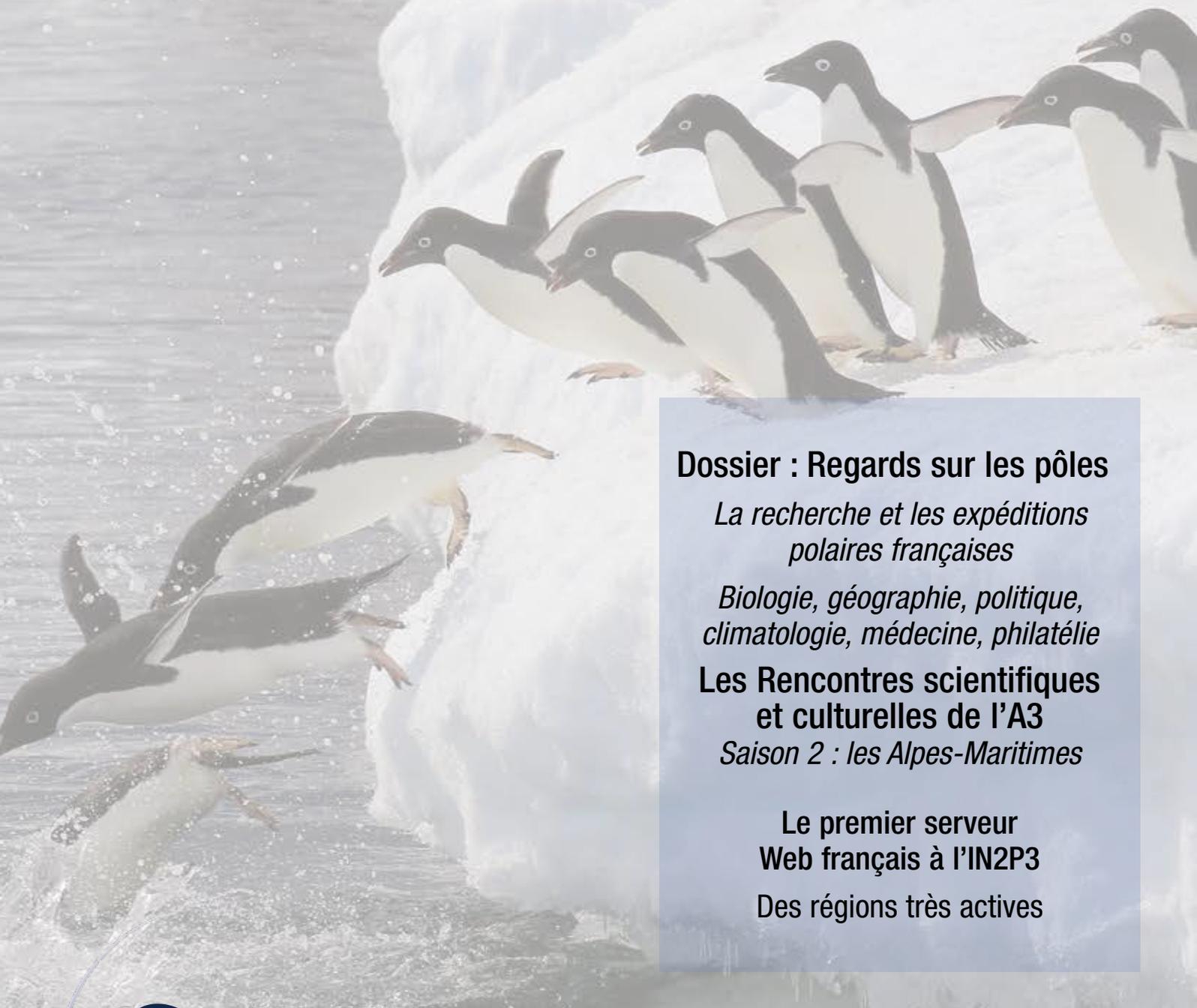
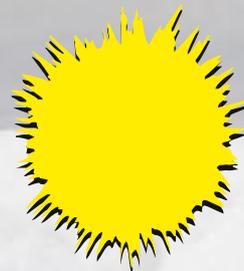


A3 Magazine

Rayonnement du CNRS



Dossier : Regards sur les pôles

*La recherche et les expéditions
polaires françaises*

*Biologie, géographie, politique,
climatologie, médecine, philatélie*

**Les Rencontres scientifiques
et culturelles de l'A3**

Saison 2 : les Alpes-Maritimes

**Le premier serveur
Web français à l'IN2P3**

Des régions très actives



Magazine des Anciens et Amis du CNRS

N° 73 - Printemps - 2019

A3 Magazine - Rayonnement du CNRS - Prix : 8 €

Directeur de la publication : Liliane Gorrichon

Comité de rédaction

Françoise Balestié, Fabrice Bonardi, Martine Carisey, Jacques Couderc, Annie Demichel, Bernard Dupuis, Alain Foucault, Paul Gille, Christian Girault, Lysiane Huvé-Textier, Marie-Françoise Lafon, Edmond Lisle, Véronique Machelon, Claudius Martray, Michel Petit et Dominique Simon.

A3 Magazine - ISSN 1953-6542

Rédacteur en chef : Fabrice Bonardi

Éditeur : Paul Gille

Secrétaire de rédaction : Annie Demichel

Maquette, mise en page et numérisation : Bernard Dupuis

Remerciements aux autres contributeurs de ce numéro 73

Claude Bachelard, Dominique Ballutaud, Marie-Noëlle Blancheteau-Petit, Marc Boukebza, Christiane Bourguignon, Laurent Cairo, Daniel Charney, Christiane Coudray, Francis Dabosi, Martine Defais, Jean-Claude Duplessy, Yves Frenot, Liliane Gommel, Jean-Claude Hureau, Jean-Pierre Jacquin, Anne Jouve, Hélène Kérec, Claude Launay, Solange Lassalle, Marc J. Ledoux, Yvon Le Maho, Marc Lebouvier, Véronique Machelon, Bernard Maudinas, Yann de Mauduit, Danièle Olivier, Nicole Paillous, Annick Périllat, Serge Rambal, Jean-Pierre Schwaab, Jean-Claude Vanhoutte, Guy Vasseur, Daphné Victor et Pascale Zanéboni.

