'atome. Ces approches astrophysiques et physiques de l'infiniment grand et de l'infiniment petit ont permis à Mr Kevers-Pascalis d'insister sur les surprises réservées par certaines vérités d'apparence paradoxale concernant le vide, le temps, la température ou l'énergie, vérités cependant bien réelles et révélées par la science moderne.

Fin de la séance à 20h30.

Le Président : Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : A. BAUTZ, Docteur ès Sciences

Académie Lorraine des Sciences



PROCES-VERBAL DE LA SEANCE DU 19 AVRIL 2001

Présents : 67. Ont émarginé le cahier de présence : Mmes Berna, Combremont, Lionel-Pelerin, Patard, Keller-Didier, Levy-Lambert, Veron, Gimenez, Grand'Eury, Claudon, Pichereau, Dubrevil, Simonin, Boumaza, de Faÿ ; Mrs Okitaudji, Goliot, Boyer, Georges, Chollot, Metche, Ory, Cordier, Rauber, Pentenero, Landes, Robaux, Berna, Duval-Cesar, Octobon, Delivré, Jacquin, Pierre, Coupechoux P., Coupechoux D., Fossard, Claudon, Borna, Pichereau, Halter, Franiatte, Bareth, Hadni, Nourrisson, Pargney, Coudry, Keller, Doat Y., Doat J., Toutain, Combremont.

Excusés : Mmes Nicolas, Maire de Vandoeuvre, Peltier, Plateaux ; Mrs Rossinot, Président CUGN, Begorre, V.P. CUGN, Leroy, Président CG 57, le Recteur Losfeld, Dinet, Président CG 54, Dap, Président CES Lorraine, Gauthrot, V.P. CUGN, Puton, Bautz, Peltier, Claude, Plateaux.

Le Président J.M. Keller ouvre la séance à 18h05, en présence de Mr Charles Choné, Président de la CUGN, Membre d'honneur de l'ALS. G. Combremont assure le secrétariat de séance.

Une minute de silence est respectée en l'hommage de Mme Nonclercq, Sociétaire récemment décédée. Des condoléances écrites seront adressées à sa famille.

Suite à la demande de son Editorial Manager, le Bulletin de l'ALS va être régulièrement adressé à BIOSIS, York, Grande Bretagne, pour indexation des publications scientifiques dans Zoological Record.

1- Présentation de deux nouveaux Sociétaires :

- **Mr Franiatte**, Ingénieur Agronome, présenté par Mrs F. Jacquin et J.P. Philipon.
- **Mr Metche**, Ingénieur Chimiste, Professeur, présenté par Mrs F. Jacquin et J.C. Pargney.

2- Communications :

- "**Analyse du micro-environnement de la truffe de Meuse : Tuber mesentericum**", par Melle Ouarda Boumaza. Les résultats présentés révèlent l'importance du microenvironnement dans l'établissement de l'association symbiotique arbre-truffe. Des contacts très étroits existent entre Tuber mesentericum et le sol des brûlis. Ces apports sont l'objet d'un soutien aux études sur la truffe en Lorraine.

- "**Gomphonitzschia ungeri Grunow, en Lorraine**", par Jean-François Pierre, qui signale pour la première fois en Europe la présence de cette Diatomée, Algue d'eau douce tropicale, dans les mares du Parc de Montaigu à Jarville.

3- Conférence :

"**Relations interne et externe de la Justice**", par Mme Véronique Cheron, Première Présidente de la Cour d'Appel de Nancy et Mr Gilles Lucazeau, Procureur Général. En introduction, Mme Chéron précise que Sièges et Parquet ne sont pas face à face, mais côte à côte. La conférence débute par la projection d'une cassette de présentation sur les lois, volontés de l'expression générale, les coutumes, le Conseil constitutionnel. Sièges ou Parquet, c'est un même métier pour des magistrats du Corps judiciaire ayant reçu une même formation. Au cours de cette conférence sont largement évoquées la relation entre le siège et le parquet au sein des juridictions, et la relation de l'institution judiciaire avec l'extérieur. Un large et fructueux débat a fait suite à la conférence, et le temps a manqué malgré l'heure tardive de la fin de la séance pour développer toutes les questions soulevées.

Fin de la séance à 21h00.

Le Président : Dr J.M. KELLER

Le Secrétaire de séance : G. COMBREMONT

**SUIVI ALGOLOGIQUE DE LA RESERVE
D'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE
RICHARDMÉNIL (LORRAINE, FRANCE).**

**ALGOLOGICAL SURVEY OF THE SAFETY RESERVOIR
OF RICHARDMÉNIL (LORRAINE, FRANCE)**

Jean-François PIERRE

Hydrobiologie-Algologie, 22, allée des Aiguillettes, 54600 Villers-lès-Nancy

Résumé : Inventaire de la flore algale non diatomique de 140 échantillons provenant de la Moselle et des bassins d'eau à potabiliser de Richardménil. Evolution au cours de la période juin 1996-décembre 1997.

Mots-clés : Algues, réservoir, Lorraine.

Summary : *In order to provide a safety supply, the Moselle water is stocked in three reservoirs near Richardménil. Algae study (without diatoms) from 140 samplings of the network has been recorded between june 1996 and december 1997. This flora is common and similar in many water of the country. The verno-estival period is, in a whole, propitious to them, but they never reach a development likely to set problem, meanwhile the presence of *Microcystis aeruginosa* Kütz., well-know as toxic, has to be noted.*

Key-words : Algae, reservoir, Lorraine.

Pour assurer son approvisionnement en eau la Ville de Nancy n'avait d'autres choix que les eaux de surface. La salure à la fois naturelle et anthropique de la Meurthe rendant ses eaux impropres à ce but, une galerie filtrante fut aménagée sur la rive droite de la Moselle au niveau de Messein (figure 1), un aqueduc souterrain de 11 km amenant l'eau à l'usine de traitement Edouard Imbeaux, à la limite de Nancy et Vandoeuvre.

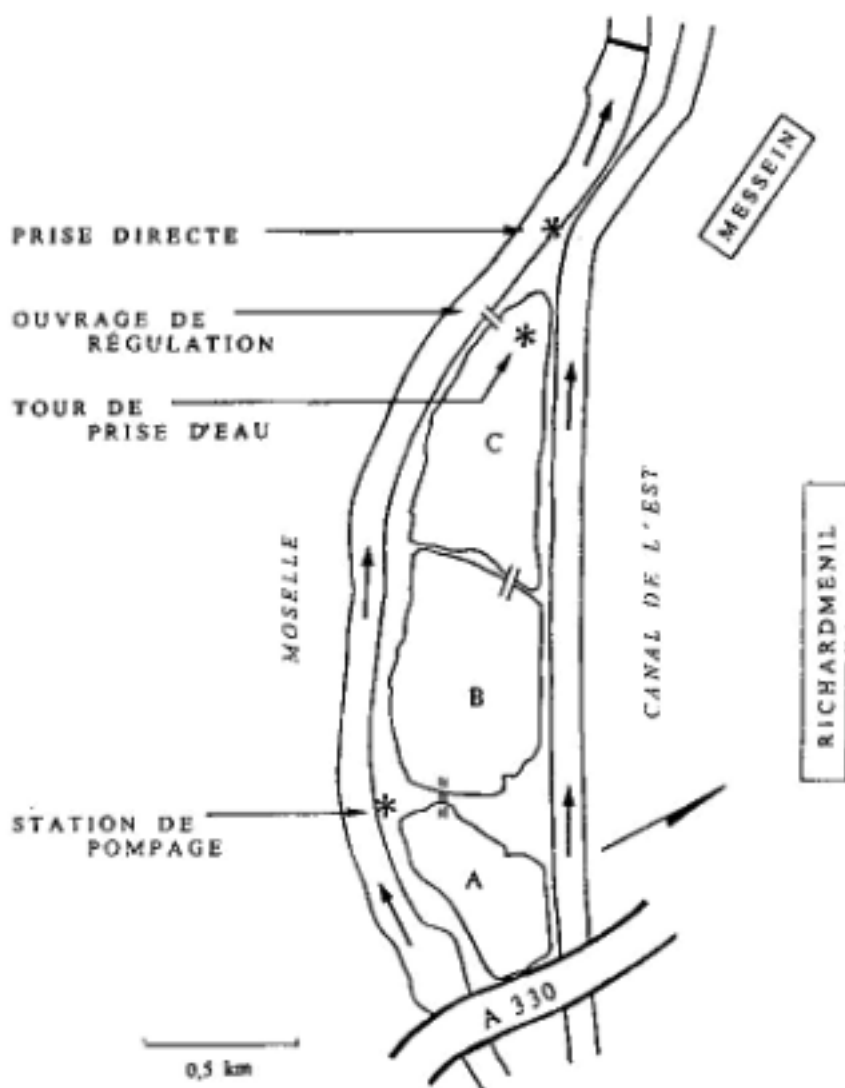


Figure 1: Schéma de l'aménagement des bassins de Richardménil.

L'accroissement des besoins et l'augmentation des aléas d'approvisionnement, notamment par pollution de la Moselle, fragilisaient le système. Le District, devenu Communauté urbaine du Grand Nancy a mis en oeuvre un double programme, d'une part la création d'une réserve d'eau et d'autre part, le doublement de l'aqueduc.

Cette réserve est localisée sur le territoire de la commune de Richardménil, entre la Moselle et le canal de l'Est (figure 1). Elle résulte de l'aménagement en trois bassins d'une gravière préexistante. Le bassin d'amont, d'une surface de 15 ha et de 150 000 m³ de capacité est alimenté en eau de Moselle brute par l'intermédiaire d'une station de pompage. Le temps de séjour permet une décantation de l'eau qui gagne alors le bassin médian (30 ha, 1 485 000 m³), qu'une digue sépare du bassin aval (20 ha, 1 260 000 m³) où se trouve la tour de prise d'eau. Pour éviter la stagnation de l'eau l'installation est alimentée en eau de Moselle à raison d'1 m³.sec⁻¹. En service normal l'eau de Moselle est seule utilisée.

Dès l'amorce d'un risque affectant la qualité d'eau de Moselle, l'ensemble de l'installation peut être isolée et couvrir les besoins en eau de la communauté nancéienne pour une période de 25 jours.

A l'occasion d'une vaste étude pluridisciplinaire préalable à cette création (1987) nous avons réalisé un suivi de la flore algale de la Moselle et de la gravière, dans le but de connaître la composition de cette flore ainsi que les risques éventuels de nuisance. Dix ans après la réalisation de l'installation, cette nouvelle étude, de juin 1996 à décembre 97, permet de décrire la situation algologique du site et d'envisager au niveau de la Communauté urbaine du Grand Nancy diverses possibilités de gestion active de la ressource.

MATÉRIEL ET MÉTHODES.

La périodicité des prélèvements est mensuelle et devient bimensuelle dans les périodes considérées « à risques ».

L'analyse algologique est effectuée à l'état frais, à partir d'environ deux litres _ d'eau prélevée à faible profondeur sous la surface. Le sédiment est recueilli après décantation et directement observé. La reconnaissance taxonomique est menée au niveau générique ou spécifique pour quelques groupes, avec cotation en cinq classes d'abondance, de 1 pour isolé-très rare à 5 pour dominant. La florule diatomique est considérée comme un seul ensemble, cependant trois unités taxonomiques caractéristiques du milieu sont distinguées.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les observations de 1987 ne peuvent être directement intégrées car il y avait alors cinq gravières et plusieurs points de prélèvements dans chacune. La majorité des taxons sont présents en 87 et en 96-97, avec des abondances du

même ordre. Ils sont indiqués par un astérisque* dans le tableau I. Un petit nombre d'algues, surtout des Cyanophycées, n'ont été aperçues qu'en 1987, mais il s'agit presque toujours d'individus isolés.

140 échantillons ont été examinés entre juin 1996 et décembre 1997. Il est difficile d'en donner le détail. Aussi, pour disposer d'une indication de l'abondance relative des taxons nous avons, pour chacun d'eux, mentionné dans le tableau I le total de l'abondance pour toutes les occurrences. Il est certain que ce système très imparfait ne permet pas de distinguer abondance / fréquence d'apparition mais il permet de mettre en évidence les taxons les plus représentatifs.

Tableau I : *Liste systématique et indice d'abondance / fréquence des unités taxonomiques de la Moselle (Mos.) et des trois bassins (Amt, Méd. et Aval) au niveau du site de Richardménil.*

Unités taxonomiques	Mos.	Amt	Méd.	Aval
CYANOPHYCÉES				
CHROOCOCCALES				
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Naeg.	1	1		
* <i>Merismopedia elegans</i> A. Br.	1			
<i>M. punctata</i> Meyen	2			
* <i>M. tenuissima</i> Lemm.	3	4		2
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kütz.) Kütz.	7	7	21	24
<i>M. holsatica</i> Lemm.	6	13	21	15
<i>M. roseana</i> (De Bary) Elenkin		1	1	
NOSTOCALES				
* <i>Anabaena affinis</i> Lemm.		1	1	2
<i>A. circinalis</i> Rabh ex Born & Flah.	3	21	22	31
* <i>A. flos-aquae</i> Bréb. ex Born & Flah.		1	5	
<i>A. oscillarioides</i> Bory ex Born & Flah.		3	4	3
<i>A. solitaria</i> fo. <i>planctonica</i> (Brunnth.) Korn.		2	1	2
<i>A. variabilis</i> Kütz. ex Born & Flah.		1	1	
* <i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Born & Flah.		6	6	7
<i>Lyngbya</i> (<i>Phormidium</i>)				
<i>angustissima</i> (W. & W.) Iltis	3	25	17	10
* <i>Oscillatoria agardhii</i> Gom.	2	10	4	2
* <i>O. limosa</i> Ag. ex Gom.	8	1		
<i>O. mougeotii</i> Kütz. ex Lemm.		1		
<i>O. simplicissima</i> Gom.		1		
<i>O. tenuis</i> Ag. ex Gom.		1		

CHLOROPHYCÉES**VOLVOCALES**

* <i>Chlamydomonas</i> sp.	24	15	4	2
* <i>Gonium pectorale</i> Müll.		1		
* <i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory	27	16	9	7
* <i>Eudorina elegans</i> Ehr.	26	25	16	29
* <i>Pleodorina</i> sp.	2	2	1	1
<i>Volvox</i> sp.		1	2	2

CHLOROCOCCALES

* <i>Tetraedron caudatum</i> v. <i>longispinum</i> Lemm.	2	5	6	4
<i>T. limneticum</i> Borge	2	5	4	4
* <i>T. minimum</i> (A. Br.) Hansg.	4	14	14	5
* <i>T. trigonum</i> (Naeg.) Hansg.	2	17	13	7
* <i>Korshikoviella</i> sp.				1
* <i>Ankira judai</i> (Smith) Fott			1	1
* <i>Oocystis</i> sp.	8	8	9	13
<i>Closteriopsis</i> sp.		2		1
<i>Treubaria planctonica</i> (Smith) Korch.	1			
<i>T. triappendiculata</i> Bernard	1			
* <i>Kirchneriella obtusa</i> (West) Schmidle	5			
* <i>Selenastrum bibraianum</i> Reinsch	1	2		1
<i>S. gracile</i> Reinsch	5	7	5	
* <i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	5	9	5	2
<i>Golenkinia</i> sp.	2	1	1	
<i>Micractinium</i> sp.	1			1
* <i>Errerella bornhemiensis</i> Conrad	2	2		
* <i>Dictyosphaerium</i> sp.	23	15	12	14
* <i>Coelastrum microsporum</i> Naeg.	30	39	32	27
<i>C. reticulatum</i> (Dang.) Senn.		2	5	4
<i>Crucigenia rectangularis</i> (Naeg.) Gay.	7	3	2	1
* <i>C. tetrapedia</i> (Kirch.) W. & W.	1			
* <i>C. quadrata</i> Morren		1	1	
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schr.) Lemm.				1
* <i>Scenedesmus pl. sp.</i>	81	126	110	84
* <i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	16	17	11	11
* <i>Pediastrum boryanum</i> (Turp.) Menegh.	41	39	41	40
* <i>P. duplex</i> Meyer	23	21	20	11
* <i>P. simplex</i> (Meyer) Lemm.	9	53	41	26
* <i>P. tetras</i> (Ehr.) Ralfs	33	14	14	10

ULOTHRICALES

* <i>Ulothrix tenuis</i> Kütz.	2	2	1	
* <i>U. zonata</i> Kütz.	5		1	

CHAETOPHORALES				
<i>Stigeoclonium sp.</i>	2			
OEDOGONIALES				
<i>Oedogonium sp.</i>	2		2	1
ZYGNEMATALES				
* <i>Zygnema sp.</i>				1
* <i>Mougeotia sp.</i>	1			1
<i>Spirogyra sp.</i>	1			5
* <i>Closterium acerosum</i> (Schrank) Ehr.	5	4	1	2
<i>C. macilentum</i> Bréb.	1	2	1	2
* <i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehr.	8			
* <i>C. pronum</i> Bréb.	3	3	3	5
<i>C. tumidulum</i> Gay	7	2	1	
* <i>C. venus</i> Kütz.	6	3		
* <i>Cosmarium sp.</i>	14	12	17	14
* <i>Staurastrum sp.</i>	20	17	26	44
<i>Euastrum sp.</i>	1			
EUGLÉNOPHYCÉES				
* <i>Euglena sp.</i>	20	9	5	2
* <i>Phacus sp.</i>	4			
DINOPHYCÉES				
* <i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Schrank	1	3	7	24
* <i>Peridinium sp.</i>	8	7	10	6
CHRYSOPHYCÉES				
* <i>Chromulina sp.</i>		1		
* <i>Ochromonas sp.</i>	1			
<i>Syncrypta sp.</i>	3		3	2
* <i>Anthophysa vegetans</i> (O.F.M.) Stein.	3			
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.	3			
<i>Synura sp.</i>	5			2
<i>Rhipidodendron huxleyi</i> Kent.	1			
DIATOMOPHYCÉES				
ensemble du peuplement	158	146	108	98
* <i>Aulacoseira sp</i> / <i>Melosira sp</i>	109	97	59	53
* <i>Asterionella formosa</i> Hassall	54	27	17	29
* <i>Stephanodiscus sp.</i>	10	38	25	25

Le mode de récolte des algues, par prélèvement en Moselle au fil du courant, est peu favorable aux formes filamenteuses. Elles se limitent, en dehors des Cyanophycées, à quelques taxons, le plus souvent représentés par des individus isolés. Dans les bassins elles sont, sauf *Spirogyra*, encore moins présentes.

Les Chlorophycées constituent la part majeure de la communauté algale. Il s'agit principalement de Volvocales et de Chlorococcales et nous avons rencontré la plupart d'entre elles dans les eaux lorraines (Pierre & Morlot 1993). Seules quelques unes apparaissent régulièrement en période verno-estivale, principalement de mai à fin juin, et rares sont celles atteignant une abondance relative notable. Il s'agit par exemple de *Chlamydomonas*, *Pandorina*, *Eudorina*, *Dictyosphaerium*, *Coelastrum*, *Scenedesmus* et *Pediastrum*.. Ces quelques genres ainsi que des Diatomées constituent l'essentiel de la biomasse planctonique. Si, à certaines périodes et dans certaines stations, leurs représentants peuvent apparaître dominants, il s'agit d'une abondance relative et nous n'avons jamais observé de quantités importantes d'individus susceptibles d'évoquer un phénomène de fleur d'eau. Il en est de même, d'ailleurs, pour les Cyanophycées.

A l'exception de *Merismopedia*, toutes les Cyanophycées présentes dans la Moselle le sont aussi dans les bassins, parfois plus souvent ou plus abondamment, avec la réserve ci-dessus. Elles soulèvent un intérêt particulier car leur prolifération pourrait être nuisible à l'utilisation de l'eau. En dehors des problèmes de viscosité, de colmatage ou d'odeurs, certaines (*Microcystis*, *Anabaena*...) sont susceptibles de sécréter des toxines pour l'homme et les animaux. Même si aucun cas d'empoisonnement humain n'est cité en région tempérée (et l'aspect d'une fleur d'eau à Cyanophycées décourage l'absorption d'un tel breuvage) et si les traitements de potabilisation paraissent efficaces, la surveillance de la prolifération de telles algues peut être conseillée.