A3 Magazine souhaite la bienvenue aux nouveaux adhérents

ADAMO RAFFIN Sylvie	75013 Paris	KELFA Emile	93340 Le Raincy
ALAMERCERY Serge	38440 Meyssiez	KERBER Brice	94000 Créteil
BAUDOT Robert	38780 Estrablin	KESSLER Marie-Christine	75009 Paris
BEAULIEU Liliane	75013 Paris	LAFONT Dominique	69100 Villeurbanne
BECCHI Annie	38790 Demioz	LAFONT Jacqueline	69100 Villeurbanne
BECCHI Michel	38790 Diémoz	LANNUZEL Thomas	92110 Clichy
BORNERT Jean-Marc	67610 La Wantzenau	LASSAUT Monique	91620 Nozay
BOURBON Jacques	77115 Sivry-Courtry	LE BRUSQ Jean-Jacques	69600 Oullins
BRASS Anne-Marie	91440 Bures-sur-Yvette	LE GOFF René	77120 Coulommiers
BRUN Gilbert	69380 Charnay	LEGALL Jean-Michel	75012 Paris
BRUSCHI Mireille	13007 Marseille	MAGNY Michel	70150 Étuz
CAMENZIND Guy	67000 Strasbourg	MARTIN Anne	35700 Rennes
CARLIER-PANTALONI Marie-France	91190 Gif-sur-Yvette	MASSOL Michel	31320 Vigoulet-Auzil
CATRAIN Paulette	91520 Égly	MOUGIN Annie	31200 Toulouse
CHAPUIS Bernard	38610 Venon	PERILLAT PIRATOINE Eliane	75019 Paris
CLAR Robert	94160 Saint-Mandé	PETIOT Robert	69350 La Mulatière
COLLET Francis	78400 Chatou	PIERCE Raymond	59113 Seclin
COLLINA GIRARD Jacques	13007 Marseille	PIGEOT Gérard	37140 Bourgueil
DAVID Françoise	91470 Boullay-les-Troux	PREVOST Philippe	95210 Saint-Gratien
DAVID Manick	75015 Paris	PRIEUR Abel	69100 Lyon
DODDS John	81300 Graulhet	REICHSTADT Pierre-Louis	63800 Courmon-d'Auvergne
FALAISE Daniel	86550 Mignaloux-Beauvoir	SARASIN Alain	94320 Thiais
FINKEL Catherine		SARR Malick	94000 Créteil
GOSELIN Gilles	34070 Montpellier	SPECKEL Benoit	67200 Strasbourg
GUEDALIA Daniel	31400 Toulouse	STEINMETZ Daniel	31400 Toulouse
GUIAVARCH François	37170 Chambray-lès-Tours	TENSI Jean	86000 Poitiers
HUMEAU Annie	91230 Montgeron	THOULOZE Daniel	38000 Grenoble
JEANJEAN Solange	75016 Paris	VANSPRANGHE Francis	18570 La Chapelle-Saint-Ursin
JULIAND Marie-Cécile	38610 Venon		
JULIAND Richard	38610 Venon		
KALCK Philippe	31320 Auzeville-Tolosane		
KALTNECKER Evelyne	45000 Orléans		



Pascal ROBERT/OTEL/CNRS Photothèque : Colonie de manchots empereurs, « Aptenodytes forsteri », à proximité de la station Dumont d'Urville, en Antarctique.



Bruno JOURDAIN/CNRS Photothèque : Manchots Adélie, « Pygoscelis adeliae », au large de la base Dumont d'Urville, en terre Adélie,

A3 Magazine n°73 - Printemps 2019

L'éditorial de la Présidente 2

Regards sur les pôles / Dossier coordonné par Alain Foucault, Anne Jouve, Jean-Pierre Jacquin et Jean-Claude Hureau / 3



Les expéditions polaires françaises (EPF), catalyseur de la recherche polaire / Jean-Claude Duplessy / 3
Les apports de la recherche française

Antarctique : de la découverte à l'établissement du Traité / Yves Frenot, Marc Lebouvier / *De l'époque des explorations à l'exploitation future des ressources minérales* 4

Les régions polaires, présentation géographique / Jean-Claude Hureau / *Quelques traits communs et de grandes différences* 9

Flore et faune marines, pêcheries, biologie, adaptations / Jean-Claude Hureau / *Un environnement marin extrêmement riche, une biomasse très importante, le krill* 14

Adaptation des oiseaux et des mammifères aux environnements polaires / Yvon Le Maho / *L'excellence de la recherche et de l'innovation françaises* 21

Le message climatique des glaces polaires / Alain Foucault / *Un rôle climatique considérable et une archive irremplaçable de l'histoire climatique*

La recherche médicale dans les zones polaires, applications pratiques / Claude Bachelard / *De la sécurité sanitaire des missions aux études de biologie animale ou humaine* 31

1948 - 1953, quatre expéditions en terre Adélie / Jean-Pierre Jacquin / *Le prologue d'une permanence de la recherche française en Antarctique*

Joseph-René Bellot (1826-1853) : un marin français disparu dans les glaces / Alain Foucault / *Un nom à l'honneur en Angleterre, sur un navire, sur un détroit... et sur la Lune.*

La philatélie des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF) / M. Boubekza / 42

Hommage à Paul-Émile Victor / R. Latarjet, D. Victor, A. Jouve / Le 40^e anniversaire des EPF-Missions Paul-Émile Victor / G. Rouillon / Le 60^e anniversaire des EPF-Missions Paul-Émile Victor / B. Morlet /

Kiosque: lu, vu, entendu 46

- Oser, résister, de Jean Malaurie / E. Lisle /
- Marcher à Kerguelen, de François Garde
- Conquêtes antarctiques, de Guy Jacques et Paul Tréguer
- La fabuleuse histoire des inventions, de Denis Guthleben / E. Lisle /
- L'exploration cométaire de l'Antiquité à Rosetta, de J. Borg et A. C. Levasseur-Regourd
- D'une Révolution à l'autre, de Philippe Herzog / E. Lisle /

Vie scientifique et culturelle 49

Les Rencontres scientifiques et culturelles de l'A3

- Saison 2 : les Alpes-Maritimes, du 4 au 11 octobre 2018
- Saison 3 : préprogramme Aquitaine, octobre 2019

Vie scientifiques et culturelle

- 30 ans du Web, les débuts en France
- Passion d'adhérent : de la spectroscopie moléculaire à la paléographie

Cahiers de l'Association 58

Rencontre à Nancy

- Procès-verbal de l'Assemblée générale du 7 juin 2018
- De l'Art nouveau à Artem, histoire d'un campus du troisième millénaire
- Brèves : Rencontre à Paris, le site internet, colloque « Histoire et Mémoire »

Vie des Régions 64

Alpes-Dauphiné 64

- Programme de l'année 2019
- Découverte historico-volcanologique du Cantal

Centre-Val de Loire 65

- Hubble, l'astronautique en Val de Loire

Hauts-de-France 66

- Contacts avec l'Association des « Ch'tis Chinois »

Ile-de-France 66

- Programme des visites et conférences 1^{er} semestre 2019
- Visite de Tours
- Napoléon et de Gaulle, deux héros français
- De l'oenologie à la viticulture : des traditions aux innovations
- Histoire et prospective, une expérience chez Renault

Languedoc-Roussillon 69

- Le volcanisme en Bas-Languedoc
- Le Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique

Midi-Pyrénées 73

- Le musée Aeroscopia
- Le bâtiment du futur pour la transition énergétique
- Sorties : l'Ariège et le Limouxin

Rhône 78

- Visites de sites scientifiques à vocation internationale
- L'Université Claude-Bernard : l'herbier, la paléontologie
- L'intermittence des énergies renouvelables

Voyages A3 83

- Voyages du 4^e trimestre 2019
- Croisière Magie des Rivages Celtes
- Voyage au Monténégro
- Week-end à Cracovie

In memoriam 88

L'éditorial de la Présidente

Au moment où se tourne une page de la longue et riche histoire des expéditions polaires françaises, nous sommes heureux que ce magazine puisse éclairer une large part des recherches et des avancées auxquelles elles conduisent. Sans les efforts et les connaissances de certains d'entre nous la réalisation de ce numéro n'aurait pas été possible. Je tiens donc expressément à remercier Alain Foucault pour son investissement et toute l'équipe qui, d'Anne Jouve à l'ensemble du comité de rédaction, ont permis de faire aboutir ce projet.

Après un panorama des expéditions et des données bienvenues précisant analogies et différences entre les régions polaires, vous serez sans doute étonnés par les caractéristiques de la flore et de la faune marine, des molécules antibactériennes et antifongiques, identifiées dans l'estomac des manchots, des poissons des glaces sans hémoglobine, des défenses antigel, fournies par des glycoprotéines aux poissons, à l'indispensable manne que constitue le krill.

Vous découvrirez le rôle central des prélèvements glaciaires et de leur analyse isotopique dans la connaissance du passé et les alertes sur l'évolution du climat, l'importance de la mise en place en 1956 d'une nouvelle base, au nom de Dumont-d'Urville, comme observatoire permanent de la recherche polaire, ainsi que l'énergie et l'organisation nécessaires pour monter ces expéditions.

On ne saurait oublier les difficultés, qu'a pu provoquer sur le plan politique, la découverte de ces terres lointaines et les revendications territoriales qui en découlèrent. Il est particulièrement intéressant de réaliser combien les étapes conduisant au Traité de l'Antarctique ont été délicates et combien sa signature a été précieuse en permettant jusqu'à présent un fonctionnement apaisé entre États.

En fait rien n'aurait été possible sans le courage et la ténacité d'explorateurs connus, ou pour certains, presque oubliés. Ils ont obtenu des avancées significatives dans des domaines inconnus. Par exemple, la recherche médicale, dans son ensemble, a bénéficié de celles mises en place en zone polaire, dans des conditions dont on ne mesurera jamais assez l'exceptionnelle dureté. On apprécie donc que ces expéditions et leurs initiateurs aient déjà pu au cours des années être largement reconnus et révélés au public, notamment par l'émission d'un nombre impressionnant de timbres-poste spécifiques.

Mais, dans notre époque plutôt lente à réagir et aux moments où les risques climatiques méritent plus que « *la complainte de la vigie aux minuits polaires** » ou qu'une bienveillante attention, plus importante encore est cette adresse prémonitrice, lancée dès 1979, par Paul-Émile Victor : « *Je suis arrivé à la seule conclusion indiscutable, irréfutable : agir vite, profondément, de façon draconienne pour enrayer, pendant qu'il est temps encore, la détérioration générale de la « qualité de la vie », la destruction de la nature, l'aliénation des qualités qui font de l'Homme un Homme. Car il vaut mieux se battre que d'attendre. Même si le combat est désespéré, ce qui est loin d'être le cas. J'ai dit et je le répète : chacun doit agir avec les moyens dont il dispose. Il faut passer de la parole aux actes. Aujourd'hui. Tout de suite*** ».

Au-delà de ces « regards sur les pôles », vous pourrez découvrir -ou redécouvrir- avec Daniel Charnay les débuts du Web en France, mais aussi retrouver l'ambiance de notre Assemblée générale à Nancy, ou encore plonger dans l'atmosphère provençale des deuxièmes Rencontres scientifiques et culturelles de l'A3. L'évocation de quelques-unes des nombreuses activités en région permettra à chacun de mesurer l'efficacité et le dynamisme renouvelé de nos représentants, que nous remercions.

Par ailleurs, nous vous donnons rendez-vous sur le site web -en constante évolution- de l'Association, sur lequel des informations concernant notre Assemblée générale à Paris, l'organisation d'un colloque « Histoire et Mémoire » dans le contexte des 80 ans du CNRS, ou encore la mise en place du Prix Rayonnement du CNRS qui sera attribué à un jeune chercheur, seront disponibles.

Bonne lecture !

Liliane Gorrichon

* *Jules Laforgue (1881- Les complaints)*

** *Paul-Émile Victor [Jusqu'au cou... et comment s'en sortir (Nathan 1979)], opportunément cité par M. Stéphane Dugast (Dans les pas de Paul-Émile Victor l'aventure polaire) - Carnet d'aventures (présenté par Sylvain Tesson- Pocket 2017)*

Les Expéditions polaires françaises (EPF), catalyseur de la recherche polaire

Jean-Claude Duplessy



Jean-Claude Duplessy est membre de l'Académie des sciences et directeur de recherche émérite au CNRS. Il est président des Expéditions polaires françaises, Missions Paul-Émile Victor. Spécialiste du fonctionnement des océans au cours de l'histoire récente de la Terre, il a consacré ses recherches à la reconstitution de la dynamique des océans grâce à l'utilisation des isotopes du carbone et de l'oxygène dans les coquilles des foraminifères, et s'est particulièrement investi dans les reconstitutions paléoclimatiques et paléoenvironnementales au cours des temps géologiques.