Le groupe des Euglénophycées est classiquement considéré comme un indicateur d'eaux riches en matières organiques; le genre *Euglena* est bien présent dans la Moselle mais toujours à l'état d'exemplaire isolé et disparaît pratiquement dans les bassins.

Les Dinophycées renferment également quelques algues productives de toxines particulièrement efficaces mais à notre connaissance il s'agit toujours d'espèces marines. Aucun cas ne serait imputable à des espèces dulcaquicoles, d'autant que la contamination se fait habituellement via la chaîne alimentaire. Au cours de cette étude des Péridiniens *lato sensu* sont toujours apparus isolément, à l'exception de *Ceratium hirundinella* dont la prolifération a déjà été décrite dans quelques milieux régionaux. (Pierre 1996, 2000).

Les deux espèces de *Treuberia* et *Rhipidodendron huxleyi* sont relevés pour la première fois dans la région.

L'alimentation par l'eau de la Moselle se traduit par une forte similitude entre la flore algale de la Moselle et celle des bassins, notamment celui d'amont. Selon l'algue concernée, celle-ci peut se raréfier et disparaître des bassins, notamment lorsqu'il s'agit d'entraînement depuis des zones de Moselle en amont. D'autres vont trouver dans les bassins des conditions plus favorables et se multiplier mais sans jamais, à l'époque de l'étude, entraîner de nuisances quantitatives ou qualitatives.

Enfin, sans le quantifier, il a été observé que le volume du sédiment provenant de l'eau prélevée était maximal en Moselle et diminuait dans le bassin amont, puis fortement dans les deux autres bassins, ce qui illustre le rôle de décantation du système et d'amélioration de la qualité de l'eau.

CONCLUSION

Le suivi de l'évolution de la flore algale dans les bassins constituant une réserve pour la Communauté urbaine du Grand Nancy n'a pas mis en évidence de proliférations algales susceptibles de nuire à l'utilisation de cette eau. Les espèces potentiellement gênantes sont déjà présentes dans la Moselle. Même si l'abondance de certaines peut augmenter dans les bassins, il ne s'agit que d'une abondance relative n'évoquant jamais un aspect de fleur d'eau. Le processus de décantation dans les bassins améliore également la qualité de l'eau de la réserve.

Du point de vue de la composition et de l'évolution de la flore algale, le système de bassins constituant pour la communauté nancéienne une réserve d'eau à potabiliser paraît adapté à son but.

REMERCIEMENTS

Nous adressons nos remerciements à la Communauté urbaine du Grand Nancy, à l'origine de ce travail et qui nous a permis d'en utiliser les résultats.

BIBLIOGRAPHIE

- PIERRE J.F., MORLOT M., 1993 - Etude hydrologique de la retenue du Rupt-de-Mad. *J. Fr. Hydrobiol.*, **24**, 2, 207-220.
- PIERRE J.F., 1996 - Abondance saisonnière et biométrie de la dinophycée planctonique *Ceratium hirundinella* (O.F.Müll.) Schrank dans la retenue du Centre Nucléaire de Production Electrique de Cattenom (Lorraine, France). *Hydroécol. appl.*, **8**, 1-2, 127-142.
- PIERRE J.F., 2000 - Nouvelles observations sur la morphologie et la biométrie de *Ceratium hirundinella* (O.F.Müll) Schrank dans le nord-est de la France. *Bull. Acad. Lorr. Sci.*, **39**, 1-4, 15-21.

**Les Ephéméroptères en Lorraine.
Etat de l'inventaire. Utilisation comme bio-indicateurs.
Préservation.
(INSECTA, EPHEMEROPTERA)**

**The Ephemeroptera in Lorraine (NE-France).
Statement of the survey. Bioindication. Preservation.
(INSECTA, EPHEMEROPTERA)**

Gilles JACQUEMIN

Biologie des Insectes, Laboratoire Biologie expérimentale-Immunologie,
Université H. Poincaré, Nancy 1 - BP 239. 54506 VANDOEUVRE cedex
e-mail: gjacquem@scbiol.u-nancy.fr

Résumé:

L'état provisoire de l'inventaire des Ephéméroptères de Lorraine, initié en 1987, est présenté. Il fait état de 59 espèces répertoriées jusqu'à présent. Une liste de référence est proposée, qui, en plus de la taxonomie, essaie de préciser le statut régional de chaque espèce. La valeur indicatrice de ce groupe d'insectes, croissante avec la précision des déterminations, est mise en évidence à travers deux exemples concrets: l'IBGN et le problème de l'acidification des eaux de surface. Enfin, le problème général de la conservation de la diversité des Ephéméroptères est évoqué.

Mots-clés: Ephemeroptera, inventaire, Lorraine, bio-indication, conservation.

Abstract:

A survey of the Ephemeroptera of Lorraine was started in 1987. 59 species have been listed to date. A "reference list" is presented, which gives, in addition to an up to date taxonomical list, the regional status of each species, as far as it can be outlined. The bioindication value of those insects, increasing with the precision of the determination, is evidenced through two examples: the French "IBGN" ("Indice Biologique Global Normalisé"), and the problem of the acidification of the surface waters. The conclusion deals with the preservation of the Ephemeroptera diversity.

Key-words: Ephemeroptera, inventory, Lorraine, France, bioindication, conservation.

Note présentée le 14 décembre 2000, acceptée le 23 avril 2001.

INTRODUCTION

J'étudie les Odonates (Libellules) depuis 1980. La connaissance de ce groupe acquise en Lorraine depuis plus de 20 ans m'a amené à m'intéresser aux habitats aquatiques, où se développent les larves. Les communautés d'Odonates constituent de bons indicateurs globaux de la qualité, ou de l'état de préservation de ces milieux. Cependant, environ 80% des espèces d'Odonates de Lorraine sont inféodées aux eaux stagnantes ; elles sont très peu diversifiées dans les cours d'eau de petit calibre ou à courant marqué. C'est pourquoi je me suis tourné, en 1987, vers les Ephéméroptères, un autre ordre d'insectes à larves aquatiques, mais cette fois majoritairement lié aux eaux courantes pour son développement. Il s'agit, contrairement aux Odonates, d'un groupe de consommateurs primaires et de détritivores, à vie adulte très brève, et donc bien plus étroitement liés aux qualités de leur milieu de vie aquatique que ne le sont les Odonates. Cette valeur indicatrice leur est d'ailleurs reconnue unanimement par les hydrobiologistes. Je disposais donc, avec ces deux ordres-frères d'insectes (ils constituent ensemble la section des Paléoptères), d'un efficace "outil d'évaluation" pour la majorité des milieux aquatiques lorrains. Malheureusement, la bibliographie régionale disponible s'est révélée d'une extrême indigence: tout au plus quelques rares notes, anciennes et partielles. L'Abbé KIEFFER (1884), McLACHLAN (1884, 1885, 1887), LESTAGE (1922, 1924), HUBAULT (1927), NAVAS (1931), et enfin BAUDOT (1936) portent progressivement la liste des espèces inventoriées à une trentaine. Depuis, il semble bien que les Ephémères n'aient pas suscité l'intérêt des entomologistes lorrains !

INVENTAIRE

Dès lors, il s'avérait indispensable d'effectuer un inventaire des Ephéméroptères de Lorraine. Ce travail comporte trois étapes essentielles.

Première étape - Liste systématique

Il était avant tout nécessaire d'établir la liste systématique des espèces connues en Lorraine, prenant en compte mes propres observations, et les données de la littérature. Cette liste, présentée ci-après, n'est évidemment pas définitive et sera complétée au fur et à mesure du progrès de nos connaissances ; elle comporte actuellement 59 espèces. Elle doit être à jour du point de vue de la taxonomie et de sa nomenclature. Au vu de la littérature, on s'aperçoit rapidement que, pour certains genres, la systématique est encore loin d'être claire, et nécessiterait une révision complète. On ne s'étonnera donc pas des imprécisions qui demeurent encore dans la liste ci-après.

Siphonuridae ULMER, 1920

Siphonurus EATON, 1868

Siphonurus aestivalis (EATON, 1903)

Siphonurus lacustris (EATON, 1870)

Ameletidae MCCAFFERTY, 1991

Ameletus EATON, 1885

Ameletus inopinatus EATON, 1887

Metreletus DEMOULIN, 1951

Metreletus balcanicus (ULMER, 1920)

Baetidae LEACH, 1815

Baetis LEACH, 1815

Baetis (Baetis) alpinus (PICTET, 1843)

Baetis (Baetis) buceratus EATON, 1870

Baetis (Baetis) fuscatus (L., 1761)

Baetis (Baetis) lutheri MÜLLER-LIEBENAU, 1967

Baetis (Baetis) melanonyx (PICTET, 1843)

Baetis (Baetis) rhodani (PICTET, 1843)

Baetis (Baetis) scambus EATON, 1870

Baetis (Baetis) vardarensis IKONOMOV, 1962

Baetis (Baetis) vernus CURTIS, 1834

Baetis (Alainites) muticus (L., 1758)

Baetis (Nigrobaetis) niger (L., 1761)

Centroptilum EATON, 1869

Centroptilum luteolum (O. F. MÜLLER, 1776)

Cloeon LEACH, 1815

Cloeon groupe dipterum (L., 1761)

Cloeon simile EATON, 1870

Procloeon BENGTTSSON, 1915

Procloeon bifidum (BENGTTSSON, 1912)

Procloeon pennulatum (EATON, 1870)

Oligoneuriidae ULMER, 1914

Oligoneuriella ULMER, 1924

Oligoneuriella rhenana IMHOFF, 1852

Heptageniidae NEEDHAM, 1901

Ecdyonurus EATON, 1868

Ecdyonurus dispar (CURTIS, 1834)

Ecdyonurus torrentis KIMMINS, 1942

Ecdyonurus venosus (F., 1775)

Ecdyonurus sp1

Ecdyonurus sp2

Electrogena ZURWERRA & TOMKA 1985

Electrogena lateralis (CURTIS, 1834)

Electrogena ujhelyii (SOWA, 1981)

Heptagenia WALSH, 1863

Heptagenia (Heptagenia) coeruleans ROSTOCK, 1878

Heptagenia (Heptagenia) flava ROSTOCK, 1878

Heptagenia (Heptagenia) longicauda (STEPHENS, 1835)

- Heptagenia (Heptagenia) sulphurea* (MÜLLER, 1776)
Heptagenia (Kageronia) fuscogrisea (RETZIUS, 1783)
Epeorus EATON, 1881
Epeorus sylvicola (PICTET, 1865)
Rhithrogena EATON, 1881
Rhithrogena carpatoalpina (?) KLONOWSKA, OLECHOWSKA,
SARTORI & WEICHSELBAUMER, 1987
Rhithrogena pictetii SOWA, 1971
Rhithrogena semicolorata (CURTIS, 1834)
Rhithrogena [cf *circumtatica* SOWA & SOLDAN, 1986]
- Leptophlebiidae BANKS, 1900**
- Habroleptoides* SCHOENEMUND, 1929
Habroleptoides confusa SARTORI & JACOB, 1986
Habrophlebia EATON, 1881
Habrophlebia lauta EATON, 1884
Habrophlebia fusca (CURTIS, 1834)
Leptophlebia WESTWOOD, 1840
Leptophlebia marginata (L., 1767)
Leptophlebia vespertina (L., 1758)
Paraleptophlebia LESTAGE, 1917
Paraleptophlebia submarginata (STEPHENS, 1835)
- Ephemeridae LATREILLE, 1810**
- Ephemera* L., 1758
Ephemera danica MÜLLER, 1764
Ephemera lineata EATON, 1870
Ephemera vulgata L. 1758
- Potamanthidae ALBARDA, 1888**
- Potamanthus* PICTET, 1843
Potamanthus luteus (L., 1767)
- Polymitarcyidae BANKS, 1900**
- Ephoron* WILLIAMSON, 1802
Ephoron virgo (OLIVIER, 1791)
- Ephemerellidae KLAPALEK, 1909**
- Ephemerella* WALSH, 1863
Ephemerella mucronata (BENGTSSON, 1909)
Serratella EDMUNDS, 1959
Seratella ignita (PODA, 1761) (= *Ephemerella (Seratella) ignita*)
Torleya LESTAGE, 1917
Torleya major (KLAPALEK, 1905)
- Caenidae NEWMAN, 1853**
- Caenis* STEPHENS, 1835
Caenis beskidensis SOWA, 1973
Caenis horaria (L., 1758)
Caenis luctuosa (BURMEISTER, 1839)

Caenis macrura STEPHENS, 1835
Caenis pseudorivulorum KEFFERMÜLLER, 1960
Caenis rivulorum EATON, 1884
Caenis robusta EATON, 1884

Deuxième étape - Liste de référence (tableau 1)

Dans cette deuxième étape, il s'agissait (et il s'agit encore!) de préciser progressivement le statut régional de chaque espèce. La liste doit devenir, non seulement une référence systématique des espèces présentes sur le territoire régional, mais aussi une référence quant à leur "niveau d'intérêt". Une espèce dite "d'intérêt élevé", ou "patrimoniale" est évidemment une espèce peu commune (rare ou localisée). L'élaboration de cette liste de référence n'est possible, bien entendu, que lorsqu'un nombre relativement important de données de base a été obtenu, une donnée de base étant l'indication de la présence d'une espèce à une date donnée, en un site donné, localisé de façon précise (commune et lieu exact, ou mieux, coordonnées géographiques). La construction d'une base de données informatique permet de gérer la masse d'informations qui se constitue progressivement. Pour l'instant, 1400 données actuellement saisies, et un bon nombre d'observations non encore informatisées, ont permis d'élaborer une première liste de référence. Encore une fois, un tel document ne constitue pas une vision figée des choses, mais est au contraire évolutif, et témoin de l'état d'avancement actuel de notre connaissance des Ephéméroptères de Lorraine. Le tableau 1 présente cette liste de référence ; il contient aussi des indications générales sur l'écologie des espèces dans notre région. Le niveau d'intérêt est indiqué par 3 degrés: intérêt local, régional ou national. Des niveaux intermédiaires sont proposés dans certains cas où il est difficile de trancher. Les espèces sans indication d'intérêt sont très communes et répandues. Un des aboutissements de ce type de liste de référence, lorsque la masse des données devient conséquente, sera l'élaboration d'une Liste Rouge. A titre indicatif, la dernière colonne du tableau donne le classement des espèces dans la Liste Rouge d'Allemagne (MALZACHER & *al.*, 1998)

Troisième étape - Atlas de distribution

Une étape ultérieure de ce travail sera la publication d'un atlas des Ephémères de Lorraine. Cela suppose de posséder un nombre suffisamment grand de données (précisément localisées) pour élaborer des cartes de distribution, espèce par espèce, qui soient significatives. En l'état actuel des choses, il est prématuré d'envisager un tel atlas. Quelques cartes de distribution déjà intéressantes sont présentées dans JACQUEMIN & COPPA, 1996.

UTILISATION DES EPHEMEROPTERES COMME "BIO-INDICATEURS"

L'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN), obtenu pour une station donnée, à partir d'un échantillonnage standardisé, est utilisé de façon courante en France depuis de nombreuses années. Cet indice d'évaluation de l'état des milieux aquatiques courants, qui a fait l'objet d'une normalisation nationale en 1992 (NF T 90-350), prend en compte un certain nombre de "taxons-indicateurs" de macro-invertébrés benthiques, parmi lesquels les Ephéméroptères sont en bonne place. En fait, trois ordres d'insectes aquatiques déterminent les niveaux de qualité les plus élevés: les Ephéméroptères, les Plécoptères et les Trichoptères. L'indice, qui va de 1 à 20, prend également en compte la diversité globale des invertébrés récoltés. Cependant cet indice, destiné à être mis en oeuvre par des "non-spécialistes", ne pousse pas les déterminations au-delà de la famille. Une partie très importante de l'information contenue dans l'échantillon est ainsi perdue ; l'IBGN reste donc un outil assez grossier et d'interprétation délicate, ce qui est la contrepartie obligatoire de sa mise en oeuvre simplifiée.

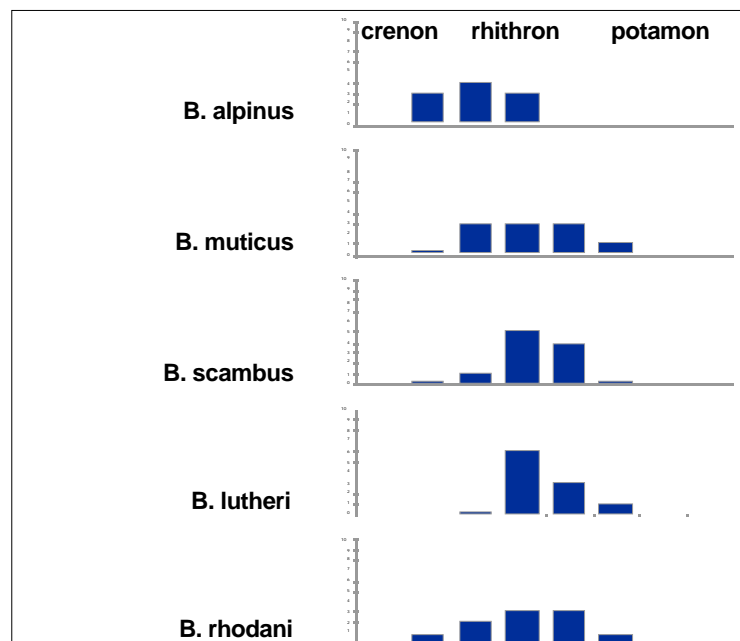
Le travail du spécialiste permet, au contraire, d'extraire le maximum d'informations disponibles, par une détermination poussée jusqu'à l'espèce. Les deux exemples suivant illustreront clairement cet avantage.

Premier exemple: le cas du genre *Baetis*:

La famille des Baetidés, seule considérée par l'IBGN, renferme 4 genres en Lorraine, dont le genre *Baetis*, riche d'au moins 11 espèces. Or ces 11 espèces possèdent des valences écologiques très diverses, et la présence de telle ou telle espèce peut conduire à des conclusions sensiblement différentes. Si l'on prend seulement en compte le genre *Baetis* dans son ensemble, l'indication fournie est beaucoup plus vague, car résultant de la sommation de ces valences écologiques, notamment de celle des espèces les plus euryèces (c'est à dire à large plage de tolérance écologique) ; l'information fournie par les espèces les plus sténoèces (écologiquement "exigeantes") est perdue. Le fait de ne considérer que la famille des Baetidés introduit une perte supplémentaire. Les tableaux 2 et 3 montrent à quel point ces valences écologiques diffèrent d'une espèce à l'autre. Ils sont tirés d'un travail remarquable effectué en Autriche (MOOG, 1995) à partir de la compilation de très nombreuses données de terrain.

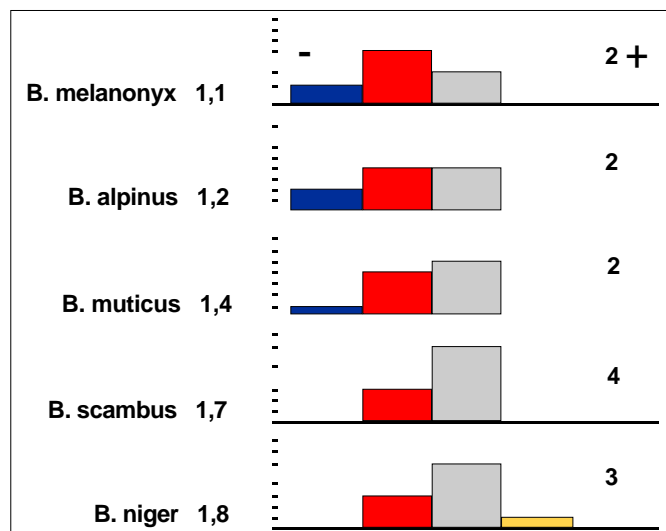
Le tableau 2 donne la distribution longitudinale de 8 espèces de *Baetis*, depuis le "crénon" (la zone des sources), à gauche sur le tableau, jusqu'au "potamon" (cours moyen et inférieur, à courant faible), à droite, en passant par le "rhithron" (cours supérieur, à courant modéré à fort). Les espèces sont classées selon leur succession naturelle de l'amont vers l'aval.

tableau 2



Le tableau 3 illustre le lien des espèces avec la saprobie de leur habitat, c'est à dire la quantité de matière organique présente dans l'eau (c'est un des buts essentiels de l'IBGN que d'évaluer la saprobie, et notamment une saprobie élevée, imputable à une pollution). On voit que la valence saprobique des différentes espèces, mesurée par un indice, varie notablement, de l'espèce la plus exigeante en termes de "pureté de l'eau" (*B. melanonyx*, indice 1,1) à celle qui tolère le plus fort taux de matière organique (*B. buceratus*, indice 2,4). On note aussi que la plage de tolérance saprobique est d'étendue variable, les espèces ayant la plage la plus étroite se montrant ainsi des indicateurs plus précis ; un indice mesure cette valeur indicatrice (ici de 2 à 4, à droite)

tableau 3



Deuxième exemple: l'acidification des cours d'eau

De graves problèmes d'acidification des eaux de surface ont été mis en évidence dans les Vosges (comme dans beaucoup d'autres régions) du fait des précipitations acides d'origine anthropique. Ils entraînent des bouleversements dans les communautés de macro-invertébrés (voir GUEROLD & al., 2000, ainsi que la bibliographie citée dans cet article). Les Ephéméroptères constituent, avec les Mollusques, un des meilleurs groupes indicateurs d'acidification, présentant une très grande sensibilité à ce type de pollution (voir par ex. GUEROLD & al., 1991).