Depuis plus de soixante-dix ans, les équipes scientifiques françaises contribuent activement aux progrès de la recherche dans les zones polaires et subpolaires des deux hémisphères. Elles ont acquis une notoriété reconnue au sein de la communauté scientifique et elles participent à de nombreuses actions internationales dont elles ont souvent été les initiatrices. L'aventure commence en 1936. Cette année-là, Paul-Émile Victor et ses trois compagnons, l'anthropologue Robert Gessain, le géologue Michel Perez et le danois Eigil Knut traversent le Groenland en traîneaux à chiens et déjà posent les questions fondamentales de la recherche scientifique dans les régions polaires. Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale, la paix revenue, qu'un ambitieux projet d'expéditions scientifiques au Groenland et en terre Adélie a pu être soumis au Gouvernement français. Ce projet, soutenu par l'Académie des sciences, approuvé par le Gouvernement, a permis de créer, le 28 février 1947, les « Expéditions polaires françaises - Missions Paul-Émile Victor » (EPF), les crédits nécessaires ayant été votés par l'Assemblée nationale.

La belle histoire des EPF

Dès 1948 les EPF s'engageront sur les routes qui conduiront durablement la recherche scientifique française au Groenland et en Antarctique :

- Au Groenland, de 1948 à 1992, quatorze expéditions-raids et hivernages - seront organisées dont les plus importantes seront les Expéditions glaciologiques internationales (EGIG).
- En terre Adélie, l'Année géophysique internationale (AGI) de 1957 sera à l'origine de l'installation de la base Dumont d'Urville, observatoire scientifique permanent dont l'activité n'a jamais été interrompue et dont les infrastructures logistiques et scientifiques vont permettre de développer des programmes importants dans les domaines les plus divers et de participer à des raids et de grandes opérations internationales sur le continent.

Dans les années 1970, les Terres australes et antarctiques françaises créent une Mission Recherche qui soutient les travaux en biologie, en physique de l'atmosphère, en géophysique (sismologie, géomagnétisme) à Dumont d'Urville et dans les îles subantarctiques. Valorisant au mieux les navires ravitailleurs qui parcourent l'océan Austral, elle initie des premiers travaux en géophysique marine et en océanographie. Avec le lancement du navire ravitailleur et océanographique

Marion-Dufresne, elle donne un essor à l'ensemble des domaines de la recherche marine australe. En 1992, la gestion de l'ensemble des opérations polaires et subpolaires est confiée à un institut qui deviendra l'Institut polaire Paul-Émile Victor. Il bénéficie du soutien du ministère de la Recherche, du CNRS, de l'Ifremer, de Météo-France, du CEA, du CNES et les travaux sont menés en concertation étroite avec les TAAF dont la mission régaliennne permet d'assurer la préservation de la biodiversité de ces régions aux climats extrêmes. L'IPEV poursuivra les activités polaires et les développera notamment en installant à l'intérieur du continent antarctique, en partenariat avec l'Italie, la station Concordia. Les zones arctiques bénéficient d'un nouvel essor avec le développement au Spitzberg des stations Jean Corbel et AWIPEV (en partenariat avec l'Allemagne).

Les apports des recherches polaires

Les travaux des équipes françaises ont des retombées dans des domaines très variés de la science ou de l'industrie. Les forages effectués au Dôme C-Concordia ont fourni un enregistrement continu, exceptionnel, du climat de la Terre et de la composition de l'atmosphère (gaz carbonique, méthane, poussières) sur près d'un million d'années. Il illustre l'extrême sensibilité des conditions climatiques à des perturbations minimales de l'atmosphère et notamment aux variations de la concentration en gaz à effet de serre.

La biologie très particulière des manchots empereurs a été à l'origine d'applications pharmaceutiques. En effet, comme l'un des parents part chercher en mer l'alimentation du poussin, l'autre conjoint assure la survie de ce poussin en lui ingérant la nourriture qu'il a conservée pendant plusieurs semaines à 38°C dans son estomac. Cette conservation exceptionnellement longue des aliments s'explique en partie par la présence d'une molécule peptidique aux propriétés antibactériennes et antifongiques, la sphéniscine. Sa découverte est à l'origine de médicaments main-

tenant utilisés contre certains micro-organismes pathogènes pour l'homme.

La biologie des poissons de l'océan Austral ou de l'océan Arctique est tout aussi étrange. Seulement un à deux pour cent des espèces se sont adaptées aux conditions rigoureuses des océans polaires au prix de modifications profondes de leur sang. Celui du « poisson des glaces » ne contient pas d'hémoglobine ; quant au *Notothenia*, il sécrète des molécules antigel. Ce sont des protéines qui ont reçu de nombreuses applications, en médecine pour la préservation des tissus pour les transplantations, dans l'industrie alimentaire ainsi qu'en agronomie pour accroître la tolérance au gel des plantes de culture ou améliorer la production des poissons d'élevage.

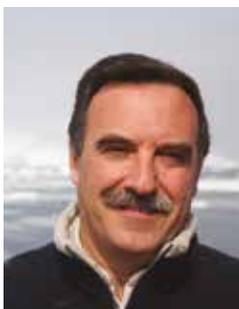
Les conditions de survie en milieu polaire sont très difficiles pour les hommes soumis, en petits groupes isolés, à des conditions envi-

ronnementales extrêmes. Ces conditions sont comparables à celles auxquelles seront soumis les cosmonautes effectuant des missions vers les autres planètes. C'est pourquoi le CNES s'intéresse aux conditions de vie des hivernants de la base Concordia, parce que ce site représente l'un des endroits habités les plus isolés de notre système solaire.

Le spectre des activités polaires initiées par les EPF a été très large. L'Institut polaire Paul-Émile Victor a su lui donner un nouvel essor, en entraînant dans l'aventure des chercheurs de toutes disciplines. Aujourd'hui, alors que les EPF voient leur existence se terminer, ce numéro de A3 Magazine salue leur œuvre en présentant quelques-uns des plus beaux résultats acquis par la communauté polaire dans des programmes qui doivent encore beaucoup à l'impulsion donnée par les EPF.

Antarctique : de la découverte à l'établissement du Traité

Yves Frenot, Marc Lebouvier



Yves Frenot, directeur de recherche au CNRS, est actuellement conseiller pour la science et la technologie auprès de l'ambassade de France aux États-Unis.

Il a été directeur de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV) de 2010 à 2018 et a été membre durant 15 ans de la délégation française à la Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique. Il a présidé le Comité pour la protection de l'environnement (CPE) antarctique de 2010 à 2014.

Marc Lebouvier est ingénieur de recherche au CNRS (UMR 6553 Ecobio à la Station biologique de Paimpont, Université de Rennes 1). Depuis 1987, il a effectué 14 missions dans les îles



Crozet, Kerguelen, Amsterdam et Saint-Paul (Terres Australes et Antarctiques Françaises) pour mener des recherches en écologie terrestre dans le cadre de programmes soutenus par l'Institut polaire français Paul-Émile Victor. Il s'intéresse en particulier à l'impact des espèces introduites et des changements climatiques sur les écosystèmes

subantarctiques. De 2009 à 2017, il a été membre du Comité de l'environnement polaire et du Conseil scientifique de la Réserve naturelle nationale des terres australes françaises. De 2011 à 2017 il a participé aux travaux de la délégation française à la Réunion consultative du Traité sur l'Antarctique et siégé au Comité pour la protection de l'environnement.

L'époque des explorations

Lorsque les pays européens financèrent au XVIII^e et XIX^e siècles les grandes expéditions dans l'hémisphère sud, incitant les explorateurs à aller toujours plus au sud, ce n'était pas uniquement à des fins de découvertes naturalistes. Certes, l'époque des Lumières ne pouvait que soutenir l'accroissement des connaissances dans tous les domaines de la science et les navires embarquaient généralement des botanistes, des zoologistes, des géologues et des dessinateurs. Si certains furent plutôt chanceux, comme l'anglais James Cook

qui atteignit le premier le cercle polaire et fut le premier européen à débarquer sur la côte Est de l'Australie, d'autres le furent beaucoup moins et payèrent par quelques années de prison, comme Yves Joseph de Kerguelen, leurs mensonges vantant les mérites imaginaires des îles visitées. Ce n'est qu'en 1820 que les côtes de l'Antarctique seront véritablement approchées par pas moins de trois explorateurs : le Britannique Bransfield, le Russe von Bellingshausen et l'Américain Palmer. Le nom du premier à prendre véritablement pied sur le continent antarctique fait encore aujourd'hui débat, même si pour certains ce serait Palmer qui y débarqua en février 1821. Si la

fréquentation des îles subantarctiques et des côtes du continent austral fut à partir de cette époque essentiellement le fait de chasseurs de phoques, plusieurs explorations scientifiques furent organisées. Côté français, c'est Dumont d'Urville qui débarqua le 20 janvier 1840 sur un îlot à quelques encablures du continent lui-même. Presque simultanément, l'Américain Wilkes et le Britannique Ross contribuèrent à cartographier plusieurs secteurs du littoral antarctique. Il y aura ensuite la course au pôle sud, avec la victoire d'Amundsen en décembre 1911 et la tragique fin de Scott en janvier 1912. Mais c'est surtout après la seconde guerre mondiale que l'intérêt se porta sur l'Antarctique.

Toutes ces quêtes de la *Terra incognita australis*, extrêmement coûteuses, n'étaient pas dénuées d'arrière-pensées. Les ressources exploitables étaient essentiellement réduites aux phoques et aux baleines, mais on pouvait imaginer que sous ces vastes étendues de glace et en bordure des côtes figuraient de nombreuses ressources minérales qui n'attendaient qu'à être exploitées. Dès lors, chaque découverte géographique s'accompagnait d'un souhait d'appropriation nationale exclusive et se traduisait d'actes de prise de possession.

L'époque des revendications territoriales¹

S'appuyant sur les expéditions menées depuis le XVIII^e siècle par les explorateurs britanniques, dont celles de Scott et de Shackleton entre 1901 et 1911, le Royaume-Uni fut le premier gouvernement à émettre une revendication territoriale en Antarctique en réclamant le 21 juillet 1908 un secteur compris entre le 20^e et le 80^e degré de longitude ouest. La France, se basant quant à elle sur les expéditions de Dumont d'Urville et de Charcot, promulgua un décret le 21 novembre 1924 revendiquant la terre Adélie ainsi que les îles Amsterdam et Saint-Paul, Crozet et Kerguelen, territoires placés sous l'autorité administrative du gouverneur général de Madagascar, transférés à la collectivité des Terres australes et antarctiques françaises lors de sa création en 1955. La Norvège ensuite, après avoir réclamé l'île Bouvet en 1928, revendiqua le 14 janvier 1939 un vaste secteur situé entre 45° est et 20° ouest, dénommé « secteur de la Reine-Maud », sur la base des explorations menées par les explorateurs norvégiens, tels que Roald Amundsen.

D'autres pays revendiquèrent également une fraction de l'Antarctique en raison de la proximité de leurs côtes avec le sixième continent : ce fut le cas de la Nouvelle-Zélande en 1923 et de l'Australie en 1933. L'Argentine et le Chili quant à eux se sont appuyés sur des raisons géologiques (continuité qu'assurent les fonds marins entre ces pays d'Amérique du Sud et l'Antarctique, notamment la péninsule Antarctique). Le secteur argentin revendiqué le 30 avril 1940 s'étend de 25° à 74° Ouest. Celui du Chili est fixé par décret le 6 novembre 1940 entre 53° et 90° ouest. On note donc qu'il y a un important chevauchement entre les territoires revendiqués non seulement par ces deux pays, mais aussi avec celui revendiqué par le Royaume-Uni.

Ce sont donc sept pays, dits « possessionnés » qui, entre 1908 et 1941, ont revendiqué une partie du continent antarctique, soit du fait de prises de possession par leurs explorateurs, soit pour des raisons de proximité géographique ou de continuité géologique (Fig. 1).



Fig. 1 - Revendications territoriales gelées par le Traité sur l'Antarctique, dans la zone s'étendant au sud du 60^e parallèle sud. Les carrés noirs indiquent les stations permanentes. [Source : https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/graphics/ref_maps/political/jpg/antarctic_region.jpg]

Les États-Unis et l'Union soviétique, s'appuyant sur le principe « d'effectivité » défini par la conférence de Berlin en 1885 considèrent quant à eux que la découverte des terres inconnues du monde civilisé, même si elle est accompagnée d'une prise de possession officielle, ne constitue pas un droit de souveraineté fondé, à moins qu'elle soit suivie par une installation effective sur les nouvelles terres. Ils ne tenaient donc aucun compte des revendications des sept pays « possessionnés ».