Mais là encore, il est important de pouvoir pousser les déterminations jusqu'à l'espèce, et de posséder une bonne connaissance de la biologie des espèces. Si nous prenons une nouvelle fois l'exemple du genre *Baetis*, 4 espèces peuplent essentiellement les ruisseaux vosgien (rhithron). Or parmi elles, 2 présentent une plus grande sensibilité à la pollution acide (*B. alpinus* et *B. melanonyx*) ; comme elles ont, en plus, un seul cycle annuel de développement (espèces univoltines), elles sont définitivement éliminées des ruisseaux acidifiés, même si, temporairement (en période d'étiage notamment), les conditions de vie deviennent acceptables. Les 2 autres espèces (*B. rhodani* et *B. vernus*) sont beaucoup plus tolérantes, et, de plus, présentent habituellement 2 générations annuelles (espèces bivoltines, à génération d'hiver longue et génération d'été courte). Ces caractéristiques leur permettent d'être éventuellement présentes dans un cours d'eau acidifié pendant l'été et l'automne (étiage), en une seule génération estivale, issue de pontes par des femelles de la génération d'hiver qui se sont obligatoirement développées dans des cours d'eau non pollués ; en effet l'hiver et le printemps, époque de précipitations et de fonte des neiges, induisent toujours une détérioration des conditions d'acidité, incompatible avec la survie des espèces de *Baetis*.

Ainsi un échantillonnage effectué en été doit-il impérativement discriminer les différentes espèces de *Baetis*, pour qu'un problème de stress acide hivernal soit révélé, en dépit d'un pH acceptable au moment du prélèvement, et de la présence éventuelle du genre *Baetis* dans le cours d'eau. En croisant les informations apportées par l'ensemble des Ephéméroptères, et par d'autres groupes sensibles (certaines familles de Plécoptères, de Trichoptères, des Mollusques, des Crustacés...), on peut obtenir une évaluation très fine de l'état global de pollution acide du cours d'eau, et ce, en un unique prélèvement estival. Des mesures physico-chimiques ne pourraient être aussi informatives que par un suivi régulier et une intégration des données sur une année (ou plusieurs !). Après étalonnage, la méthode des indicateurs biologiques se révèle donc particulièrement intéressante dans ce cas précis, mais à la condition expresse de pouvoir pousser les déterminations au niveau spécifique.

PRESERVATION DES EPHEMEROPTERES

Si la connaissance des Ephéméroptères permet de les utiliser comme "outils" d'évaluation et de suivi des milieux aquatiques, elle permet également, d'un point de vue plus désintéressé, de se préoccuper de leur conservation. Une nouvelle fois, l'inventaire apparaît ici comme un élément fondamental. Nous avons vu que ce travail est encore dans une phase initiale, et que l'ampleur de la tâche en fait une oeuvre de longue haleine, surtout si elle reste le travail d'une seule personne ! En fait, un inventaire n'est jamais "terminé", puisque le propre des systèmes vivants est d'évoluer.

C'est en fait à cause de notre méconnaissance de leur statut que les Ephéméroptères ne sont pas pris en considération par la législation. Les quelques insectes de notre région qui ont le privilège de figurer sur les listes d'espèces protégées (en tout environ une dizaine) se comptent tous parmi les Odonates, les Coléoptères et les Lépidoptères. Or il y a des milliers espèces d'insectes en Lorraine, même si personne ne peut avancer de nombre fiable; en tout cas, elles sont 36 000 répertoriées à ce jour en France ! On peut donc considérer l'indispensable effort d'inventaire comme la première partie de l'action conservatoire. Il doit ensuite en devenir l'épine dorsale permanente, en se prolongeant par un suivi constant des peuplements.

La volonté de "gestion" des espaces naturels affichée par les autorités (Direction Régionale de l'Environnement) et certaines structures telles que le Conservatoire des Sites Lorrains, les Parcs Naturels Régionaux, ou les Réserves Naturelles, ne peut pas faire l'économie de ces inventaires. Hélas, ceux-ci sont longs, coûteux, et nécessitent des compétences qui manquent cruellement. Et ce ne sont pas les formations scientifiques actuellement dispensées qui peuvent rendre optimiste sur ce point ! Les quelques entomologistes amateurs passionnés, dévoués, et souvent bénévoles, qui étudient certains groupes plus particulièrement attrayants (Odonates, certains Coléoptères, Lépidoptères, Diptères Syrphidés...) ne peuvent évidemment suffire à accomplir cet important travail, et ne peuvent masquer l'affligeante réalité. Pour les Ephéméroptères par exemple, ce sont actuellement les pêcheurs à la mouche qui se sont constitués en réseau national, sous l'impulsion de quelques passionnés, pour effectuer l'indispensable travail d'inventaire (voir le site Internet "Benthos" <<http://www.invfmr.org/>) !

Par ailleurs, il est clair que l'inventaire doit être suivi de mesures efficaces de préservation. Celles-auront comme objectif de préserver le mieux possible l'intégrité des habitats, seul moyen d'espérer conserver les communautés d'insectes qui y vivent. Dans le cas qui nous occupe, il s'agit des habitats aquatiques et notamment des cours d'eau (tous les cours d'eau, des grands fleuves au fin chevelu des ruisselets de tête de bassin). En revanche, les listes d'espèces protégées, le type "habituel" de protection légale utilisé en France jusqu'à présent, n'est rigoureusement d'aucune utilité dans ce cas, comme d'ailleurs pour la plupart des insectes. En effet, la destruction des Ephémères n'est pas directe, mais indirecte, par dégradation de leurs

biotopes: canalisation, recalibrage, rectification, endiguement, barrages, curages, pollutions acides, organiques, toxiques, thermiques, agricoles, industrielles ou domestiques, introduction anarchique de poissons et crustacés allochtones ou issus d'élevage, etc... La mise en réserve n'est généralement pas possible non plus, puisque les eaux courantes constituent par définition un milieu de vie mobile, en permanence sous l'influence de toute perturbation intervenant dans le bassin versant, que ce soit en amont bien sûr, mais aussi en aval (sédimentation ou érosion régressives à la suite de travaux hydrauliques, migration longitudinale de la faune...). Le "dédouanement" à bon compte que constitue la création de quelques "réserves", ici ou là, n'est donc pas possible. Même la directive européenne dite "directive Habitats", qui s'accompagne de la création du réseau de sites "Natura 2000", bien que constituant une remarquable nouveauté dans la prise en compte des milieux, reste une démarche très insuffisante pour les eaux courantes.

Ainsi apparaît-il clairement que le défi à relever est de taille: il ne s'agit ni plus ni moins que d'envisager une véritable "gestion intégrée" de l'ensemble des milieux naturels. Les activités humaines dans leur ensemble doivent en permanence être pensées et décidées en tenant compte de leur aspect écologique. L'impératif économique doit être pondéré par l'impératif écologique. Aucune action n'est neutre ; il n'y a pas, d'un côté les écosystèmes à préserver et à mettre sous cloche, et de l'autre un terrain d'action totalement libre, sans contraintes écologiques. L'Homme et la Nature ne sont pas face à face ! La Nature est une et indivisible ; elle englobe aussi l'Homme et ses activités. Chaque action humaine, où qu'elle ait lieu, a un poids écologique. Les cours d'eau et, en leur sein, les Ephéméroptères nous le rappellent avec insistance.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUDOT, E., 1936. Additions à la faune des Ephémères de France. Bull. Soc. ent. France 41: 317-320
- GUEROLD F., D. VEIN & G. JACQUEMIN - 1991 - Les peuplements d'éphéméroptères, de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien: une première approche. Rev. Sc. Eau 4: 299-314
- GUEROLD F., J.-P. BOUDOT, G. JACQUEMIN, D. VEIN, D. MERLET & J. ROUILLER - 2000 - Macroinvertebrates community loss as a result of headwater stream acidification in the Vosges Mountains (N-E France). Biodiversity and conservation 9: 767-783
- HUBAULT, E., 1927. Contribution à l'inventaire des invertébrés torrenticoles. Thèse (n°39), Université de Nancy, France: pp 108-126
- JACQUEMIN, G. & G. COPPA, 1996. Inventaire des Ephémères de Lorraine et de Champagne-Ardenne (N-E France): premiers résultats (*Insecta: Ephemeroptera*). Bull. Soc. ent. suisse 69: 141-155

- KIEFFER , J.J., 1884. Contributions à la faune et à la flore de Bitche Bull. Soc. Hist. nat. Metz 16: 87
- LESTAGE, J.-A., 1922. Catalogue des Ephémères de France. Annl. Soc. ent. France 91: 273-276
- LESTAGE, J.-A., 1924. Larves aquatiques d'Insectes récoltées par MM. Cuénot et Remy aux environs de Nancy. Bull. Soc. ent. France 124: 123-124
- McLACHLAN, R., 1884. Recherches névroptérologiques dans les Vosges. Rev. Ent. 3: 9-20
- McLACHLAN, R., 1885. Notes additionnelles (sic !) sur les Névroptères des Vosges. Rev. Ent. 4: 1-4
- McLACHLAN, R., 1887. Notes additionnelles sur les Névroptères des Vosges. Rev. Ent. 6: 57-58
- MALZACHER, P., U. JACOB, A. HAYBACH & H. REUSCH, 1998. Rote Liste der Eintagsfliegen (Ephemeroptera) .- In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere in Deutschland. - Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 55: 264-267, Bonn-Bad Godesberg
- MOOG, O., 1995. Fauna aquatica austriaca. Katalog zur autökologischen Einstufung aquatischer Organismen Österreichs. Wasser Wirtschafts Kataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft
- NAVAS, Rév. P. LONGINOS NAVAS, S., J., 1931. Insectos Neuropteros y afines de la Lorena (Francia). Broteria, 27(3): 137-144

**L'OURAGAN LOTHAR, 26 DECEMBRE 1999
EFFETS ET PERSPECTIVES SUR LA FORET LORRAINE**

**STORM LOTHAR , DECEMBER 1999 26th
EFFECTS AND PERSPECTIVES ON THE FOREST IN LORRAINE
REGION**

François VERNIER
77, grande rue
Résidence le Village
54180 HEILLECOURT

« Je donnerais aisément plusieurs autres exemples, qui tous concourent à démontrer que l'homme peut modifier les influences du climat qu'il habite »
(BUFFON –Histoire naturelle)

RESUME : Les ouragans des 26, 27 et 28 décembre 1999 ont été les plus puissants et les plus destructeurs du XX^e siècle. La forêt française, et particulièrement en Lorraine, a payé un lourd tribut lors de ce cataclysme. Ce sont environ 140 millions de mètres-cube de bois qui ont été mis à terre, dont près de 30 millions pour notre région. Les vents d'une extraordinaire force, des volumes de bois importants en forêt et une structure des peuplements issues de la conversion du taillis-sous-futaie en futaie sont les facteurs ayant contribué à l'ampleur des dégâts. Des leçons sont à tirer de ces événements pour permettre à la forêt de demain de mieux résister à ces phénomènes.

Mots-clés : ouragan, Lorraine, sylviculture

ABSTRACT : The storms on 26th, 27th, 28th December 1999 were the most powerful and destructive of the XXth century. Forests in France and specially in the Lorraine region were greatly hit by this phenomena : 140 millions cubic meters were blown down with nearly 30 millions in our own region. Winds of an extraordinary strength, huge volumes and stand structures stemming from the transformation of coppice-with-standards into high forests, can explain the disaster. Lessons have to be learnt from these events, in order to help forests to resist similar phenomena in the future.

Key-words : storm, Lorraine region, forestry

Note présentée le 22 février 2001, acceptée le 6 mars 2001

INTRODUCTION

Les 26, 27 et 28 décembre 1999 deux ouragans ont traversé la France d'ouest en est. Au nord LOTHAR et au sud MARTIN ont occasionné des dégâts, à la forêt française en général et lorraine en particulier, d'une ampleur inconnue de mémoire d'homme. Ces cataclysmes ont marqué pour longtemps les esprits, et parfois les corps. Les forestiers, en particulier, ne sont pas prêts de l'oublier. Nous allons étudier dans cet article, après avoir présenté un bref historique sur la forêt française et quelques données sur la forêt lorraine, le phénomène météorologique qui a induit ce cataclysme, les effets sur la forêt, pour terminer par les perspectives en matière sylvicole et gestion de la biodiversité.

METHODES D'ETUDES

Ce travail s'appuiera sur les données de Météo-France pour expliquer le phénomène ouragan, de l'Inventaire National Forestier pour établir les références par rapport aux peuplements existant avant la tempête, du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et de l'Office National des Forêts pour apprécier l'ampleur des dégâts forestiers, et sur mes propres réflexions et celles de différents organismes sur la suite à envisager pour la reconstitution de notre capital forestier.

HISTORIQUE DE LA FORET FRANÇAISE

Depuis la fin de la dernière glaciation, il y a environ 15 000 ans, les forêts ont pris place sur notre territoire. Après la reconquête de l'espace qui porte les surfaces boisées à plus de 40 M ha, la forêt commence à régresser dès le sixième millénaire avant JC, sous le coup de la "révolution néolithique", et se poursuit tout au long de l'histoire. A l'entrée de l'ère chrétienne la forêt ne couvre déjà plus que la moitié de la surface actuelle de notre pays. La colonisation par l'homme puis l'augmentation démographique et les besoins domestiques et industriels qui y sont liés entraînent les défrichements qui se poursuivront jusqu'au XIX^e siècle. Le code forestier de 1827 met en place une politique forestière qui aura pour effet une augmentation régulière des surfaces boisées (AMAT 1998). La création du Fonds forestier National en 1946 contribuera au reboisement de la France. La surface forestière métropolitaine a augmenté en moyenne de 80000 ha entre 1991 et 1998. Au début du XIX^e siècle elle était de 7,5 M ha moment où elle est au plus bas, en 1999 elle est de 15 M ha soit plus du double. Aujourd'hui nous sommes revenus, en surface boisée, au niveau du XV^e siècle. Le volume moyen par hectare lui aussi augmente, selon les sources de l'Inventaire Forestier National, il était de 129 m³ en 1980 et de 149 en 1992. La hauteur dominante des peuplements augmente et contribue à leur moindre stabilité (DROUINEAU et al. 2000). Ces chiffres montrent que le volume total de bois est le plus important depuis que la forêt française est gérée de manière moderne, et il n'est donc pas étonnant qu'un cataclysme entraîne aujourd'hui plus de dégâts que lors des coups de vents des siècles passés.

LA FORET LORRAINE EN QUELQUES CHIFFRES

La forêt lorraine couvre environ 840 000 ha, dont deux tiers appartiennent à l'Etat, aux collectivités et établissements publics gérés par l'Office National des Forêts et un tiers sont des forêts particulières, soit une proportion inverse à celle de la France métropolitaine. L'accroissement courant annuel est de l'ordre de 6,6 M m³ et la récolte de 3,5 M m³. Elle est constituée de 25 % de chêne, 23 % de hêtre, 14 % d'autres feuillus, 21 % sapin, 9 % d'épicéa, 6 % de pin et 2% d'autres résineux.

L'OURAGAN LOTHAR, GENESE ET DEROULEMENT

Tout d'abord il est essentiel de savoir ce qu'est un ouragan. Ce mot vient de hurrican en espagnol. En météorologie marine, on désigne sous le terme d'ouragan les vents de force 12 sur l'échelle de Beaufort, c'est-à-dire d'une vitesse supérieure à 118 km/h. Les ouragans sont moins limités dans le temps et l'espace que les tornades, les directions des vents sont plus soutenues, les tourbillons sont rares et n'ont lieu que localement. La vitesse des vents est telle que peu d'arbres résistent. (BOUCHON 1987)

Comment le 26 décembre pour LOTHAR et les 27 et 28 décembre pour MARTIN explique-t-on que des vents aussi violents aient pu atteindre notre pays ?

Comme toutes tempêtes, ces phénomènes sont d'origine maritime et prennent naissance aux alentours de Terre-Neuve et se suivent en hiver à la moyenne de 1 toutes les 24 heures. Nous sommes loin de les recevoir tous. Ces coups de vents suivent des rails de dépression ou lits perturbés entraînés par les courants-jets qui sont des vents très violents de l'ordre de 400 km/h se développant à 9000 mètres d'altitude. LOTHAR et MARTIN ont eu pour origine une cyclogénèse explosive dont les rails ont traversé la France dans le sens Ouest-Est. Habituellement ces phénomènes se passent plutôt sur l'océan atlantique et sont déviés vers le nord-est avant d'effleurer les terres européennes.

La dépression génératrice de ce phénomène touche le Finistère le 26 décembre vers 2 h locales et s'évacue du territoire métropolitain à Strasbourg aux environs de 11 h, elle s'est donc déplacée à environ 100 km/h. Sa trajectoire suit approximativement le 49° parallèle.

Les vents les plus violents ont balayé une bande d'une largeur de 150 km environ à proximité immédiate de la dépression, tout le long de cette trajectoire, côté sud, sur un axe pointe de Bretagne — sud de la Normandie — Ile-de-France — Champagne-Ardennes — Lorraine — Alsace puis Allemagne par le Bade-Württemberg, land le plus touché par cette catastrophe.

Les deux ouragans ont touché 69 départements français. Aux dires des météorologistes il s'agit là de petits ouragans.

Ce phénomène n'est pas nouveau et il est reconnu que le refroidissement du climat au milieu du XIII^e siècle a été accompagné d'ouragans d'une puissance anormale.

Année	Jour - mois	Lieux	importance
1519	15 mars	forêt du Buisson du bleu entre Lyons et Gisors,	60 000 grands arbres, puis disparition de cette forêt (avec l'assentiment de l'homme)
1698		Centre, le Nord et le Grand-Est.	
1716	.	Centre, le Nord et le Grand-Est	
1739	8 janvier	Centre, le Nord et le Grand-Est.	
1747	Décembre	France	16 M m3
1807		Vosges, St-Dié	tornade
1876	1 ^{er} mars	Lyons-la-Forêt, Normandie	Ouragan, 32000 arbres abattus
1902	31 janvier- 1 février	Massif Vosgien	Ouragan, 1,7 Mm3 de bois résineux, vent venant de l'est
1908	16 juin	Nord de la France	cyclone
1952	13 décembre	Sologne et centre de la France	6,5 M m3
1957	6 juillet	Lyons-la-Forêt	Ouragan, 7000 ha de hêtraie endommagée
1967	12-13 mars, 25 mai, 14 juin	Moitié Nord de la France, Allemagne Suisse, Autriche, Tchécoslovaquie	2,5 Mm3 en France, 13,4 Mm3 en Allemagne,
1968	10 juillet	Lorraine, Alsace, Allemagne	en France 125000 m3 dont 70 % de résineux, en Allemagne 125000 m3 700 ha détruits moitié en France et moitié en Allemagne.
1972	25 avril	Franche-Comté	0,5 M m3
1976	1 et 2 décembre	Landes	1,5 M m3
1982	6/8 novembre	Massif central	vents atteignant 140 à 160 km/h. 12 M m3, 29 départements concernés
1984	11 juillet	département des Vosges, Darney	Forêt domaniale de Darney : 4000 ha détruits, 15000 ha de forêts communales fortement endommagés, 4 M m3 essentiellement en

			hêtre et en chêne.
1987	-15/16-10	Bretagne et Normandie	7,5 millions de m3: 220 km/h sur les côtes de Bretagne
1990	25 et 26 janvier et 3 et 4 février	essentiellement Lorraine, Picardie et Normandie, Allemagne	7 millions de m3 en France (en Allemagne 65 M m3).
1996	7 février	Aquitaine	1,5 million de m3 (les vents ont atteint 176 km/h au Cap Ferret)

Tab. I Les tempêtes dans le temps

Il est à noter que la durée de retour de ce genre de cataclysme est supérieure au siècle peut-être du millénaire. (Tab. III)

Même si elle a été surprenante cette activité tempétueuse est simplement revenue à un niveau similaire à celui du XIX^{ème} siècle. (DROUINEAU *et al.* 2000).