Pourquoi les territoires revendiqués apparaissent-ils sous forme de secteurs s'étendant de la côte du continent jusqu'au Pôle Sud ? En 1907, le sénateur canadien Pascal Poirier proposa que les États côtiers de l'océan Arctique étendent leurs frontières en direction du nord jusqu'à atteindre un point commun, le pôle Nord : c'est la théorie des secteurs qui n'a jamais été appuyée par le gouvernement canadien ni par le droit international. En revanche, c'est cette théorie qui a inspiré les pays possessionnés. La France avait pourtant commencé à ne revendiquer qu'une frange côtière du continent, comprise entre les méridiens 136 et 142 de longitude est, et entre

les 66° et 67° parallèles sud. Ce n'est que dans un second temps qu'elle étendit la terre Adélie jusqu'au Pôle Sud.

L'occasion offerte par l'Année géophysique Internationale

Bien que l'Antarctique fût loin et ne représentât pas, dans les années 1950, la priorité des puissances occidentales, toutes occupées par une guerre froide qui ne cessait de conditionner les relations entre l'Est et l'Ouest, la non reconnaissance des prétentions territoriales exprimées sur le sixième continent et la triple revendication de la péninsule Antarctique pouvaient déboucher sur des tensions. L'Année géophysique internationale (AGI), organisée en 1957 et 1958 sous l'égide du Conseil international des unions scientifiques (ICSU) va marquer un tournant dans l'histoire du continent. L'AGI visait le développement des recherches sur les phénomènes géophysiques à l'échelle du globe avec un accent particulier porté aux régions polaires australes largement méconnues. En mobilisant 67 pays, plus de 4 000 organisations et 25 000 chercheurs et techniciens, l'AGI démontra qu'il pouvait exister sur la planète un endroit dépourvu d'intérêts partisans et de convoitises mercantiles, où les activités humaines pouvaient être concentrées sur la recherche scientifique menée dans un esprit de collaboration et de partage des résultats.

Les explorations sporadiques et aventureuses cédèrent alors la place à l'installation de 55 bases scientifiques. La France mit en place, en particulier, la base Dumont d'Urville, sur la bordure de la terre Adélie et, à quelque 320 km à l'intérieur du continent, près du pôle sud magnétique, la station Charcot, enfouie sous la glace, et qui accueillit trois scientifiques hivernants durant chacune des deux années que dura l'AGI. Non seulement le succès scientifique fut au rendez-vous, mais l'expérience démontra que toutes les nations pouvaient coopérer, échanger des chercheurs même entre pays des deux blocs rivaux, et travailler ensemble sans arrière-pensée politique ou idéologique. Les conditions semblaient alors réunies pour franchir le pas vers un système juridique qui résoudrait la question des revendications territoriales et perpétuerait l'esprit de liberté de la recherche et de coopération internationale né de l'AGI. Les États-Unis proposèrent alors de conclure un traité faisant de l'Antarctique un continent exclusivement réservé à la paix et à la science.

Naissance d'un nouveau type de gouvernance internationale

C'est ainsi que le Traité sur l'Antarctique fut signé à Washington le 1^{er} décembre 1959 par les sept pays possessionnés (Argentine, Australie, Chili, France, Norvège, Nouvelle-Zélande, Royaume-Uni) et par l'Afrique du Sud, la Belgique, les États-Unis, le Japon et l'Union soviétique (Fig. 2). Il entra en vigueur le 23 juin 1961 après avoir été ratifié par les 12 pays signataires. En 2019, le nombre des États parties au Traité s'élève à 53. Parmi eux, 29, dont les 12 signataires initiaux, sont dits Parties Consultatives et

ont, en raison de leurs activités scientifiques en Antarctique, un droit de vote à la Réunion Consultative du Traité sur l'Antarctique (RCTA). Les autres 24 Parties, dites non consultatives, sont invitées aux réunions mais ne participent pas à la prise de décision. Le domaine d'application du Traité s'étend à toutes les régions au sud du 60° parallèle sud.



Fig. 2 - Signature du Traité sur l'Antarctique le 1er décembre 1959
[Source : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Senate_1960-img1.jpg]

Les quatre grands principes du Traité sur l'Antarctique sont les suivants :

- poursuivant l'élan amorcé durant l'AGI, le Traité fait tout d'abord du continent antarctique une région dédiée à la science, accordant à chaque pays signataire le droit d'y établir librement des stations de recherche et encourageant la coopération scientifique à travers l'échange de chercheurs et la mise à disposition gratuite des résultats scientifiques (Articles II et III) ;
- le Traité interdit toutes mesures de caractère militaire (Article I) ainsi que toute explosion nucléaire ou élimination dans cette région de déchets radioactifs (Article V) ;
- un système original et unique de vérification du respect des dispositions du Traité est prévu : des inspections peuvent être déclenchées à tout moment et menées par toute Partie qui veut se rendre sur les installations des autres Parties (Article VII) ;
- par ailleurs, dans le but d'apaiser les différends géopolitiques, le Traité gèle les prétentions territoriales. En d'autres termes, il ne demande pas aux sept pays possessionnés de renoncer à leurs revendications, mais il leur impose de ne pas en faire état. De même, il empêche toute nouvelle revendication (Article IV). Par ce statu quo, rien n'est définitivement résolu mais les pays possessionnés ont le sentiment de conserver leurs prérogatives, même s'ils ne peuvent les exercer, et les pays contestataires, en particulier les États-Unis et l'Union soviétique (aujourd'hui la Russie) n'ont pas à s'opposer à des prétentions territoriales qu'ils jugent non légitimes.

Une dizaine d'années après son entrée en vigueur, le Traité sur l'Antarctique a commencé à s'enrichir de nouveaux instruments accessoires. Il s'agit notamment de :

- la Convention pour la protection des phoques de l'Antarctique (CCAS, Londres, 1972) qui interdit la chasse de ces animaux ;
- la Convention pour la conservation de la faune et de la flore marine de l'Antarctique (CCAMLR, Canberra, 1980) responsable de la conservation des écosystèmes marins de l'Antarctique dans une zone géographique étendue jusqu'à la limite de l'océan Austral, matérialisée par le front polaire. La CCAMLR a adopté une approche de gestion écosystémique, laquelle n'exclut pas l'exploitation, à condition que celle-ci soit menée de manière durable et qu'elle tienne compte des effets de la pêche sur les autres éléments de l'écosystème ;
- la Convention sur la réglementation des activités relatives aux ressources minérales fut signée à Wellington en 1988. Cependant, l'Australie et la France, refusèrent de ratifier cette convention au prétexte des risques potentiels que de telles activités feraient courir à l'environnement. De ce fait, elle n'est jamais entrée en vigueur ;
- le Protocole au Traité relatif à la protection de l'environnement, dit Protocole de Madrid (ou simplement le Protocole dans la suite de cet article), signé en 1991. Celui-ci est entré en vigueur en 1998. Il compte aujourd'hui 40 membres, à savoir les 29 Parties consultatives au traité et 11 autres pays, parties non consultatives » (Fig. 3).