Lieux	vitesse
Nancy	144 km/h
Metz	155 km/h
Forêt de Hesse (Moselle)	160 km/h
Ochey	155 km/h
Badonviller	122 km/h
Le Hohneck	207 km/h

Tab. II Quelques vitesses de vent relevées en Lorraine

Les précipitations qui ont précédé ces tempêtes n'ont fait que faciliter l'arrachage des arbres enracinés dans des sols gorgés d'eau. Le tableau II représentant les précipitations de l'année 1999 et particulièrement le mois de décembre dénote une augmentation de près de 40 % sur la pluviométrie « normale » sur un an, et de près de 300 % pour le mois de décembre.

An.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Tot
51-80	84,5	82	71	72	90	112,5	82	96,5	71	68,5	93	88	1011
99	93,4	141,6	150,1	109,7	109,7	79,7	66,8	108,8	108,1	97,4	71,5	262,3	1399,1

Tab. III Pluviométrie station de Badonviller (Meurthe-et-Moselle)

EFFETS SUR LA FORET FRANÇAISE ET LORRAINE

Les estimations des dégâts sont d'environ 140 millions de mètres-cube de bois détruits (chablis) sur le territoire français par les deux ouragans, dont environ 30 millions sur la seule région Lorraine (Tab. IV, V et VI). Pour donner une idée de l'ampleur des dégâts, sur la France les dégâts représentent environ trois fois la récolte normale annuelle et deux fois la croissance annuelle. Dans la région Lorraine ces chiffres sont de huit fois la récolte normale et quatre fois et demi l'accroissement courant annuel.

Ce sont les forêts situées sur les côtes (Côtes de Meuse, Côtes de Moselle, buttes témoins) ou celles qui sont assises sur des matériaux alluvionnaires (sables galets...) instables et gorgés d'eau au moment du cataclysme qui ont été les plus marquées. Cela s'explique par un plus faible ancrage des arbres au sol, leurs racines n'explorant dans ce type de sols que la couche superficielle, alors que dans les sols profonds elles forment un cœur plus résistant.

Département	Volume tot (m ³)	Accroiss t courant annuel (m ³)	Volume chat (m ³)	Chablis/Vol. to (%)
Meurthe-et-Moselle	31 705 95	1 102 785	8 371 000	26,40
Meuse	36 195 88	1 426 407	6 741 000	18,62
Moselle	40 226 49	1 367 861	3 498 000	8,69
Vosges	70 426 68	2 687 734	10 870 000	15,43
Région	178 555 02	6 584 787	29 480 000	16,51

Tab. IV Comparaison volume de chablis/volume sur pied avant ouragan

Département	Feuillus (m ³)	Résineux (m ³)	Totaux (m ³)
Meurthe-et-Moselle	5 134 000	3 237 000	8 371 000
Meuse	5 571 000	1 170 000	6 741 000
Moselle	1 333 000	2 165 000	3 498 000
Vosges	3 740 000	7 130 000	10 870 000
Région	15 778 000	13 702 000	29 480 000

Tab. V Volume de chablis résineux et feuillus

POURQUOI DE TELS DEGATS?

Nous avons subi la plus importante tempête du siècle tant en puissance des vents qu'en dégâts constatés. Les vents de l'ordre de 150 km/h ont traversé la France de part en part balayant de nombreux équipements et arbres sur leur passage. Nul ne peut dire à l'heure actuelle s'il s'agit d'un phénomène déjà connu au cours de notre histoire, la météorologie moderne ne fait des observations scientifiques que depuis environ deux cents ans. Cependant nous pouvons être certains que des phénomènes semblables ont déjà existé. Le tableau des tempêtes dans le temps retrace une partie de cette histoire des cataclysmes dus aux vents (Tab. III). Les archives forestières font état des coups de chablis qui ont un pas moyen de 5 ans au cours du XX^e siècle. La densification des forêts, suite à la conversion du taillis-sous-futaie en futaie, l'augmentation du volume moyen à l'hectare, sont autant de facteurs qui ont contribué aux dégâts forestiers subis. Il faut dire que jusqu'au XIX^e siècle les forêts servaient de parcours aux animaux domestiques (vaches, moutons, chèvres, porcs) et étaient de ce fait plus clairsemées.

Département	Classes de dégâts				Total
	> 80 %	30 à 80 %	<30 %	Pas de dég	
Meurthe-et-Moselle	18300	28500	38300	25900	111000
Meuse	14000	15000	20000	108000	157000
Moselle	4000	5400	4400	112200	126000
Vosges	18600	18000	18200	132200	187000
Région	54900	66900	80900	378300	581000

Tab. VI Les surfaces endommagées en forêts soumises (domaniales, communales et d'établissements publics)

L'AVENIR DE NOS FORETS

Aujourd'hui se pose pour le forestier la question de la reconstitution de la forêt. Comment reconstruire ? Quelle orientation donner à la forêt du XXI^e siècle ?

Les tempêtes encore récentes et dévastatrices sont des expériences dont le forestier doit tirer des leçons. Les reconstitutions réalisées à grand renfort de plantations ont souvent été des échecs ou à tout le moins ont été complétées par une régénération naturelle plus vigoureuse et se défendant mieux contre la dent du gibier. Cette régénération naturelle a souvent supplanté l'artificielle avec grand bonheur. Seules les forêts fortement endommagées, dont les sols sont hydromorphes et peuvent connaître des envahissements importants par des graminées ou des cypéracées devront être rapidement plantées.

La première leçon à tirer de cette constatation est de laisser faire à la nature son œuvre, elle a horreur du vide et cicatrisera, dans la plupart des cas, assez rapidement les blessures infligées par l'ouragan du 26 décembre 1999.

Comme nous l'avons relevé les volumes de bois avant tempête étaient souvent très importants dans les peuplements forestiers. Cette forte densification des forêts ne permet pas un écoulement facile des flux d'air. Il est remarquable que sur les lisières de forêt peu d'arbres aient été touchés. Par contre derrière ce qui constitue désormais un rideau d'arbres, de grandes trouées ont été occasionnées. Cela s'explique aisément par le fait que le vent rencontrant un obstacle s'est élevé au-dessus de celui-ci pour se rabattre ensuite, occasionnant des dégâts impressionnants. On peut assimiler ce phénomène à la naissance des lames de fond maritimes.

La deuxième leçon est la suivante. Le forestier doit s'appliquer à ménager des lisières de transition ayant un profil dégradé et de garder les peuplements perméables au vent. D'autre part, cette façon de procéder aura pour avantage de favoriser l'installation d'un sous-étage souvent absent dans les peuplements issus de la conversion du taillis-sous-futaie.

Les peuplements de résineux ont été fortement endommagés. Il est vrai que leur ramure non dégarnie des aiguilles ont constitué une voile dans laquelle le vent a

eu une grande prise, de plus le coefficient d'élanement (H/d : hauteur sur diamètre moyen du peuplement) est souvent très élevé du fait du manque d'éclaircie. De ce fait ces arbres n'ont pu résister à l'ouragan. Les résineux ont leur place dans la forêt française, mais il serait intéressant de les mélanger aux feuillus pour assurer une bonne diversité biologique utile dans le maintien en bon état des sols et des structures des forêts. OTTO, forestier allemand relève, à la suite de la tempête de 1972 en Basse-Saxe, que dans les peuplements mélangés de hêtre et de pin seuls quelques arbres ont été renversés, alors qu'alentour tous les peuplements (purs) étaient détruits ; et pourtant les stations étaient les mêmes et la violence du vent identique (OTTO 2000).

La troisième leçon à tirer de ces événements est de mélanger les essences dans un but écologique, mais également économique. Les cours des bois étant très variables d'une essence à l'autre cette méthode aura pour avantage mieux équilibrer les budgets des propriétaires forestiers. Un autre aspect de la biodiversité sera développé dans nos forêts par le maintien d'un certain nombre d'arbres sénescents ou morts qui serviront d'habitats pour les insectes saproxylophages, les oiseaux et les mammifères cavernicoles.

Enfin dans certaines forêts domaniales seront instituées des réserves biologiques intégrales. Elles permettront d'étudier la dynamique naturelle de la végétation et de connaître l'évolution des habitats sans intervention de l'homme. La réserve biologique intégrale du Capitaine Monté en forêt domaniale de Bezange est la première à avoir été constituée après l'ouragan du 26 décembre 1999.

CONCLUSION

Les tempêtes et ouragans ne sont pas des phénomènes rarissimes. Il faut les considérer comme des facteurs naturels contribuant au façonnage de nos paysages. Si les ouragans de décembre 1999 ont occasionnés une catastrophe économique pour de nombreux propriétaires forestiers, on ne peut pas considérer qu'il ait eu catastrophe écologique. En effet, la nature sait réagir, et nous avons eu la preuve lors de précédents coups de vents (1982 : Auvergne et Sud Ouest, 1984 : Darney, 1987 Bretagne Normandie, 1990 Lorraine du Nord, 1996 Aquitaine). Les parcelles de forêts renversées par ces tempêtes se sont reconstituées et portent actuellement de jeunes peuplements forestiers aux essences variées.

Pour les forestiers cet événement peut être une chance pour réfléchir à d'autres sylvicultures assurant plus de résilience aux peuplements forestiers et plus adaptées aux changements climatiques prévus suite au réchauffement du climat ?

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier particulièrement Jean-Michel HELLE, Chef Technicien Forestier à Badonviller, pour la communication des éléments météorologiques, Pierre KLEIN Formateur au centre National de Formation Forestière de l'O.N.F. à Velaine-en-Haye pour la traduction en anglais du titre et du résumé.

BIBLIOGRAPHIE

- AMAT J.P., 1998 – La forêt à livre ouvert *in* l'Atlas des Forêts de France – Ed. J.-P. de Monza – Paris - 12-26
- AUSSENAC G. et PARDE J., 1985 - Forêts, climat et météores - *Rev. For. Fr.* - vol. XXXVII - n° spéc. Regards sur la santé de nos forêts. 83-104
- BARTHOD C., 1998 – Perturbations et problèmes *in* l'Atlas des Forêts de France – Ed. J.-P. de Monza – Paris - 85
- BOUCHON J., 1987 – Etat de la recherche relative aux dégâts forestiers – *Rev. For. Fr.* – n° spécial les chablis – 301-312
- DE CHAMPS J., FERRON J.L., MICHAUD D., SAVATIER N., 1983 - Leçons à tirer de la tempête des 6-8 novembre 1982 - *Annales des recherches sylvicoles* 1982- AFOCEL Paris.
- DE GAIL, 1903 - L'ouragan de 1902 dans les Vosges, *Rev. des Eaux et Forêts* - 417-429.
- DION J., 1983 – La sylviculture et l'économie du bois *in* Géographie de la Lorraine - 193
- DOLL D., 1991 – Les cataclysmes éoliens dans les forêts d'Europe, aperçu historique, - *Forêt Entreprise* – n°77-5
- DROUINEAU S., LAROUSSINIE O., BIROT Y., TERRASSON D., FORMERY T., ROMAN-AMAT B., 2000- Expertise collective sur les tempêtes, la sensibilité des forêts et sur leur reconstitution. *Le Cour. de l'Envir. de l'INRA* n° 41- 57 - 77
- GUILLERY C., 1987 – Introduction – *Rev. For. Fr.* – n° spécial les chablis – 245-247
- LE CHATELIER X., 1973 - La catastrophe du 13 novembre 1972 – *Rev. For. Fr.* - Vol. XXV - 3- 247- 248
- OTTO H.J., 1998 – Ecologie forestière – I.D.F. –
- OTTO H.J., 2000 – Expériences sylvicoles après les ouragans catastrophiques, regards dans le passé en Basse-Saxe. *Rev. For. Fr.* LII – 3 –223-238
- VIGNES E., 1969 - La tornade du 10 juillet 1968 dans le Nord-Est de la France. *Rev. For. Fr.* - Vol. XXI – 2 -107 - 112

**LES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES DES
CORRESPONDANTS DE LOUIS COTTE EN
BOURGOGNE VERS LA FIN DU XVIII^{ème} SIECLE**

**METEOROLOGICAL OBSERVATIONS IN BOURGOGNE
(FRANCE) AT THE END OF 19th CENTURY BY
LOUIS COTTE CORRESPONDANCE**

Guy PUEYO
38, rue du Louvre, F-75001 Paris

RESUME :

En France, beaucoup de scientifiques du XVIII^{ème} siècle poursuivent des travaux en météorologie et correspondent avec Louis COTTE de Paris. Après l'Alsace, la Lorraine, la Champagne et les Ardennes, nous abordons la météorologie de la Bourgogne. Beaucoup d'observations météorologiques relatées par la Société Royale de Médecine, l'Académie Royale des Sciences et la Société Royale d'Agriculture décrivent les variations climatiques de cette région importante, très variée et d'une vaste superficie.

Mots-clés: météorologie – Bourgogne – Louis COTTE.

SUMMARY :

In France many scientific work in meteorology and correspond with Louis COTTE in Paris. After Alsace, Lorraine, Champagne and Ardennes this paper describes the meteorology of Bourgogne. Many observations to «Société Royale de Médecine», «Académie Royale des Sciences» and «Société Royale d'Agriculture» show the climatical changes of the large and variable region.

Key works: meteorology – Bourgogne – Louis COTTE

Dans des articles précédents, nous avons fait le point sur la météorologie de la fin du XVIII^{ème} siècle, grâce à la correspondance déclenchée par la Société Royale de Médecine dans toute la France à la suite de son appel de 1776 (PUEYO 1996, 1998). C'est l'année du premier grand froid depuis 1740. Il faut attendre quelques temps pour voir se manifester les premières bonnes volontés d'observations météorologiques, sous diverses formes : simples observations du ciel avec un thermomètre dehors, sous abri ; relevés du nombre de jours de pluie et de vent ; premiers relevés avec instrumentation pour ceux qui en disposent. Au début de l'année suivante, le mouvement est amorcé et les premières lettres arrivent aux académies et sociétés savantes. A Paris, la Société Royale de Médecine reçoit les premières observations, puis c'est le tour de l'Académie Royale des Sciences.

Louis COTTE reçoit de ses correspondants un courrier établi depuis 1767, année de l'installation de son propre observatoire météorologique de Montmorency. La correspondance qu'il établit peu à peu autour des années 1770, s'étend insensiblement à toute la France en gagnant les provinces les plus lointaines. Dans l'Est de la France, nous avons déjà présenté les observations réalisées en Lorraine et en Alsace (PUEYO, 1996), en Champagne et dans les Ardennes (PUEYO, 1998). Nous proposons dans la présente communication de présenter les observations réalisées en Bourgogne, toujours, bien sûr, à travers le courrier d'amateurs bénévoles. N'oublions pas que COTTE a retenu les meilleurs résultats, dont certains sont parfois restreints à quelques mois seulement d'observations. Ils méritent toutefois d'être dégagés de sa bibliographie, à une époque où les travaux de valeur sont encore peu nombreux. Mais sa grande expérience lui a permis de sélectionner les meilleurs d'entre eux.

L'ELAN INITIE PAR LES PRECURSEURS

D'un petit chef-lieu de canton en bordure de l'Allier proche de Vichy, Cusset, parvient dans le courrier de la Société Royale de Médecine des résultats d'observations météorologiques du Docteur DEBREST, couvrant deux périodes : 1756-1761 et 1776-1780. Ce sont des relevés classiques, mais avec le calcul des moyennes et des extrêmes. Toutefois, tout n'est pas complet et les instruments ne sont pas efficaces. De ce fait, le Père COTTE préfère ne pas en parler, ce qui est regrettable vu les résultats et les tableaux qui y figurent.

A Auxerre, un professeur de collège, M. PASUMOT, qui est également Ingénieur Géographe du Roi, effectue pendant six années consécutives (1767-1772) des relevés atmosphériques une fois par jour : température, pression, vent, pluie. Mais le Père COTTE «doutant de la bonté du thermomètre» de M. HOUSSET de FERBOIS fils, réduit les températures en tables avant de les citer. Un autre thermomètre apparaîtra bien plus tard et donnera de bons résultats (1784). L'uromètre, publié dans le Journal de Physique de 1776, donne également des résultats satisfaisants.

En 1776, M. RAUCAUT, l'aîné, résident à Beaune s'intéresse depuis longtemps au rôle que pourrait jouer l'électricité dans le baromètre ou, tout au

moins, sa contribution dans ses variations (COTTE, 1774). En prenant l'électricité libre de l'air comme une onde fluide, elle participerait, dans une certaine mesure, au poids de la colonne d'air (en occupant celle-ci dans le baromètre). Tout cela reste une supposition. Le Père COTTE pense que peu de physiciens souscrivent à cette explication et que l'importance de l'électricité libre de l'air occupant une certaine place dans la colonne de verre du baromètre, serait négligeable (COTTE, 1788).

Depuis 1775, le Docteur MARET s'intéresse à la météorologie. A cette époque, il ne manquait pas déjà d'observer le ciel une fois par jour aux environs de midi. Dès 1776, il commence à faire des relevés plus précis sur les manifestations atmosphériques les plus courantes (pluie, vent, chaleur, froid, etc...). Pour cela il fallait des instruments lui permettant d'effectuer ces relevés en temps et en heure. Son état de Docteur en Médecine, lui permet de côtoyer les artistes de la région et en sa qualité de membre de l'Académie de Dijon, il se procure sans difficulté les meilleurs instruments du moment (thermomètre, baromètre, hygromètre, anémomètre, pluviomètre). Il installe cet ensemble dans son jardin dès 1777 et effectue des relevés très réguliers, matin et soir. Il ne tarde pas à les compléter par des tableaux et établit rapidement des moyennes. Un peu plus tard, il passe à trois observations par jour, accompagnées parfois de commentaires. Un suivi de sept ans sera communiqué à la Société Royale de Médecine et à l'Académie Royale des Sciences. Peu à peu l'audience de ce savant s'étend au-delà de la province puisque ses travaux portent également sur la médecine, la physique et l'agriculture. Il a fait de nombreuses publications (répercussions des fortes chaleurs et des grands froids sur les hommes et les animaux, analyse des précipitations pour la période 1767-1782). DAUBENTON s'intéresse à ses travaux et le fait nommer «correspondant de l'Académie Royale des Sciences» le 12 juin 1776. Le Docteur MARET a laissé une place importante dans la région et dans sa ville de Dijon depuis sa mort en 1786.

UN CERTAIN RALENTISSEMENT

Mais l'élan déclenché en 1776 se ralentit peu à peu au cours des années suivantes chez la plupart des amateurs qui ne possèdent pas le matériel approprié. Pour certains, ce fut l'arrêt, découragés par des résultats trop fragmentaires ou mal présentés. D'autres encore, trop isolés, ne surent pas utiliser les nouveaux instruments. Par contre, ceux qui obtiennent des résultats appréciés par leurs correspondants, poursuivent leurs observations et multiplient leur fréquence. Celles-ci passent de une à deux par jour et à heures fixes du matin et du soir, pour les différents paramètres climatiques. Autour des années 1780, certains observateurs rassemblent dans des tableaux leurs premiers résultats mensuels, voire annuels. Les moyennes apparaissent et avec un peu de recul, on peut déjà se faire une idée du temps qu'il a fait lors d'une période donnée et dans un contrée donnée. Les savants des grandes villes peuvent à présent faire des synthèses à partir de tous ces résultats.

En 1777, M.de MORVEAU, avocat général au Parlement de Dijon et chimiste à l'Académie de cette ville, écrit à M. GUENEAU de Montbéliard une

lettre sur «l'influence du fluide électrique dans la formation de la grêle», publiée dans le Journal de Physique de 1777. COTTE la mentionne, mais ne croit pas que les particules salines soient des particules ignées à l'origine de la grêle, comme le prétend M. BARBERET ; cette thèse est également défendue par M. VYSSERIE (DETTWILLER, 1981). Le Docteur CHARDON lui répond et montre son désaccord avec le point de vue de M. de MORVEAU. Il pense que la grêle «pure» peut quelquefois exister, mais rarement sans électricité.

DES MEDECINS OBSERVATEURS

Cette même année 1777, à Villefranche en Beaujolais, le Docteur GOUTARD poursuit pendant quatre années consécutives des observations météorologiques avec des instruments classiques, et notamment un thermomètre de Réaumur. Toutefois, le Père COTTE soupçonne qu'il serait mal construit et mal exposé. De plus, le Docteur GOUTARD n'a envoyé à la Société Royale de Médecine que les résultats extrêmes de ses observations. Par contre, on trouvera plus tard deux tableaux intéressants concernant les résultats moyens de ses années d'observation. Toujours à Villefranche en Beaujolais, un autre médecin, le Docteur MOREL donne des résultats complets d'observations pour l'année 1785.

En 1778, parviennent à la Société Royale de Médecine, les observations Du Docteur MONTROT dont nous avons déjà exposé quelques résultats dans un précédent article (PUEYO, 1998). Médecin à Bourbonne-les-Bains, il note deux ou trois fois par jour la température, la pression atmosphérique, les quantités de pluie, la direction et la force du vent ; il y ajoute des observations climatiques complémentaires. Ce travail assidu dure jusqu'en 1780 puis se relâche. Un autre médecin, le Docteur VERNERD assure un certains nombre de relevés dans la région de Seurre, en Bourgogne. Après un court arrêt, il reprend ses observations en 1783 pour deux ans.

LES DERNIERES OBSERVATIONS

En 1784, HOUSSET de FERBOIS fils fait paraître, dans le Journal de Physique, l'année d'observation qu'il vient de faire sur la température, la pression et les pluies relevées tous les jours à Auxerre. A Beaune, le Père LE COUTURIER fait publier ses relevés très complets sur la température, l'humidité, la pression, le vent, effectués très régulièrement une fois par jour, pendant un an. A Tournus, DUNAND fait des observations du même ordre, pour deux années consécutives, avec en plus le nombre de jours de pluie et de neige. A Montluçon, le Docteur ROCHETTE donne des relevés de température, pression, quantité de pluie, direction et force du vent, sur une année complète (1784). Tous les quatre ont envoyé leurs résultats à la Société Rotale de Médecine. Le Père COTTE a regretté qu'ils n'aient pas persévéré, car toutes ces observations étaient d'un très haut niveau.

Nous sommes à l'époque où la Société Royale d'Agriculture publie régulièrement ses «Trimestres». Dans le Trimestre d'Hiver 1788, figure un extrait des procès-verbaux des comices agricoles de Bourgogne, et notamment de

Joigny du 5 février au 1^{er} juillet 1787, fait par l'abbé SAULNIER, correspondant de la Société et principal du collège de Joigny. On relève au passage : « ...en développant les bienfaisantes actions de Monsieur l'Intendant parmi lesquelles il me charge de rédiger les observations météorologiques et j'en ai remis les feuilles le 15 octobre suivant à Monsieur l'Intendant de l'Assemblée Générale du département »

Avec ces résultats de 1787, se terminent les observations les plus représentatives de l'époque. Elles ont été le fruit du travail assidu de quelques passionnés, persévérants et bénévoles, qui ont inscrit leur nom dans la liste des précurseurs de la météorologie.

BIBLIOGRAPHIE

Correspondance de la Société Royale de Médecine, 1756-1787.Paris.

COTTE L., 1774 – Traité de météorologie. Imprimerie royale, Paris.

COTTE L., 1788 – Mémoires sur la météorologie. Imprimerie royale, Paris.

DETTWILLER J. 1981 – Climatologie de quelques événements météorologiques en France et ailleurs. Direction de la Météorologie, Paris, monographies n° 1, nouvelle série.

Procès-verbaux des Comices Agricoles de 1787, trimestre d'hiver. *in* Mémoires d'Agriculture et d'Economie rurale et domestique 1788, Paris.

PUEYO G., 1996 – Les observations météorologiques des correspondants de Louis Cotte en Alsace et en Lorraine vers la fin du XVIII^{ème} siècle. *Bull. Acad. Soc. Lor. Sc.*,35, 165-170.

PUEYO G., 1998 – Les observations météorologiques des correspondants de Louis Cotte en Champagne-Ardenne vers la fin du XVIII^{ème} siècle. *Bull. Acad. Soc. Lor. Sc.*,37, 183-188.

**DEVELOPPEMENT ET REPRODUCTION
DE PLEURODELES (AMPHIBIENS URODELES)
ECLOS A BORD DE LA STATION SPATIALE MIR ***

**DEVELOPMENT AND REPRODUCTION
OF SALAMANDERS (URODELE AMPHIBIAN)
HATCHED ONBOARD THE MIR SPACE STATION***

Alain BAUTZ, Danielle DURAND, Christiane TANKOSIC,
Anne-Marie BAUTZ, Hervé MEMBRE et Christian DOURNON

Université Henri Poincaré, Nancy 1
EA Génétique, Signalisation, Différenciation
Laboratoire de Biologie expérimentale - Immunologie
Faculté des Sciences, BP 239, 54506 Vandoeuvre-lès-Nancy Cedex, France

RESUME : L'expérience FERTILE a été réalisée à deux reprises à bord de la station orbitale MIR au cours des missions spatiales françaises Cassiopée et Pégase. Le but de l'étude était d'analyser les effets de la micropesanteur sur la fécondation et le développement embryonnaire de l'Amphibien Urodèle *Pleurodeles waltl*, puis d'étudier le développement ultérieur après le retour sur terre. Pour cette expérience, un instrument a été développé par le CNES et utilisé pour élever de nombreux œufs, des embryons et des adultes, dans des conditions de micropesanteur, ainsi que pour élever des œufs et des embryons dans une centrifugeuse restituant une gravité de 1G dans l'espace. De nombreux embryons ont été fixés durant le vol orbital, d'autres ont été maintenus vivants pour le

* Note présentée à la séance du 8 mars 2001, acceptée le 19 avril 2001.

retour sur terre. Les jeunes larves qui ont éclos dans l'espace présentent une morphologie et un comportement comparables à ceux des animaux contrôles éclos sur terre. Elevées au laboratoire à température ambiante, elles se sont développées et métamorphosées sans anomalies apparentes, et ont acquis leur maturité sexuelle. Les taux de développement et la morphologie sont analogues chez ces animaux et chez ceux des contrôles au sol élevés à une même période de l'année. Des analyses de descendance ont été réalisées. Des mâles nés dans l'espace ont tout d'abord été croisés avec des femelles du contrôle au sol, puis avec des femelles nées dans l'espace. Les descendance obtenues se développent normalement. Ces résultats montrent clairement que des embryons d'amphibiens nés et ayant séjourné jusqu'à l'éclosion dans l'espace sont capables de vivre et de se reproduire après leur retour sur terre.

Mots clés : Amphibien Urodèle, développement, métamorphose, reproduction, micropesanteur, station MIR.

ABSTRACT : The FERTILE experiment was twice performed onboard the MIR space station during the French Cassiopée and Pégase space missions. The aim of the study was to analyze microgravity effects on the fertilization and embryonic development, and then to study the further development on ground in the urodele amphibian *Pleurodeles waltl*. For this experiment, a spatial instrument was developed by the CNES and used to rear numerous eggs, embryos and the adults on trays in μ G conditions, and several eggs and embryos on a 1G-rotating centrifuge. Numerous embryos were fixed during the flight. Some embryos were kept alive after landing. The young larvae with normal morphology and behavior hatched in microgravity as control animals on earth. Recovered on ground at post-hatching stage, young larvae reared at room temperature underwent metamorphosis and became mature without obvious abnormalities. The rate of development and morphology were analogous in these animals and in ground controls reared during a similar annual period. Analysis of offspring was performed. Born-in-space males were firstly mated with ground-control females, and then with born-in-space females. The mating gave progenies that normally developed. Depending on the techniques used and on the limits of the analyses, the works clearly demonstrated that these amphibian embryos born in space are able to live and reproduce after return on earth.

Key words : Urodele Amphibian, development, metamorphosis, reproduction, microgravity, MIR station.

INTRODUCTION

L'expérience FERTILE : "Fécondation et Embryogenèse Réalisées chez le Triton In Vivo dans L'Espace" (BAUTZ et DOURNON, 1995 ; BAUTZ *et al*, 1996a), a été réalisée à deux reprises à bord de la station spatiale MIR. Le but de

l'expérience était de savoir si une fécondation naturelle et un développement embryonnaire normal chez un Vertébré, l'Amphibien Urodèle *Pleurodeles waltl*, pourraient se réaliser en micropesanteur, et si le développement ultérieur des sujets éclos dans l'espace pourrait se poursuivre après le retour sur terre jusqu'à l'acquisition de la maturité sexuelle. Les animaux adultes seront-ils alors capables de se reproduire et d'avoir des descendance fertiles ?

De nombreux œufs fécondés et leur développement embryonnaire ont été obtenus dans l'espace. La démonstration que le développement des œufs faisait suite à une véritable fécondation, et non pas à des processus de parthénogenèse ou de gynogenèse possibles chez ces amphibiens, s'appuie sur l'analyse de la distribution des gènes peptidase -1, une enzyme polymorphique liée au sexe, chez les animaux obtenus en micropesanteur et sur l'étude du sexe ratio (AIMAR *et al*, 2000). Des travaux antérieurs avaient montré que la peptidase-1 était un bon marqueur pour déterminer le génotype sexuel des pleurodèles nés dans l'espace (BAUTZ *et al*, 1994 ; BAUTZ *et al*, 1996b). D'autres arguments cytologiques comme la présence de spermatozoïdes dans l'espace périvitellin et la membrane de fécondation des œufs, la présence d'un pronoyau femelle et de plusieurs pronoyaux mâles dans le cytoplasme des œufs confortent la réalité de cette fécondation naturelle (AIMAR *et al*, 2000).

La micropesanteur a des effets sur la cytologie des œufs fécondés. Durant les six premières heures qui précèdent le premier plan de clivage, des altérations de la pigmentation corticale sont observables au niveau de l'hémisphère animal de l'œuf indivis. Les œufs présentent une importante aire non pigmentée autour du point d'entrée des spermatozoïdes, et la migration du pigment cortical vers le pôle animal est significativement amplifiée (AIMAR *et al*, 2000). Des modifications dans la taille, le diamètre et la densité des microvillosités présentes au niveau de l'ébauche du premier plan de clivage du côté pôle animal ont été observées en microscopie électronique à balayage ; en micropesanteur, ces paramètres sont diminués par rapport à ceux des œufs qui se développent au sol en gravité 1G. Des expériences complémentaires faites au laboratoire en conditions d'hypergravité de 2 ou 3G montrent que dans ce cas les microvillosités ont une longueur, un diamètre et une densité plus importantes que les témoins 1G. Les forces gravitationnelles, et plus particulièrement la micropesanteur, influent sur la structure de la surface cellulaire, de la membrane et du cytoplasme cortical, et pourraient agir sur le cytosquelette (AIMAR *et al*, 2000). Des effets ont également été constatés au cours du développement embryonnaire précoce en micropesanteur. L'adhésivité cellulaire est affaiblie durant les phases de segmentation et de neurulation. Bien que le développement précoce ne soit pas strictement normal, suite à des phénomènes de régulation embryonnaire, les embryons aux stades du bourgeon caudal apparaissent morphologiquement normaux et ont pu normalement éclore dans l'espace et présenter un comportement natatoire normal (MEMBRE *et al*, 2000). Le but du présent travail est d'étudier le devenir, après leur retour sur terre, de ces larves nées et écloses dans l'espace.

MATERIEL ET METHODES

1 - Les animaux

Ils sont tous issus des élevages standard du laboratoire. Le Pleurodèle, *Pleurodeles waltl*, est un Amphibien Urodèle Salamandridé. Les stades de développement des embryons et des larves sont déterminés selon la table chronologique de GALLIEN et DUROCHER (1957).

2 - Le protocole de l'expérience FERTILE

Des femelles de Pleurodèle préinséminées au laboratoire ont été embarquées à bord de la station spatiale MIR, soit six femelles pour chacune des deux expériences FERTILE. Elles renfermaient dans leur cloaque des spermatozoïdes vivants qui ont pu féconder les œufs émis lors des ovulations provoquées par un traitement hormonal. Dans la station orbitale MIR, les injections intrapéritonéales de LH-RH ont été pratiquées par le cosmonaute expérimentateur. Les femelles ont répondu en pondant leurs premiers œufs environ un jour plus tard. Les œufs fécondés lors de leur passage dans le cloaque ont été collectés dès leur ponte et distribués en des lots jumeaux d'environ 20 œufs chacun. Ces lots ont été transférés dans l'instrument de biologie spatiale FERTILE développé par le Centre National des Etudes Spatiales (CNES) de l'Agence Française de l'Espace (CHAPUT et BOZOUKLIAN, 1994 ; BAUTZ *et al*, 1996a ; GUALANDRIS-PARISOT *et al*, 1998 ; HUSSON *et al*, 2001). Les premiers lots ont été placés sur des clayettes en micropesanteur, les seconds dans une centrifugeuse recréant une gravité de 1G dans la station MIR. Les œufs se sont développés à la température de 18°C. La plupart des œufs et des embryons ont été fixés à différents stades du développement pour des observations ultérieures au laboratoire. D'autres ont été maintenus vivants pour un retour sur terre. Des expériences contrôles, synchrones des expériences vol, ont été menées au sol.

3 - Les missions spatiales

L'expérience FERTILE s'est déroulée deux fois à bord de la station MIR lors des missions spatiales françaises Cassiopée (du 17 août au 2 septembre 1996) et Pégase (du 29 janvier au 19 février 1998). Les cosmonautes français, le Docteur Claudie André-Deshays et le Lieutenant-Colonel Léopold Eyhartz ont respectivement pris en charge l'expérience au cours de ces deux missions. Certains résultats obtenus durant ces deux missions, ont été partiellement complétés dans le cadre de l'expérience Genesis lors de la mission spatiale de longue durée Perseus (1999), avec le Général Jean-Pierre Haigneré comme cosmonaute expérimentateur.

RESULTATS

1 - Nombres de larves vivantes récupérées au retour sur terre.

A bord de la station MIR, 10 des 12 femelles des vols Cassiopée et Pégase ont pondu des œufs fécondés qui ont pu se développer soit en micropesanteur ambiante, soit en 1G dans la centrifugeuse. Sur les 12 femelles du contrôle synchrone au sol, 11 ont pondu des œufs. Les pourcentages de développement calculés pour les deux missions ont été définis comme étant le nombre d'embryons ayant atteint au moins le stade 2 blastomères, c'est à dire ayant dépassé la première division de segmentation, sur le nombre total d'œufs pondus (Fig.1). Beaucoup d'embryons ont été fixés à différents stades du développement au cours de leur séjour orbital pour des études morphologiques, histologiques, immunocytologiques ou ultrastructurales à réaliser au laboratoire après le retour sur terre. Les larves vivantes récupérées au sol ont effectué l'ensemble de leur développement embryonnaire et leur éclosion en environnement spatial. Elles présentaient un comportement natatoire comparable à celui des larves témoins au sol. Le nombre de larves récupérées vivantes après l'atterrissage et celui des larves qui se sont développées jusqu'à l'âge adulte sont rapportés dans la figure 1.

	nombre total d'œufs pondus	% d'embryons	nombre de larves vivantes	nombre d'adultes reproducteurs
Mission Cassiopée :				
- à bord de MIR				
en micropesanteur	504	21%	22	13
en centrifugeuse 1G	147	13%	3	3
- au sol				
en gravité 1G	527	23%	0	
Mission Pégase :				
- à bord de MIR				
en micropesanteur	719	82%	29	13
en centrifugeuse 1G	173	87%	0	
- au sol				
en gravité 1G	680	78%	66	12

Figure 1 : Nombre d'œufs pondus par les femelles à bord de la station MIR ou au laboratoire, pourcentage de développement embryonnaire obtenu, nombre de larves écloses vivantes au moment du retour sur terre, nombre d'adultes reproducteurs.

La durée du développement embryonnaire depuis le moment de la ponte (stade 0) jusqu'aux stades de l'éclosion (stades 34, 35, 36) est la même pour les animaux élevés à 18°C à bord de la station MIR ou à terre au laboratoire.

2 - Développement larvaire et métamorphose

Après le retour des larves vivantes au laboratoire, le développement postembryonnaire jusqu'à l'achèvement de la métamorphose (stades 35 à 56) des animaux éclos en micropesanteur ou dans la centrifugeuse 1G au cours du vol spatial a été similaire à celui des larves contrôles au sol. Aucune anomalie de croissance n'a été observée. Le développement en durée et en taille de ces larves nées dans l'espace est comparable à celui des progénitures pondues naturellement avant la mission spatiale par les mêmes femelles sélectionnées pour l'espace et à celui des femelles contrôles au sol dont la ponte a été provoquée par une injection d'hormone (Fig. 2 et Fig. 3). Ces vitesses de développement sont conformes à celles des animaux standard élevés au laboratoire durant des périodes annuelles correspondantes.

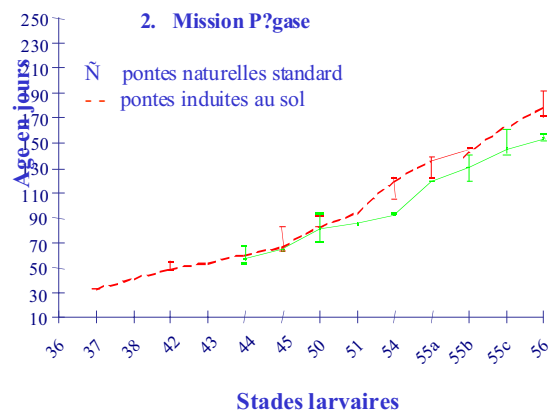


Figure 2 : comparaison des durées du développement larvaire pour les descendances provenant de la ponte naturelle des femelles sélectionnées avant la mission Pégase et de la ponte provoquée des mêmes femelles utilisées pour les expériences contrôles au sol.

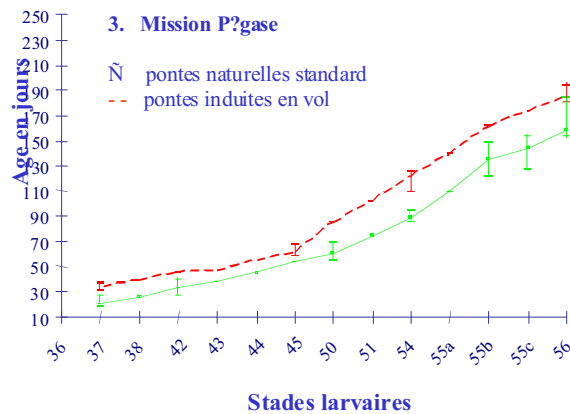


Figure 3 : comparaison des durées du développement larvaire pour les descendance provenant de la ponte naturelle des femelles sélectionnées avant la mission Pégase et de la ponte provoquée des mêmes femelles au cours du vol Pégase.

3 - Développement juvénile et maturité sexuelle des animaux nés dans l'espace

Après la métamorphose, marquée morphologiquement par la régression totale des branchies externes et de la nageoire dorso-caudale, les animaux ont continué à grandir sans aucunes anomalies apparentes. Entre 11 et 12 mois après l'atterrissage, les mâles présentaient des callosités brachiales et des lèvres cloacales turgescentes, signes de leur maturité sexuelle. Entre 14 et 16 mois, les autres animaux ont acquis le phénotype femelle. Le phénotype sexuel des animaux contrôles au sol s'est exprimé dans les mêmes délais.

Ces animaux matures possèdent un phénotype sexuel en accord avec leur génotype sexuel diagnostiqué par les tests peptidase-1 réalisés au cours de leur développement larvaire (AIMAR *et al*, 2000).