Le Traité lui-même et l'ensemble de ces conventions (sauf évidemment celle de Wellington) et du Protocole constituent ce que l'on appelle le « Système du Traité sur l'Antarctique ».

La protection de l'environnement, nouveau pilier de la gouvernance Antarctique

En tout premier lieu, le Protocole désigne l'Antarctique comme réserve naturelle, consacrée à la paix et à la science. Il constitue

ensuite un outil de gouvernance environnementale comme il n'en existe nulle part ailleurs au monde. Pour cela, le Protocole repose sur plusieurs principes fondamentaux :

- les activités menées dans la zone du Traité doivent être organisées et conduites de façon à limiter leurs incidences négatives sur l'environnement ;
- ces activités doivent être menées sur la base d'informations suffisantes pour permettre l'évaluation préalable et l'appréciation éclairée de leurs incidences éventuelles sur l'environnement ;
- une surveillance régulière et efficace est assurée afin de faciliter la détection précoce des éventuels effets imprévus des activités menées ;
- la priorité est accordée à la recherche scientifique ;
- la collaboration entre les Parties est encouragée aussi bien dans le domaine de la recherche scientifique que dans celui de la protection de l'environnement ;
- toute activité relative aux ressources minérales, autre que la recherche scientifique, est interdite (Article 7) ;
- un Comité pour la Protection de l'Environnement (CPE) est mis en place pour donner des avis et formuler des recommandations à la RCTA sur la mise en oeuvre du Protocole ;
- à l'instar de l'Article VIII du Traité, le Protocole institue un système d'inspections visant à promouvoir la protection de l'environnement en Antarctique, et à assurer le respect du Protocole.

Dès sa signature, le Protocole comportait quatre annexes qui précisent les règles adoptées. Elles concernent respectivement les études d'impact, la protection de la faune et de la flore, la gestion des déchets et la prévention de la pollution marine. Par la suite, une cinquième annexe sur la gestion des zones spécialement protégées et les monuments et sites historiques de l'Antarctique est venue renforcer, en 2002 le Protocole. Enfin, en 2005, une sixième annexe a été adoptée, qui précise le régime de responsabilité en cas d'atteinte portée à l'environnement. Cette dernière annexe n'entrera en vigueur qu'une fois ratifiée par toutes les Parties consultatives.



Fig. 3 - Membres du Comité pour la protection de l'environnement lors de sa XX^e réunion à Pékin en 2017.

[Source : Antarctic Treaty Secretariat http://www.ats.aq/documents/ATCM40/ad/ATCM40_ad002_e.jpg]

Vers l'exploitation future des ressources minérales en Antarctique ?

Parmi les dispositions du Protocole les plus connues du grand public figure le moratoire sur l'exploitation des ressources minérales (Article 7) rappelé ci-dessus. Mais c'est aussi la disposition la plus mal interprétée et de nombreux médias prétendent, à tort, que ce moratoire prendra fin 50 ans après l'entrée en vigueur du Protocole, soit en 2048.

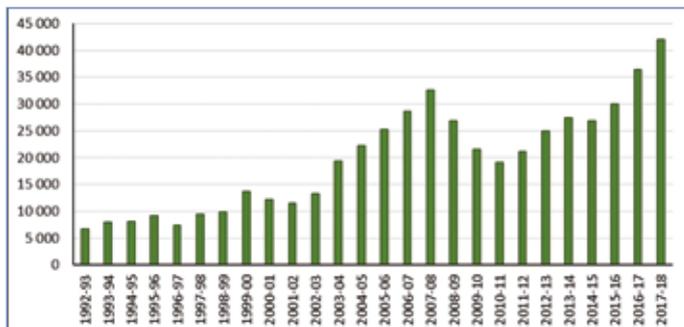


Fig. 4 - Evolution du nombre de touristes transportés par navires et débarquant en Antarctique entre le début des années 1990 et aujourd'hui. [Source : données IAATO 2017 – http://www.ats.aq/documents/ATCM40/ip/ATCM40_ip163_rev1_e.doc]

Alors que, tout comme le Traité, le Protocole n'a pas de fin programmée inscrite dans son texte, la méprise vient de son article 25 : celui-ci prévoit que le Protocole peut être modifié à tout moment avec l'accord unanime des Parties Consultatives, ou bien qu'au bout de 50 ans, une Partie Consultative qui le souhaiterait pourrait demander à ce que le sujet soit discuté dans le cadre d'une conférence spécifique. S'enclencherait alors un processus extrêmement lourd et contraignant d'adoption et de ratification par les États qui nécessiterait, pour aboutir effectivement, que les trois-quarts des Parties Consultatives, y compris tous les pays qui étaient Parties Consultatives en 1991 (26 pays à l'époque), approuvent la modification proposée. En d'autres termes, les rédacteurs du Protocole ont pris de telles précautions pour en garantir la robustesse qu'une modification de son contenu à partir de 2048, et en particulier la fin du moratoire sur l'exploitation des ressources minérales, demeure hautement improbable.



Un bâtiment de la Base Dumont d'Urville. (Photo Yves Frenot/IPEV/CNRS (Photothèque).

Le Système du Traité sur l'Antarctique est-il menacé ?

Le Système du Traité sur l'Antarctique offre donc un système juridique international unique qui, depuis sa création et au gré d'améliorations successives, a plutôt bien fonctionné, démontrant qu'il est possible à des États de s'entendre autour d'objectifs comme la recherche scientifique ou la protection de l'environnement. Mais les prises de décision reposant sur le consensus, il n'est pas toujours aisé de progresser rapidement sur des sujets pourtant majeurs tels que la réglementation du tourisme. Celui-ci, très marginal jusqu'au début des années 1990, n'a pas été pris en compte par les rédacteurs du Traité et du Protocole. Dès lors, il devient impératif que le Système du Traité se dote des outils nécessaires pour réguler cette activité touristique qui ne cesse de croître : la saison d'été austral 2017-2018 a vu passer plus de 51 000 touristes dont 42 000 ont débarqué sur le continent ou les îles environnantes (Fig. 4). Ces touristes se concentrent pour la grande majorité d'entre eux sur la péninsule Antarctique, entre les mois de novembre et mars. A titre de comparaison, sur la même période, les quelques 80 bases scientifiques, permanentes ou estivales, réparties sur l'ensemble du continent, ont accueilli 4 600 scientifiques et techniciens associés. L'avenir dira si cette gouvernance originale sera suffisamment robuste pour résister aux pressions futures qui ne manqueront pas de viser le sixième continent.