4 - Analyse des descendance de première génération de Pleurodèles nés dans l'espace

Sept mâles nés en micropesanteur ont tout d'abord été croisés avec 9 femelles standard du laboratoire. Quatre de ces femelles seulement ont pondu des œufs fécondés. Dans un deuxième temps, 3 de ces 7 mâles ont été croisés avec 3 femelles nées dans l'espace. Les 3 femelles ont pondu des œufs fécondés. Dans un troisième temps, un de ces 3 mâles a été croisé avec une femelle née en micropesanteur mais développée jusqu'à l'éclosion dans la centrifugeuse 1G à

bord de MIR. La femelle a pondu des œufs fécondés. D'autres croisements ont été réalisés, mais sans succès. Pour toute les descendance de première génération (F1), le pourcentage de fécondation (nombre d'embryons au stade 2 cellules / nombre d'œufs pondus) et le pourcentage de développement (nombre d'embryons au stade du bourgeon caudal / nombre d'œufs pondus) sont en accord avec ceux classiquement obtenus chez les descendance standard du laboratoire (Fig. 4).

croisement entre :					nombre d'œufs pondus	% d'œufs fécondés	% d'œufs développés	% d'embryons anormaux
femelles nées dans l'espace		mâles nés dans l'espace	femelles standard sol	mâles standard sol				
1G	μG	μG	1G	1G				
A	F	B	a		453	92	87	1
		C	b		4	100	100	0
		C	b		647	92	91	2
		C			604	86	85	2
	G	C			871	91	89	27*
		D	c		997	93	90	1
		D			399	86	82	<1
		E	d		201	87	79	<1
H	E			546	93	93	<1	
			Sd 1	Sd a	279	89	87	<1
			Sd 2	Sd b	348	95	92	<1
			Sd 3	Sd c	199	93	91	<1
			Sd 4	Sd d	703	98	97	<1
			Sd 5	Sd e	1634	96	95	<1
			Sd 6	Sd f	425	91	89	<1
			Sd 7	Sd g	961	92	91	<1
			Sd 8	Sd h	1426	97	96	1
			Sd 9	Sd i	165	88	87	1
			Sd 10	Sd j	793	98	97	18**
								<1

Figure 4 : résultats des croisements de première génération effectués entre des animaux nés et développés jusqu'à l'éclosion à bord de MIR pendant la mission Cassiopée et des animaux contrôles du sol, ou entre deux animaux issus du vol orbital. * : anomalies exprimées durant les stades de segmentation et observées également dans les pontes standard de la même femelle. ** : anomalies exprimées durant les stades du bourgeon caudal. Sd : animal standard. A, B,..., a, b,..., Sd 1, Sd 2,..., Sd a, Sdb,... : référence de l'animal croisé.

CONCLUSION

En tenant compte des méthodes utilisées et des limites des analyses pratiquées dans ces expériences de biologie spatiale, les résultats indiquent clairement que les effets de la micropesanteur constatés sur les processus de la fécondation et les stades précoces de l'embryogenèse (AIMAR *et al*, 2000) n'ont pas d'incidence majeure, suite à des phénomènes de régulation embryonnaire, sur la vie et le développement ultérieur après le retour sur terre de l'Amphibien *Pleurodeles waltl*. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus chez le Poisson *Orizias latipes* par IJIRI (1995, 1997). Le développement des premières descendances d'animaux nés et éclos dans l'espace sont sans différences apparentes avec les descendances des animaux standard du laboratoire (DOURNON *et al*, 2001). Des croisements de deuxième génération entre des individus nés de parents éclos dans l'espace sont actuellement en cours d'analyse.

REFERENCES

- AIMAR C., BAUTZ A., DURAND D., MEMBRE H., CHARDARD D., GUALANDRIS-PARISOT L., HUSSON D. and DOURNON C., 2000 - Microgravity and hypergravity effects on fertilization of the salamander *Pleurodeles waltl* (urodele amphibian). *Biol. Reprod.*, **63**, 551-558.
- BAUTZ A., RUDOLF E., AIMAR C., MITASHOV V., HOUILLON C. et DOURNON C., 1994 - Expression d'une protéine liée au sexe, la peptidase-1, chez des Pleurodèles femelles soumises à un vol orbital et recherche d'anomalies génétiques dans leurs descendances. *Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci.*, **33**, 149-158.
- BAUTZ A. et DOURNON C., 1995 - L'animal dans l'espace. De la préparation des vols habités à l'acquisition de connaissances fondamentales en biologie gravitationnelle. Les projets "Torcol" et "Fertile". *Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci.*, **34**, 3-15
- BAUTZ A., DURAND D., OUKDA M., TANKOSIC C. et DOURNON C., 1996a - Les missions spatiales 1995 et 1996 du Laboratoire de Biologie expérimentale-Immunologie de l'Université Henri Poincaré de Nancy. *Bull. Acad. Soc. Lorr. Sci.*, **35**, 195-201.
- BAUTZ A., RUDOLF E., MITASHOV V. and DOURNON C., 1996b - Peptidase-1 expression in some organs of the salamander *Pleurodeles waltl* submitted to a 12-day space flight. *Adv. Space Res.*, **17**, 271-274.
- CHAPUT D. and BOZOUKLIAN H., 1994 - FERTILE : an instrument to study development processes of amphibian in microgravity. *IAF-94-G.2.138*, 1-6.

- DOURNON C., RUDOLF E., BAUTZ A., AIMAR C., MITASHOV V. and HOUILLON C., 1994 - "Experience Triton" on Bion 10 : study of peptidase-1 expression in embarked *Pleurodeles* females and detection of genetic abnormalities in their progeny. *ESA*, **SP-366**, 171-175.
- DOURNON C., DURAND D., TANKOSIC C., MEMBRE H., GUALANDRIS-PARISOT L. and BAUTZ A., 2001 - Further larval development, metamorphosis and reproduction of *Pleurodeles waltl* (urodele amphibian) born and developed up to hatching stage in microgravity. *Develop. Growth Differ.*, **43**, in press.
- GALLIEN L. et DUROCHER M., 1957 - Table chronologique du développement chez *Pleurodeles waltlii* Michah. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, **91**, 97-114.
- GUALANDRIS-PARISOT L., BAUTZ A., CHAPUT D., HUSSON D., DURAND D. et DOURNON C., 1998 - Mises au point technologiques en vue d'étudier le développement du Pleurodèle (Amphibien Urodèle) à bord de la station spatiale MIR. *Récents progrès en Génie des Procédés*, Lavoisier Ed. Paris, **12**, 37-48.
- HUSSON D., CHAPUT D., BAUTZ A., DAVET J., DURAND D., DOURNON C. and GUALANDRIS-PARISOT L., 2001 - Design of specific hardware to obtain embryos and maintain adults urodele amphibians aboard a space station. *Adv. Space Res.*, in press.
- IJIRI K., 1995 - The first vertebrate mating in space - a fish story. *Ricut Ed., Tokyo*, 57 p.
- IJIRI K., 1997 - Explanations for a video version of the first vertebrate mating in space - a fish story. *Biol. Sci. in Space*, **11**, 153-167.
- MEMBRE H., BAUTZ A., DURAND D., AIMAR C., BAUTZ A.M. and DOURNON C., 2000 - Microgravity effects on fertilized eggs have no incidence, after landing, on the further larval development and reproduction in the urodele amphibian *Pleurodeles waltl*. *Gravitational and Space Biology Bulletin*, **14**, p.28.

**L'ICHTHYOFAUNE DU PLIENSBACHIEN
(JURASSIQUE INFÉRIEUR) DE LORRAINE ET
DES ARDENNES (FRANCE) : PREMIERS
RESULTATS.**

**PLIENSBACHIAN (EARLY JURASSIC)
ICHTHYOFAUNA FROM LORRAINE AND THE
ARDENNES (FRANCE) : FIRST RESULTS.**

Dominique DELSATE
Musée national d'Histoire naturelle de Luxembourg
25, rue Münster L-2160 Luxembourg

Abstract : Surface rocks sampling (APMA – Sedan), rocks and sediments processing (NNHM Luxembourg and Museum-Aquarium of Nancy) offer a large bulk of ichthyoliths from Lorraine and the Ardennes (France) Pliensbachian (Davoei to Spinatum Zones). The preliminary faunal list includes Neoselachii (*Synechodus*, *Paraorthacodus*, *Agaleus*, Hexanchidae), Holocephali (Chimaeroid dorsal fin spine, myriacanthid or chimaeroid dorsal fin spine denticles, chimaeroid frontal clasper denticles) and Actinopterygii (*Ptycholepis*, Eugnathidae, *Proleptolepis*). The Synechodontiforms contain new species. *Agaleus* had already been reported from the French (Le Mans, Sarthe) Pliensbachian (BIDDLE, 1993), bearing in mind an earlier report from the Nancy Pliensbachian, under *Ginglymostoma* identification (LAMAUD, 1979). Chimaeroid denticles (see DUFFIN & REYNDERS, 1995) bring a second pliensbachian occurrence of modern type chimaeras, after the English *Eomanodon simmsi* (WARD & DUFFIN, 1989). Among the Actinopterygii, *Proleptolepis* isolated bones are found in (probably reptilian) coproliths, like *Proleptolepis* from the English Sinemurian ; *Eugnathus* is evoked by centimetric high teeth ; *Ptycholepis* is identified from scales ; among the otoliths, some are probably Leptolepiforms (see DELSATE, 1999). The Ardennes and Lorraine fauna is compared to the Danish (REES, 1998), Swedish (REES, 2000) and Le Mans faunal lists.

Key-words : Pliensbachian, Ardennes, Lorraine, Neoselachii, Chimaeriformes, Actinopterygii.

Résumé : Des récoltes de surface (APMA-Sedan) et le traitement physico-chimique de roches et sédiments (Musée national d'Histoire naturelle de Luxembourg et Musée-

Note présentée à la séance du 8 mars 2001, acceptée le 23 avril 2001

Aquarium de Nancy) ont fourni de nombreux ichthyolithes du Pliensbachien de Lorraine et des Ardennes (France). La liste faunique préliminaire comprend des Néosélaciens (*Synechodus*, *Paraorthacodus*, *Agaleus*, Hexanchidae), des Holocéphales (aiguillon dorsal de ?Chiméroïde, denticules du tenaculum frontal de Chiméroïde, denticules d'aiguillon dorsal de Myriacanthide ou Chiméroïde) et des Actinoptérygiens (*Ptycholepis*, ?Eugnathidae, *Proleptolepis*). Les Synéchodontiformes comptent de nouvelles espèces. *Agaleus* a déjà été signalé du Pliensbachien de France (Le Mans, Sarthe), quoique connu très tôt de Nancy sous l'identification « *Ginglymostoma* ». Les denticules de Chimaeroidei constituent une seconde occurrence plienschbachienne de chimères de type moderne, après l'Angleterre. Parmi les Actinoptérygiens, *Proleptolepis* a été trouvé à l'état d'os isolés au sein de coprolithes (probablement reptiliens), comme *Proleptolepis* du Sinémurien anglais ; *Eugnathus* est évoqué par de hautes dents centimétriques ; *Ptycholepis* est identifié par des écailles ; parmi les otolithes, certains sont attribuables aux Leptolepiformes. La faune des Ardennes et de Lorraine est comparée à celle du Danemark, de Suède et du Mans.

Mots clés : Pliensbachien (Jurassique inférieur), Ardennes, Lorraine, Néosélaciens, Chimériformes, Actinoptérygiens.

INTRODUCTION

Les poissons de la base du Lias (ou Jurassique inférieur, -206 à -180 millions d'années) sont bien connus grâce aux gisements des côtes du Dorset (Hettangien et Sinémurien inférieur de Lyme Regis, UK); ceux du sommet du Lias le sont grâce à l'excellente conservation dans les Schistes bitumineux (gisements du Toarcien de la zone de Holzmaden et de Hanovre (D), du Grand Duché de Luxembourg, de Whitby (UK), etc.). Par contre, les poissons du Pliensbachien, entre ces deux périodes, sont encore peu connus, sauf par les travaux de BIDDLE 1993, LAMAUD 1979, REES 1998 et 2000. Comme rappelé par CAPPETTA 1987, DELSATE 1993 et REES 2000, les Synéchodontiformes dominent le Lias, mais le Toarcien voit la radiation évolutive des faunes modernes (Tableau 2). Une hypothèse pour ce renouvellement faunique est la mise sous influence océanique (Proto-Atlantique Nord en expansion) de la Téthys. Le Nord-Est du Bassin de Paris à ce propos est une excellente terre de démonstration. Des fossiles de poissons et requins plienschbachiens récoltés dans les Ardennes (région de Charleville-Mézières et de Sedan, fig. 1) et de Lorraine (environs de Nancy, fig. 1) sont décrits dans ce travail.

RESULTATS : SYSTEMATIQUE ET BIOSTRATIGRAPHIE

1. Carixien de Sedan (I5 de la Carte Géologique), Zone à *Davoei* (pb1c selon la nomenclature de SCHLEGELMILCH 1976)

Neoselachii Compagno 1977

Synechodontiformes Duffin & Ward 1993

Palaeospinacidae Regan 1906

Morphogénre *Paraorthacodus* sensu DUFFIN & WARD 1993

Remarques : il n'y a pas actuellement d'autapomorphie caractérisant *Paraorthacodus*, les critères de surplomb de la base labiale de la couronne sur la racine, ou de hauteur et intervalle des cuspides accessoires, ne sont pas péremptoires, pouvant se retrouver sur une même dent (THIES 1991) ou sur des positions dentaires différentes d'une même espèce. L'appellation *Synechodus* sensu THIES 1993 est également envisageable, néanmoins, un consensus semble s'établir pour dénommer *Paraorthacodus* les dents présentées par DUFFIN et WARD. La création d'une nouvelle espèce pour notre matériel, fragmentaire, peut sembler téméraire. Néanmoins, certaines caractéristiques morphologiques ne se retrouvent pas sur les dents du Mans, de Normandie ou du Danemark ; joint au critère de l'âge, antérieur à la plus ancienne espèce de *Paraorthacodus* nommée (*P.kruckowi*) cela rend vraisemblable l'existence de plusieurs espèces plienschachiennes, dont l'une est ici introduite.

1.1. *Paraorthacodus arduennae*, morphosp. nov. (Pl. 1, A,B,C,D)

Holotype: A9D19 (Pl. 1, B). Locus typicus et stratum typicum : lotissement Fresnois, carrefour Belle Vue, Sedan, Dépt. des Ardennes, France. Calcaires lumachelliques à *Androgynoceras* sp., Carixien, Zone à *Davoei*.

Paratypes: 102D1 (Pl. 1, C): hauteur totale: 7 mm; A921: (Pl. 1, D) : hauteur totale : 3 mm, largeur mésio-distale 5.5 mm ; lotissement Fresnois, Zone à *Davoei*.

Paratopotype: spécimen 9.5D1 (Pl. 1, A) (voir la rubrique 4.) du Domérien gréseux à *Amauroceras ferrugineum* des récoltes de surface entre Sedan et Nouvion (I6b, ? Zone à *Spinatum* : pb2b). Ce spécimen est mieux conservé que ceux de la zone à *Davoei*.

Derivatio nominis: dédié à l'Association Paléontologique et Minéralogique des Ardennes (APMA-Sedan), dont les membres Raoul KLAIR et Eric GEORGES ont découvert d'importantes faunes de poissons et requins du Carixien et du Domérien des Ardennes françaises.

Description (basée sur des dents isolées uniquement) et diagnose: la cuspide principale est dépourvue d'ornementation labiale, et ornée de fins plis linguaux ; elle est très haute (hauteur de la base de la racine jusqu'au sommet de l'apex: 7 mm sur 9.5D1) ou plus trapue (3 mm de hauteur sur A9D19), sa base est très nettement dilatée ou élargie (aspect globuleux remontant plus ou moins haut). Elle est droite, sans inclinaison distale, du moins sur les dents antérieures ou antéro-latérales étudiées ici ; elle présente une forte inclinaison linguale ; ses arêtes tranchantes sont très bien marquées. Les cuspides latérales, atteignant (A921) le nombre de 3 de chaque côté, sont droites (A9D19, 102D1), peu ou non divergentes de l'axe de la principale dont elles sont nettement séparées ; elles sont de tailles décroissantes (A921), leur face labiale est lisse (A9D19, 102D1) ou ornée de plis atteignant l'apex (9.5D1) ; elles sont pointues (A9D19, 9.5D1), mais sur un côté de A921, 2 à 3 cuspides sont fusionnées et créent une ondulation, la première ayant un aspect plus crochu dirigé vers la cuspide

principale. Quelques plis brefs peuvent orner la portion labiale de couronne à la jonction entre les cuspides accessoires et la principale (9.5D1, A921), y compris la base des bords mésial et distal (9.5D1) de la face labiale de cette dernière. La racine est de type synéchodontiforme avec en face labiale de larges foramina et lobes interforaminaux (102D1, A921).

Discussion: la structure de la racine place ces spécimens dans le groupe des Synéchodontiformes (DUFFIN & WARD 1993). Parmi les Synéchodontiformes du Lias, la présence de cuspides latérales nettes et la cuspide principale de profil peu sigmoïde et demeurant de hauteur modérée par rapport à la racine écartent le genre *Sphenodus*, connu du Tessin, Zone à *Raricostatum* (Lotharingien), et signalé par REES dans le Pliensbachien de Suède. Les dimensions écartent les petits *S. enniskilleni* et *S. occultidens* du Lias inférieur d'Angleterre (DUFFIN & WARD, 1993, du Sinémurien (DELSATE & DUFFIN 1993) et du Toarcien (DELSATE & GODEFROIT 1995) belges, du Domérien de Normandie (BIDDLE 1993), *Synechodus* sp. nov. 1 (DELSATE, DUFFIN & WEIS, soumis à publication) et *Synechodus* sp. nov. 2 (idem) de l'Hettangien belge et allemand (pour *Synechodus* sp. nov. 1), tous millimétriques. L'individualisation nette des cuspides latérales écarte *S. enniskilleni*, *S. riegrafi* Thies, « *S.* » *pinnai* Duffin 1987 d'Italie, et oriente vers *Paraorthacodus*. Ce genre validé par DUFFIN & WARD 1993, est caractérisé par des cuspides nettement séparées. Il est présent dès le Carixien (REES 1998), avec une espèce indéterminée, proche de *P. kruckowi*, et signalé également dans le Domérien (BIDDLE 1993), par une espèce référée aussi à *Paraorthacodus kruckowi* (Thies 1983), décrit de l'Aalénien supérieur de Moorberg (Allemagne septentrionale). L'espèce chronologiquement suivante, *Paraorthacodus jurensis* (Schweizer 1964), a des dimensions équivalentes à celles de *P. kruckowi* et est connue du Tithonien de Nusplingen. A part l'intervalle chronologique, *P. jurensis* se distingue de *P. kruckowi* par des cuspides dont la base est dépourvue d'émail. L'espèce paléocène *Paraorthacodus eocenicus* montre des cuspides latérales avec plis, et une cuspide principale quasi lisse (NOLF 1986), mais sans renflement basal.

La morphologie de la cuspide principale massive et dilatée à sa base, le rapport des cuspides (principale haute, accessoires hautes et droites), et l'ornementation (absence de plis sur la face labiale de la cuspide principale, sauf de brefs plis sur les côtés) permettent de différencier le morphotype dentaire ardennais. La cuspide principale haute, très massive par rapport aux cuspides latérales, dilatée à sa base, et de face labiale non ornementée est l'élément différentiel principal par rapport à *P. kruckowi*. L'holotype de *P. kruckowi* mesure 5.9 mm de largeur mésio-distale pour 6.2 mm de hauteur, le paratype 6.9 x 5.9 mm. BIDDLE 1993 rapporte les spécimens domériens du Mans à cette espèce à cuspide principale très nettement ornée de hauts plis. Les spécimens du Mans présentent une ornementation variable de la face labiale de la cuspide principale, restreinte à sa base, ou s'étendant vers l'apex; la cuspide principale présente une importance nettement moindre par rapport aux accessoires. Les dents des Ardennes pourraient sur le critère «développement variable des plis de la face labiale de la

cuspidale principale» être également assimilées à *P. kruckowi*, mais la robustesse et le renflement basal de la cuspidale principale paraissent des éléments suffisants pour les différencier. *Paraorthacodus* sp. LO7965t (REES 1998) possède des plis très nettement développés même en face labiale; la racine de LO8258t (REES 2000), semble plus haute que celle de *P. arduennae*. *Paraorthacodus jurensis* diffère de *P. arduennae* par la base «nue» et étranglée de chaque cuspidale.

1.2. Morphogène «*Paraorthacodus*» vel «*Synechodus*» (Pl. 1, F)

A31.17: large plaque basale étendue lingualement, cuspidale principale imposante, striée lingualement, apparemment lisse labialement mais la totalité de cette face n'est pas dégagée, avec d'un côté (mésial ou distal) une petite cuspidale accessoire suivie de 3 très basses cuspides latérales dont la troisième se fond au rebord de la plaque basale. La face linguale de ces cuspides accessoires est ornée de plis verticaux. Leur face labiale semble lisse. L'autre côté est endommagé et ne permet pas de savoir s'il y avait des cuspides accessoires. Forte inclinaison linguale, environ 45°, de la cuspidale principale sur la plaque basale. Jonction nette convexe entre la racine et la cuspidale principale, prolongée à la base des cuspides accessoires. La racine présente une base plane.

Discussion : les rapports des cuspides diffèrent sensiblement de ceux de *Paraorthacodus* et la dent semble moins étalée. Les cuspides latérales sont droites mais très basses. La première latérale est nettement séparée de la principale, mais les suivantes sont intimement accolées à la première latérale.

Par sa cuspidale principale et sa racine étendue, cette dent ressemble beaucoup au spécimen «*Sphenodus*» LO8255t de REES 2000, qui en diffère par l'absence totale de cuspidale latérale. Néanmoins, la dent LO8255t est une dent antéro-latérale, et les postérieures, basses, attribuées par REES 2000 à *Sphenodus* possèdent des cuspides latérales. L'ornementation linguale est aussi marquée, mais ici l'ornementation labiale existe sous forme de plis nets, restreints en hauteur au tiers basal de la cuspidale. Comme évoqué par les discussions entre CAPPETTA (1992) et THIES (1991 et 1993), la distinction entre les différents genres de Synéchodontiformes n'est pas toujours évidente.

1.3. Osteichthyes Huxley 1880

Actinopterygii (Pl. 2 E)

Dans les collections de l'APMA et du MNHNL, des dents droites, (hauteur: 5 à 6 mm.) à capuchon conique d'acrodine sont attribuables à des Actinoptérygiens carnivores probablement Neopterygii : Furidae ou Eugnathidae.

2. Carixien de Pont-Maugis (I5, pb1c).

Dragage de la Meuse : argiles et nodules, Zone à *Davoei*, avec *Androgynoceras*.

Agaleidae Rees 2000
Agaleus Duffin & Ward 1983
Agaleus cfr *dorsetensis* (Pl. 1 J,K)

APMA 306.9.3 est une dent antérieure complète, parfaitement conservée.

3. Domérien inférieur des Ardennes : ? zone à *Margaritatus* (I6a, pb2a)

Lithologie: plaquettes calcaires pyriteuses lumachelliques avec *Dentalium*, Ostracodes, Ostreidae nombreux.

3.1. La Francheville

Bancs et plaquettes lumachelliques englobant des nodules amorphes (galets mous), au sein des Schistes d'Éthe. Site renseigné par Laurent CANDONI (Paris) et exploré par l'auteur à plusieurs reprises, de 1995 à 2000. Invertébrés: *Dentalium*, Ostreidae.

3.1.1. *Agaleus* cfr *dorsetensis* Duffin & Ward 1983

Un spécimen fragmentaire, récupéré dans les résidus du traitement acide des plaquettes calcaires lumachelliques.

3.1.2 Synéchodontiformes

3.1.2.a *Synechodus* cfr *occultidens* (Pl. 1 G)

Des couronnes lisses de ce type sont connues chez *Synechodus* sp. 2 de l'Hettangien (DELSATE, DUFFIN & WEIS, soumis) et *S. occultidens* du Sinémurien.

3.1.2.b *S.* cfr *enniskilleni*

Une dent millimétrique à ornementation labiale nette évoque cette espèce, reconnue aussi dans le Carixien de Hasle (REES, 1998).

3.1.3. Holocephali

CM501 : denticule d'aiguillon dorsal de Chimérimorpe, cfr DUFFIN & REYNDERS 1995. (Pl. 2 B)

Description : La plaque basale est aplatie latéralement ; hautement vascularisée, elle était incomplètement ankylosée au tronc de l'aiguillon, indiquant qu'il s'agit d'un spécimen juvénile ou d'un denticule qui vient d'être formé à l'extrémité distale de l'aiguillon. La couronne, légèrement pincée et lisse, est collée en

continuité à la plaque basale sur quasi toute sa longueur sauf son extrémité (la couronne ne s'élève donc pas en cuspide). L'attribution peut être soit myriacanthoïde soit chiméroïde. D'autres denticules à couronne ornée de plis ont été isolés des tris de Remilly.

Attributions alternatives : Cette morphologie rappelle certaines formes du Rhétien, par exemple in CUNY et al. 2000 : spécimen MALS 1998.2.4 : Fig. 3, G-H : denticule dermique ? hybodont, mais plus large, avec une plaque basale moins haute. Une certaine ressemblance existe aussi avec les dents commissurales d'*Heptranchias* ou *Notorynchus* (HERMAN et al. 1987) ou de *Welcommia* (CAPPETTA 1990: Pl. 3), leurs couronnes montrant soit des stries soit un réticulé, mais l'apex « décolle » moins que celui de nos spécimens.

3.2. Gravières de Remilly

Les marnes gris-bleu affleurent sous le niveau d'exploitation des graviers de la Meuse, avec des plaquettes grises pyriteuses, à *Amaltheus stokesi*, et des nodules gris amorphes. Site exploré par Eric GEORGES et Raoul KLAIR, membres fondateurs de l'Association Paléontologique et Minéralogique des Ardennes (Sedan), qui ont méticuleusement préparé et recensé la faune des calcaires, et ont bien voulu me faire partager leurs découvertes. Le traitement des marnes s'est avéré aussi rentable, et plus simple pour les tris, livrant la même faune dégagée de sa gangue, avec *Dentalium*, Ostreidae, nombreux Gastéropodes millimétriques, Ostracodes très abondants, Foraminifères dont *Marginulina*, Echinodermes divers, framboïdes de pyrite ou marcassite, nombreux bâtonnets de pyrite.

3.2.1. *Synechodus* sp. (Pl.1 H,I)

Elles représentent la majorité des dents millimétriques synéchodontiformes. La couronne est souvent quasi lisse, ou ornée de plis brefs labiaux. Flanquant la cuspide principale, une à deux cuspides mésiales et une à deux distales de taille décroissante, sur les antérieures; la cuspide mésiale se fond dans le bord tranchant de la cuspide principale chez les dents plus latérales; 2 à 3 cuspides latérales mésiales chez des latérales; le bord basal de la couronne est sigmoïde sur les dents latérales ; la racine est synéchodontiforme avec fort torus lingual, de forme triangulaire ou échancrée en V, sur les antérieures et antéro-latérales, ou allongée sur les postéro-latérales; sa face basale est également souvent de forme sigmoïde.

Discussion: ces dents à couronne peu ornée évoquent *Synechodus* sp. 2 (DELSATE, DUFFIN & WEIS, article soumis) de l'Hettangien de Fontenoille. REES 1998 et 2000 rapproche de *Synechodus occultidens* un matériel voisin. Une étude complémentaire au Microscope Electronique à Balayage sera pratiquée ultérieurement afin de préciser l'identification.

3.2.2. *S. cfr occultidens*

Un spécimen d'aspect plus grêle se compare plus nettement que les autres spécimens à cette espèce.

3.3. *Agaleus cfr dorsetensis*

Un spécimen typique a été récolté.

3.4. Denticules dermiques

A1 : denticule bas, à couronne lisse et large base losangique. Ce type est proche de celui décrit par REES 2000, rapproché de *Synechodus pinnai* par l'absence d'ornementation de la couronne, différencié de *Synechodus enniskilleni* ou *Synechodus occultidens* à couronne souvent ornée.

A2 : couronne à 2 ou 3 lobes et « queue d'hirondelle » bifide.

B : couronne en flamme avec ride médiane basale, avec base losangique étroite. La structure générale est proche du type 2 du groupe A rhétien de SYKES 1974 (Pl. 3 fig. 4-5), à 3 rides mais plaque basale plus étendue. SYKES rapproche les denticules de ce groupe des Dalatiidae. DUFFIN & WARD 1993, repris par DELSATE, DUFFIN & WEIS (soumis) figurent des denticules de *Synechodus*, avec des morphologies proches.

C : plaque basale circulaire légèrement conique, à nombreux rayons (par exemple 14), centrant une couronne étroite en cône multiradié (6 rayons par exemple).

3.5. Holocephali

3.5.1. Centrum notochordal de Chimère

Un fragment d'anneau, de section triangulaire, est compatible avec les centra notochordaux de Chimères (voir PATTERSON 1965, DELSATE, DUFFIN & WEIS, article soumis)

3.5.2. Denticules de tenaculum frontal de Chimériforme (Pl. 2 C,D)

Description (spécimens Pb01, Pb02): La cuspidé est haute et lisse, légèrement asymétrique, de profil sigmoïde ; elle présente une échancrure labiale; la plaque basale « monobloc » est épaisse et étroite, sa face basale est creusée de sillons basilaires, et présente aussi une échancrure labiale; une vallée entoure la cuspidé. Cette structure ne semble pas squalorajoïde ni myriacanthoïde, mais bien chiméroïde au sens strict, ce qui fait de ces denticules les candidats aux plus anciens résidus de véritables chiméroïdes, avec *Eomanodon simmsi* Ward &

Duffin 1993, également de la Zone à *Margaritatus* d'Angleterre, connu par une plaque dentaire isolée.

Diagnose: Les travaux de DUFFIN & REYNDERS, 1995, permettent d'identifier formellement ces denticules. Les spécimens crétacés figurés sont de plus grandes dimensions, et leur plaque basale est plus fine.

3.5.3. Aiguillon de nageoire dorsale de Chiméroïde. (Pl. 2 A)

Un fragment centimétrique porte 5 denticules dont certains de même structure que CM501. Sa cavité centrale circulaire et les denticules fusionnés au tronc de l'aiguillon (plutôt que de faire éruption à travers sa couche trabéculaire) écartent les Hybodontes; ses flancs sans tubercule émaillé écartent les Myriacanthoïdes; il évoque bien les aiguillons dorsaux du Chiméroïde *Edaphodon* de DUFFIN & REYNDERS 1995 et confirme la nature Holocéphale des denticules isolés du type CM501.

3.6. Osteichthyes Actinopterygii

- Dents unicuspidées d'Actinoptérygiens carnivores, dont certaines avec apex à tendance bicuspidée.
- Otolithes (Pl.2 J): deux morphotypes dont l'un évoque *Leptolepis* (voir DELSATE 1997b) et l'autre les Lépisostéiformes (voir DELSATE, DUFFIN & WEIS, soumis), ces deux formes se retrouvant dans le Toarcien moyen.
- Fragments de parasphénoïdes et de dentaires,
- Ecailles ganoïdes losangiques lisses évoquant de nombreuses attributions possibles (Furidae, Sémionotiformes, Pholidophoriformes, ...)
- Ecailles ganoïdes à larges côtes plates se rejoignant obliquement : cette morphologie évoque fort le Palaeonisciforme Acrolepidae *Ptycholepis* (Actinoptérygien basal, voir DELSATE, DUFFIN & WEIS, soumis). *Ptycholepis* est déjà connu au Trias et au Lias inférieur, et persiste au Toarcien.

4. Domérien des Ardennes : ? Zone à *Spinatum* (I6b, pb2b)

Situation: affleurements de surface (labours) entre Sedan et Novion. Le matériel a été récolté par Eric GEORGES et Raoul KLAIR (APMA, Sedan).

Lithologie: calcaire avec oolithes, passées oxydées à proximité des vertébrés.

Invertébrés: *Amauroceras ferrugineum* (Domérien indet.), *Pleuroceras* sp.

4.1. Neoselachii Compagno 1977

4.1.1. Hexanchiformes Buen 1926

Hexanchidae Gray 1851

Hexanchidae indet. (Pl. 1 S)

A9.5.D15: Couronne aplatie et allongée, de 10 mm de largeur mésiodistale conservée pour 6.5 mm de hauteur maximale conservée, épaisseur labio-linguale

de 2 mm. Elle compte au moins 3 cuspides pointues (la partie mésiale de la dent manque, mais la plus haute cuspide est probablement la principale), inclinées distalement et de taille dégressive, suivies d'une cuspide basse d'apex arrondi. Le bord mésial de la plus haute cuspide préservée est lisse, sans denticule. Les axes d'inclinaison sont parallèles à celui de la première cuspide, ce qui indiquerait une dent inférieure (DE BEAUMONT, 1960: 33), par comparaison à *Hexanchus griseus* ou *Notorhynchus cepedianus* actuels, où la première cuspide des dents supérieures est moins inclinée que les suivantes. La structure correspond aussi à une dent inféro-latérale du type récent *Notorynchus cepedianus* Peron 1807 (voir BASS et al. 1975). La couronne en section à sa base présente un dessin réticulé de canalicules, et ne montre pas de cavité pulpaire. Malheureusement, la plaque basale de ce spécimen manque, ce qui limite les possibilités d'attribution générique.

Discussion: Les genres «*Notidanus* » (voir SCHWEIZER 1964), «*Eonotidanus* » (FRICKHINGER 1995: 186) et *Paranotidanus* sont très proches de notre couronne, par exemple «*Notidanus* » *contrarius* (Bajocien). Chez *Paranotidanus* «*Hexanchus* » *wiedenrothi* (THIES 1983, WARD & THIES 1987) du Pliensbachien inférieur (Zone à *Davoei*) de Gretenberg en Allemagne, le bord mésial de la cuspide principale, non convexe, est découpé de denticules, comme celui de «*Notidanus* » *serratus* du Jurassique supérieur de Nusplingen. Sur certaines dents de *Notidanus arzoensis* De Beaumont 1960 de la Zone à *Raricostatus* (Lotharingien), la base du bord mésial de la cuspide principale est plus convexe, mais cela ne semble pas un critère important, vu que «*Notidanus* » *muensteri*, (voir SCHWEIZER 1964: 78) présente ou non ce critère selon les spécimens et les positions dentaires, remarque applicable à l'Hexanchiforme décrit par LAMAUD. L'Hexanchiforme pliensbachien de Scanie (REES 2000) représente une autre position, difficilement comparable. Chez *Welcommia*, connu du Toarcien (DELSATE & GODEFROIT 1995) au Crétacé (CAPPETTA 1990), la base mésiale de la cuspide principale est plus concave, les cuspides sont plus divergentes, la racine moins allongée, la structure globale plus proche des dents antérieures d'Hexanchiformes.

4.1.2. Synéchodontiformes Duffin & Ward 1993

4.1.2. a. *Paraorthacodus arduennae* sp. nov. (Pl. 1 A)

La dent 9.5D1 est un paratopotype (voir la rubrique 1.1).

4.1.2. b. *Paraorthacodus* ?aff. *arduennae* : (Pl.1 E)

La base de la cuspide principale du spécimen APMA 95D2A est dilatée, mais les plis sont très nettement marqués sur la totalité de la face labiale, et remontent jusqu'à l'apex; d'un côté: 3 cuspides accessoires, la première à perdu sa face labiale, et est vue en section, comme la seconde; la troisième est encore haute et fine. De l'autre côté, une seule cuspide est dégagée, haute. Toutes ces cuspides

sont nettement séparées, mais il persiste du tissu coronal entre chacune. Différentes possibilités existent: ce type pourrait appartenir à l'hétérodonie de *P. arduennae* (variation de position ou variation sexuelle), ou il pourrait s'agir d'une sous-espèce de *P. arduennae* (à base renflée caractéristique de l'espèce, mais à plis marqués), ou d'une espèce différente.

4.2. Actinopterygii

Neopterygii

4.2.1. Amiiformes

cfr Eugnathidae (Pl. 2 F)

Cette dent de hauteur centimétrique, lisse et à capuchon translucide, évoque fort les « *Eugnathus* » du Lias inférieur anglais (British Museum, Natural History). Les Pachycormiformes seraient également candidats, leurs dents atteignant des dimensions voisines. Néanmoins, jusqu'à présent, aucun Pachycormiforme n'est connu avant le Toarcien. D'après LEHMAN (1966: 151), les Pachycormiformes sont d'ailleurs proches des Amiiformes Caturidae par la série des infraorbitaux, les deux grands sousorbitaux, la forme du parasphénoïde et de l'hyomandibulaire; certains caractères des écailles sont également proches.

4.2.2. Teleostei

Leptolepidae

Proleptolepis Nybelin 1974

***Proleptolepis* sp.** (Pl. 2 G,H,I)

Des os isolés dans des coprolithes (de Reptile, d'Eugnathidae ou de Requin) de diamètre centimétrique et de longueur décimétrique, allongés et sans constriction apparente, sont identifiables. Le préoperculaire (Pl. 2 H) est typique, en forme de croissant, avec canal et canalicules; l'absence de processus antérieur écarte *Leptolepis normandica* et *L. coryphaenoides*; l'absence de ramification des canalicules écarte *L. coryphaenoides*. Le maxillaire (Pl. 2 I) est long et arqué, son bord ventral est incisé de résidus de minuscules dents. Le dentalosplénial (Pl. 2 G) est typique, avec sa large apophyse. On reconnaît aussi des plaques operculaires, sous-operculaires et gulaires.

Discussion: PATTERSON 1975: 283 signale «Sinemurian *Leptolepis* P.51687», de la Zone à *Obtusum*, attribué à *Proleptolepis* par NYBELIN 1974: 87, 110. Les espèces de *Proleptolepis* créées par NYBELIN 1974 sont *P. furcata*, *P. elongata* et *P. megalops*, par ailleurs *Proleptolepis* sp. (NYBELIN 1974: 109-112) est basé sur du matériel récupéré par attaque acide de coprolithes du Sinémurien, également Zone à *Obtusum*, de Charmouth (Dorset). Les «*Leptolepis*» signalés dans la littérature (LEHMAN, 1966: 190) en provenance du Trias supérieur des Etats-Unis, d'Autriche, de Tanzanie, ou de Nouvelles Galles du Sud, demeurent douteux (matériel mal conservé des Etats-Unis) ou ont été attribués à d'autres genres: *Seefeldia watsoni* Nybelin du Trias supérieur de

Seefeld (Autriche) et *Pholidolepis africana* Gardiner du Trias supérieur de Tanzanie sont des Pholidophoriformes; *Leptolepis talbragarensis* Woodward n'est pas un *Leptolepis* (NYBELIN, 1974: 171). Ainsi, *Leptolepis* sensu stricto n'apparaît qu'au Toarcien (NYBELIN 1974, WENZ 1967, DELSATE 1997b), et ne dépasse d'ailleurs pas le Lias supérieur (NYBELIN 1974: 187).

5. Domérien inférieur de St-Max (Nancy) : Marnes à Amalthées I6a (pb2a).

Des reptiles et des poissons toarciens avaient été trouvés près de la gare de Nancy. LAMAUD 1979 décrit ce matériel ainsi que quelques vertébrés du Domérien (provenant de quelques mètres au-dessus des couches à *Margaritatus*), dont, sans le nommer, *Agaleus* que DUFFIN et WARD décrivent quelques années plus tard. Un second requin domérien était décrit par LAMAUD 1979, évoquant les Hexanchiformes *Notidanus*. Un don bienvenu de Mr J.-B. SCHWEYER (Chavigny) contient des Vertèbres d'Ichthyosaure de grande taille cfr *Temnodontosaurus* dans une gangue d'argile gris foncé contenant des ammonites *Amaltheus* (observation de Melle L. NORI). L'échantillon provient du recalibrage de la Meurthe au niveau de Saint-Max; sa dissolution à l'acide formique par Mr Alain PHILIPPOT (Musée-Aquarium de Nancy) a fourni la même faune que celle décrite par LAMAUD 1979, confortant l'attribution stratigraphique. Il est possible que les dents isolées d'*Agaleus* et celles de l'Hexanchiforme appartiennent à un individu de chaque genre, proies de l'Ichthyosaure, ou individus s'en nourrissant. Il serait intéressant de retrouver *in situ* le niveau précis livrant cette faune.

5.1. *Agaleus* cfr *dorsetensis* (Pl. 1 L,M)

Discussion: Ce genre est abondamment figuré et décrit dans LAMAUD 1979, DUFFIN & WARD 1983, REES 1998 et 2000, DELSATE & DUFFIN 1993, et BIDDLE 1993. Plusieurs positions dentaires ont été découvertes (antérieures, latérales) dans la gangue.

Remarque: il est possible que l'attribution toarcienne de *Agaleus* par REES 2000: fig.5 concerne plutôt le Domérien, vu la confusion possible due à la présentation de l'article de LAMAUD 1979.

5.2. Hexanchiformes Buen 1926

Hexanchidae Gray 1851

Hexanchidae indet.: plusieurs positions dentaires sont reconnaissables, par comparaison au matériel actuel ou décrit:

MZN01 (Pl. 1 N,O): racine haute et quadrangulaire, haute cuspide principale, petite cuspide accessoire divergente.

Discussion: Cette morphologie correspond à celle d'une dent inférieure symphysaire, comparable à la dent symphysaire de *Heptranchias perlo* Bonnaterra 1788 (*in* BASS et al. 1975). Elle est proche néanmoins de celle des

dents parasymphysaires supérieures de *Welcommia bodeuri* CAPPETTA (Pl. 1, fig. 2-3), dont la plaque basale n'a pas tant l'aspect typique du genre, épaisse et synéchodontiforme.

MZN02 (Pl. 1 P,Q): une haute cuspide principale légèrement inclinée distalement, une accessoire divergente plus inclinée distalement, posée sur un talon étendu. La racine anaulacorhize présente un fort aplatissement labio-lingual.

Discussion: Cette structure correspond à une position supérieure latérale, comparable à une dent de *Notorynchus*, ou éventuellement plus antérieure d'*Hexanchus griseus*, mais dont la racine est néanmoins très haute.

MZN03 (Pl. 1 R): une haute cuspide principale est suivie d'une seconde cuspide moins haute, suivie d'une cuspide basse et arrondie, d'inclinaisons distales équivalentes.

Discussion: Cette structure correspond à celle d'une dent supérieure postéro-latérale des types *Heptranchias* (racine basse) ou *Notorynchus* (racine élevée) actuels.

Pour MZN02 et MZN03, le genre *Welcommia* est écarté, car la racine est haute et plate, non synéchodontiforme. Provenant de la même gangue, la dent MZN01 est probablement également un Hexanchidae, plutôt qu'un Welcommiidae. L'Hexanchiforme figuré par LAMAUD présente le même type de racine aplatie; le bord mésial de la cuspide principale est plus convexe que celui des dents MZN, mais la position dentaire peut expliquer cette différence. Chez l'Hexanchiforme du Pliensbachien de Scanie (REES 2000), la structure de la racine (REES 2000 : fig. 3 A) est proche de celle des spécimens MZN, mais la base du bord mésial de la cuspide principale est également convexe. Chez *Paranotidanus* « *Hexanchus* » *wiedenrothi* du Pliensbachien inférieur (Zone à *Davoei*) de Gretenberg en Allemagne (THIES 1983: pl. 3.1), la racine est haute et apparemment plate, de base arquée comme celle de *Pachyhexanchus*. Le bord mésial de la cuspide principale est découpé de denticules, comme chez certains *Notidanus muensteri* et chez *N. serratus*. L'absence de denticules du bord mésial oriente vers « *Notidanoïdes* » plutôt que vers *Notidanodon* ou *Notorynchus* (THIES 1987). MAISEY (1986) place « *Notidanus* » *arzoensis* De Beaumont 1960 de la zone à *Raricostatus* et *N. muensteri* dans le nouveau genre *Notidanoïdes*. *Notidanoïdes muensteri* et *Notidanoïdes serratus* Fraas (Jurassique supérieur) présentent des denticules sur le bord mésial de la cuspide principale, de plus en plus marqués chez *Notorynchus aptiensis* (Crétacé) puis *Notidanodon lanceolatus* (Crétacé) (voir LONG et al. 1993). Chez *Notidanoïdes pockrandti* (Ward & Thies 1987) du Crétacé, la racine est haute, de profil labial ou lingual semi-circulaire, et épaisse. CAPPETTA 1990 place *pockrandti* dans le nouveau genre *Pachyhexanchus*, mais il ne semble pas que toutes les espèces de *Notidanoïdes* puissent entrer dans ce genre à racine épaisse. Les spécimens MZN01, 02 et 03 appartiennent probablement à un même individu: leur étude

détaillée, en cours, permettra peut-être de préciser l'attribution générique par comparaison à l'hétérodonie de spécimens conservés en connexion anatomique (par exemple *Eonotidanus*, cfr FRICKINGER 1995).

CONCLUSION

Une comparaison des faunes de Chondrichthyens en Europe et pendant le Lias est présentée dans les tableaux 1 et 2. Le Pliensbachien belge ou luxembourgeois n'a livré jusqu'à présent que des cuspidés isolées de Synéchodontiformes (MICHIELS & DELSATE 1997). Concernant la faune du Mans, les dents aux nombreux plis, attribuées à *Hybodus* par BIDDLE 1993, sont peut-être des *Synechodus*, la plaque basale étant apparemment synéchodontiforme; les dents latérales correspondraient bien aux positions latérales du *Synechodus* ainsi défini; je propose l'attribution *S.* cfr *occultidens* pour le spécimen fig. 9, proche des formes des Ardennes et des spécimens de Hasle. Jusqu'à présent aucun Hybodontiforme n'a été récolté dans le Pliensbachien des Ardennes et de Lorraine étudié dans ce travail, mais les tris ne sont pas terminés. Les principales nouveautés sont *Proleptolepis* et les Chimères, avec la possibilité des plus anciens véritables chiméroïdes, connus aussi du Pliensbachien anglais par *Eomanodon simmsi*.

Cette faune, qui précède de peu le renouvellement faunique du Toarcien, conserve un net cachet du Lias inférieur (chimère, *Synechodus*, *Paraorthacodus*, *Agaleus*, *Hexanchiformes*); elle est très proche des autres faunes de mer épicontinentale de l'Ouest du Bassin de Paris et du Nord de l'Europe. D'autres listes fauniques comparatives, provenant de différents points de l'ex Laurasia durant la seconde moitié du Lias, sont attendues: elles permettraient de tester l'hypothèse de l'ouverture du Proto-Atlantique Nord au Pliensbachien comme cause du renouvellement faunique toarcien (par mise sous influence océanique des dépendances épicontinentales de la Téthys): « vers le Sud-Ouest du Bassin de Paris, la liaison avec l'Atlantique, amorcée au Pliensbachien en faciès très littoral, ne s'ouvre largement qu'au Toarcien » (ALLOUC et al. 1980).

Remarque : les spécimens A9.19 , 9.5.D1, les spécimens figurés de Remilly et de La Francheville, un moulage de la dent d'*Eugnathus*, ainsi qu'un échantillon de coprolithe à *Proleptolepis* sont déposés au MNHN de Luxembourg, sous la rubrique QF438. Les autres spécimens appartiennent aux Collections de l'Association Paléontologique et Minéralogique des Ardennes (APMA) ou au Musée-Aquarium de Nancy (MZN).

Remerciements: Cette étude n'aurait pas vu le jour sans la dynamique association APMA, en particulier ses membres Eric GEORGES et Raoul KLAIR, le don généreux de Jean-Baptiste SCHWEYER, la confiance et les informations de Laetitia NORI et Alain PHILIPPOT (Muséum-Aquarium de la Ville de Nancy et Université Henry Poincaré), l'amical soutien et les conseils de Chris DUFFIN, Serge GUENNEGUES, Jean-Pierre BIDDLE, Laurent CANDONI, Jan REES, Pierre LAMAUD et Christian MATHIS.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLOUC, J., HANZO, M., LEFAVRAIS, A., MOUTERDE, M., RIOULT, M. & H. TINTANT, 1980 : Paléogéographie. *In*: Synthèse géologique du Bassin de Paris. Mém. B.R.G.M. 101:111-121.
- BASS, A.J., J.D. d'AUBREY, & N. KISTNASAMY, 1975 : Sharks of the east coast of southern Africa. V. The families Hexanchidae, Chlamydoselachoidae, Heterodontidae, Pristiophoridae and Squatinidae. Investigational report, 43, Oceanographic Research Institute, Durban, 50 pp.
- BENTON, M.J., 1993 : The Fossil Record 2. 841 pp. Chapman & Hall.
- BIDDLE, J.-P., 1993 : Quelques élastomobranches du Domérien (Jurassique inférieur) de la région du Mans (Sarthe, France). *Cossmanniana*, 2: 61-66.
- CAPPETTA, H., 1987 : Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. Gustav Fischer Verlag. Handbook of Paleichthyology, edited by Prof. H.P. Schultze.
- CAPPETTA, H., 1990 : Hexanchiforme nouveau (Neoselachii) du Crétacé inférieur du Sud de la France. *Palaeovertebrata*, 20 (1): 33-54.
- CAPPETTA, H., 1992 : New observations on the palaeospinacid dentition (Neoselachii, Palaeospinacidae). *N. Jb. Paläont. Mh.* 9: 565-570.
- CAPPETTA, H., DUFFIN, C.J. & ZIDEK, J. 1993 : Chondrichthyes. pp. 593-609. *In* : The Fossil Record 2. BENTON, M.J., Chapman & Hall, 841 pp.
- CASIER, E., 1959 : Contributions à l'étude des poissons fossiles de la Belgique. XII. Sélaciens et Holocéphales sinémuriens de la Province de Luxembourg. *Bull. Inst. Royal Sc. Nat. de Belgique*, 38 (8): 1-35.
- CUNY, G., HUNT, A., MAZIN, J.M. & R. RAUSCHER, 2000 : Teeth of enigmatic neoselachian sharks and an ornithischian dinosaur from the uppermost Triassic of Lons-le-Saunier (Jura, France). *Paläontologische Zeitschrift*, 74 (1/2): 171-185.
- CURTIS, K. & K. PADIAN, 1999 : An Early Jurassic microvertebrates fauna from the Kayenta Formation of northeastern Arizona - Microfaunal changes across the Triassic-Jurassic boundary. *Paleobios* 19 (2): 19-37.
- DE BEAUMONT, G., 1960 : Contribution à l'étude des Genres *Orthacodus* Woodward et *Notidanus* Cuvier (Selachii). *Mémoires suisses de Paléontologie* (77): 1-44 + Pl., Editions Birkhäuser.

- DELSATE, D., 1990 : Deux nouveaux horizons à vertébrés (Chondrichthyes-Elasmobranchii et Osteichthyes-Actinopterygii) dans le Toarcien belge et limitrophe (Lorraine). Synthèse stratigraphique et profils nouveaux. Professional Paper 242, 53 pp. Bruxelles.
- DELSATE, D., 1992 : Chondrichthyens mésozoïques du Luxembourg. Note préliminaire. Bull. Soc. Nat. luxemb., 93: 181-193. Luxembourg.
- DELSATE, D., 1993 : Synthèse des faunes d'Elasmobranches du Trias et du Jurassique de Lorraine. *Cossmanniana*, Hors-série 2: 52-55. Paris.
- DELSATE, D., 1995 : Chondrichthyens mésozoïques du Grand-Duché de Luxembourg. Service Géologique de Belgique, Professional Paper, 278:11-22, Bruxelles.
- DELSATE, D., 1997a : Chondrichthyens mésozoïques du Grand Duché de Luxembourg - Compléments. Travaux scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg, 27 :53-79, Luxembourg.
- DELSATE, D., 1997b : Actinoptérygiens du Toarcien inférieur du Grand Duché de Luxembourg: présence de *Leptolepis normandica* Nybelin 1962 (Téléostéen) avec Otolithes *in situ*. Travaux scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg, 27: 105-129. Luxembourg.
- DELSATE, D., 1999 : L'Ichthyofaune toarcienne du Grand Duché de Luxembourg. Cadre général et Catalogue statistique. Travaux scientifiques du Musée d'Histoire Naturelle de Luxembourg, 30:101p.
- DELSATE, D. & C.J. DUFFIN, 1993 : Chondrichthyens du Sinémurien de Belgique. Service géologique de Belgique, Professional Paper, 264:103-136. Bruxelles.
- DELSATE, D. & J.-C. LEPAGE, 1990 : Découverte d'une faune originale d'Elasmobranches dans les phosphates du Toarcien lorrain (couches à *Coeloceras crassum*). Bull. Acad. Soc. Lorraines Sciences, 29 (3): 153-161. Nancy.
- DELSATE, D. & J.-C. LEPAGE, 1991 : Requins et Raies en Lorraine. Geolor Magazine, 3: 6-9. Thionville.
- DELSATE, D. & P. GODEFROIT, 1995 : Chondrichthyens du Toarcien inférieur d'Aubange (Lorraine belge). Service géologique de Belgique, Professional Paper, 278: 23-44. Bruxelles.
- DELSATE, D. & L. CANDONI, 2001 (sous presse) : Description de nouveaux morphotypes dentaires de Batomorphii toarciens (Jurassique inférieur) du Bassin de Paris: *Archaeobatidae* nov. fam. Bull. Soc. Nat. luxemb. 102.
- DELSATE, D., DUFFIN, C.J. & R. WEIS, (soumis à publication) : A new microvertebrate fauna from the Middle Hettangian (Early Jurassic) of Fontenoille (Province of Luxembourg, south east Belgium).
- DELSATE, D., HERMAN, J., LEPAGE, J.-C., 1989 : Nouvelles faunes d'Elasmobranches du Toarcien de la Lorraine belge. Bull. Soc. belge Géologie, 98 (1): 77-80. Bruxelles.

- DELSATE, D. & D. THIES, 1995 : Teeth of the fossil shark *Annea* THIES 1983 (Elasmobranchii-Neoselachii) from the Toarcian of Belgium. Service géologique de Belgique, Professional Paper, 278: 45-64. Bruxelles.
- DUFFIN, C.J. & D.J. WARD, 1983 : Teeth of a new Neoselachian shark from the British Lower Jurassic. *Palaeontology*, 26: 839-844.
- DUFFIN, C. J. & D.J. WARD, 1993 : The Early Jurassic Palaeospinacid sharks of Lyme Regis, southern England. Belgian Geological Survey, Professional Paper, 264: 53-102.
- DUFFIN, C.J. & J.P.H. REYNDERS, 1995 : A fossil Chimaeroid from the Gronsvled Member (Late Maestrichtian, Late Cretaceous) of northeast Belgium. *Elasmobranches et Stratigraphie*. Edited by J. HERMAN & H. VAN WAES. Belgian Geological Survey, Professional paper 278: 111-156.
- DUFFIN, C.J., & D. DELSATE, 1993 : A new Myriacanthid Holocephalan (Chondrichthyes) from the Early Jurassic of Luxembourg. *N. Jb. Geol. Palaont. Mh.*, 1993 (11): 669-680. Stuttgart.
- DUFFIN, C.J. & D. DELSATE, 1995 : New record of the Early Jurassic Myriacanthid Holocephalan *Myriacanthus paradoxus* AGASSIZ 1836 from Belgium. Belgian Geological Survey, Professional Paper , 278:1-9, Bruxelles.
- FRICKINGER, K.A., 1995 : Die Fossilien von Solnhofen. Goldschneck-Verlag.
- HERMAN, J., HOVESTADT-EULER, N. & D.C. HOVESTADT, 1987 : Contributions to the study of the comparative morphology of teeth and other relevant ichthyodolites in living supraspecific taxa of Chondrichthyan fishes. M. STEHMANN (éd.). Part A - Selachii. N° 1 - Order - Hexanchiformes – Family - Hexanchidae. Commissural teeth. *Bull. Inst. roy. Sci. nat. Belg., Biologie*, 57: 43-56.
- LAMAUD, P., 1979 : Sélaciens du Lias de l'est de la France. *Bull. Soc. Hist. Nat. du Pays de Montbéliard*, 119-124.
- LEHMAN, J.-P., 1966 : Actinopterygii. *In: Traité de Paléontologie des Vertébrés* (sous la Direction de Jean Piveteau). IV(3): 1-242. Masson & Cie.
- LEIDNER, A & D. DELSATE, 2000 : Welcommiidae 2000, a new neoselachian family. 5th EWVP, Karlsruhe, Abstract book.
- LONG, D.J., MURPHY, M.A. & P. RODDA, 1993 : A new world occurrence of *Notidanodon lanceolatus* (Chondrichthyes, Hexanchidae) and comments on hexanchid shark evolution. *J. Paleont.*, 67 (4): 655-659.
- MAISEY, J.G., 1986 : The Upper Jurassic Hexanchoid Elasmobranch *Notidanoides* n. gen. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 172 (1):83-106.
- MICHIELS, F. & D. DELSATE, 1997 : Het Bovendomerium van Aubange (Wijk Ottemt). *Le Domérien supérieur à Aubange (lotissement Ottemt)*. C.R. Centre de Recherches Lorraines, 24, N° Spécial: 4-24.
- NOLF, D., 1986 : Haaie- en Roggetanden uit het Tertiair van België. Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, 171 pp.

- NYBELIN, O., 1974 : A revision of the Leptolepid Fishes. Acta regiae societatis scientiarum et litterarum Gothoburgensis. Zoologica 9: 202 pp. + Planches.
- PATTERSON, C., 1965 : The Phylogeny of the Chimaeroids. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B 249: 213-482.
- PATTERSON, C., 1975 : The braincase of pholidophorid and leptolepid fishes, with a review of the actinopterygian braincase. Philos. Trans. Roy. Soc. London (Biol. Sci.), 269 (899): 275-579.
- REES, J., 1998 : Early Jurassic Selachians from the Hasle Formation on Bornholm, Denmark. Acta Palaeontol. Polonica, 43: 439-452.
- REES, J., 2000 : A new Pliensbachian (Early Jurassic) neoselachian shark fauna from southern Sweden. Acta Palaeontol. Polonica, 45 (4): 407-424.
- SCHLEGELMILCH, R., 1976 : Die Ammoniten des süddeutschen Lias. Gustav Fischer Verlag, 211 pp.
- SCHWEIZER, R., 1964 : Die Elasmobranchier und Holocephalen aus den Nusplinger Plattenkalken. Palaeontographica A123 (1-3): 58-110 + Pl.
- SYKES, J.H., 1974 : On elasmobranch dermal denticles from the Rhaetic bone bed at Barnstone, Nottinghamshire. Mercian Geologist, 5 (1): 49-64.
- THIES, D. 1983 : Jurazeitliche Neoselachier aus Deutschland und S-England. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 58: 1-116.
- THIES, D., 1987 : Paleoecology of Lower Cretaceous cow sharks (Neoselachii, Hexanchiformes). Paläont. Z. 61 (1/2):133-140.
- THIES, D., 1991 : *Palaeospinax*, *Synechodus* and/or *Paraorthacodus* ? The problem of palaeospinacid genera (Pisces, Neoselachii, Palaeospinacidae). N. Jb. Paläont. Mh. 9: 549-552.
- THIES, D., 1993 : *Palaeospinax*, *Synechodus* and/or *Paraorthacodus*. Is the problem of palaeospinacid genera (Pisces, Neoselachii) solved ? N. Jb. Paläont. Mh. 12: 724-732.
- THIES, D., 1993 : New evidence of *Annea* and *Jurobato*, two rare neoselachians (Pisces, Chondrichthyes) from the Jurassic of Europe. Belgian Geological Survey, Professional Paper, 264: 137-146.
- WARD, D. & D. THIES, 1987 : Hexanchid shark teeth (Neoselachii, Vertebrata) from the Lower Cretaceous of Germany and England. Mesozoic Research 1 (2): 89-106.
- WARD, D. & C.J. DUFFIN, 1989 : Mesozoic Chimaeroids - 1. A new Chimaeroid from the Early Jurassic of Gloucestershire, England. Mesozoic Research, 2 (2): 45-51.
- WENZ, S., 1967 : Compléments à l'étude des Poissons actinoptérygiens du Jurassique français. Cahiers de Paléontologie. Editions du CNRS. 276 pp. + planches.