Note

¹ Cette section est assez largement inspirée des travaux de Julien Velcof (2009) *Le statut international de l'Antarctique*, Institut d'études politiques de Lyon, Université de Lyon 2, 103 p. [http://doc.sciences-po-lyon.fr/Ressources/Documents/Etudiants/Memoires/Cyberdocs/MFE2009/velcof_j/pdf/velcof_j.pdf]

Liens utiles

- ATS (Secrétariat du Traité sur l'Antarctique) <http://www.ats.aq>
- IPEV (Institut polaire français Paul-Emile Victor) <http://www.institut-polaire.fr>
- Documents de référence sur le Système du traité sur l'Antarctique : https://www.ats.aq/f/ats_keydocs.htm

Les régions polaires, présentation géographique

Jean-Claude Hureau



Jean-Claude Hureau, ichtyologue, spécialiste des biotopes polaires surtout antarctiques, est actuellement professeur honoraire au Muséum national d'histoire naturelle.

Il a participé à de nombreuses campagnes : hivernage à la station Dumont d'Urville en terre Adélie de 1960 à 1962 comme biologiste des Expéditions polaires françaises, trois mois de campagne aux îles Kerguelen de 1963 à 1964, puis quatre mois en 1965-1966, cinq expéditions sur le Jean-Charcot entre 1968 et 1977, direction d'une campagne océanographique du Marion-Dufresne aux îles australes françaises au printemps 1974, dix-neuf campagnes en Antarctique de 1975 à 2001.

Recruté au CNRS en 1962 (affecté au laboratoire de Zoologie « Reptiles et Poissons » du Muséum), il soutient en 1966 sa thèse de doctorat ès sciences portant sur l'étude comparée de la biologie générale et l'écologie de six espèces de poissons antarctiques et subantarctiques. En 1970, il est nommé sous-directeur du laboratoire des Pêches d'Outre-mer du Muséum (rebaptisé en 1976 Ichtyologie générale et appliquée), adjoint de Théodore Monod.

Il y est nommé Professeur en 1992. À partir de 1979, il consacre la majeure partie de son temps à la création de bases de données informatisées sur les poissons (GICIM, puis FISHBASE).

De 1985 à 1993, il exerce des fonctions de responsabilité au Conseil scientifique du Muséum où il a présidé la Section « Collections et banques de données ». Membre du Comité national français des recherches antarctiques (CNFRA), il en est nommé président en 1994 et a représenté la France à toutes les réunions des instances scientifiques antarctiques.

Au-delà de quelques traits communs (alternance des éclaircissements solaires, températures basses...) les régions arctiques et antarctiques présentent de grandes différences, ce qui les rend peu comparables : l'absence de terres émergées au sud de 45° de latitude sud permet aux trois grands océans Pacifique, Atlantique et Indien de se fondre en une seule entité, l'océan Austral, vaste anneau de 2 500 km de large qui entoure le continent Antarctique. Cette situation oppose les deux régions polaires car en Arctique l'océan est entouré de terres, on parle d'ailleurs de « Méditerranée arctique », c'est-à-dire d'une mer pratiquement enfermée par les terres. Ces terres arctiques sont le Groenland, l'île Ellesmere, les îles de la Reine Elisabeth, la Terre de Banks, l'Alaska, les côtes nord de la Russie, la Nouvelle Zemble, les côtes nord de Suède et de Norvège, la Terre François-Joseph et le Svalbard.

En Arctique, l'océan est centré sur le pôle Nord, entouré de toutes parts par d'immenses continents habités. L'Antarctique en revanche, est un continent centré sur le pôle Sud, formant un immense territoire glacé totalement isolé, pratiquement inhabité et n'appartenant à aucune nation. Au nord comme au sud, le cercle polaire délimite une surface terrestre de près de 21 millions de kilomètres carrés, c'est-à-dire près du double de l'Europe. C'est le lieu des points où le soleil ne franchit pas l'horizon aux solstices. Nuits et jours deviennent progressivement plus longs et dépassent 24 heures à l'intérieur de ce cercle, atteignant 6 mois au pôle même. Les cercles polaires nord et sud sont déterminés par l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre face au Soleil. Cette inclinaison est actuellement de 23°27' par rapport à la perpendiculaire au plan de l'écliptique. Voilà pourquoi les cercles

polaires se trouvent à 66° 33', latitude complémentaire par rapport à celle des pôles (90° - 23°27').

Au sud les limites de l'Antarctique sont évidentes, ce sont les rives du continent gelé ; de même les limites de l'océan Austral sont précises car il existe une frontière hydrologique nette, le front polaire.

Au nord les limites sont plus difficiles à définir : est-ce le cercle polaire, la limite des arbres ou bien celle de la banquise en mer et du sol constamment gelé à terre, là où le pergélisol est permanent ? La réponse la plus communément admise est celle définie par la ligne au nord de laquelle la température de l'air ne dépasse jamais 10°C pendant le mois le plus chaud (juillet). Selon cette définition la région Arctique couvre une surface d'environ 24 millions de km² dont 17 d'océan, 3 de continents et 4 d'îles éparses (y compris 2 millions pour le Groenland). Le diamètre de la région arctique (des Aléoutiennes au Labrador) mesure plus de 7 000 km.

La courte durée des températures positives donne cependant le temps au sol et aux eaux de dégeler, à la lumière d'y pénétrer et à la vie de s'y développer. L'isotherme 0°C, moyenne du mois le plus chaud, détermine les régions où la température n'est qu'exceptionnellement positive, à savoir la calotte glaciaire du Groenland et la partie centrale du bassin océanique polaire. Pourquoi avoir choisi l'isotherme 10°C pour délimiter l'Arctique ? Cette isotherme correspond à peu près à des chaleurs cumulées annuellement, calculées par addition des seules températures moyennes journalières supérieures à 10°C. Or la vie terrestre se développe surtout à des températures de l'air supérieures à 10°C. L'isotherme 10°C suit

mais surtout du débit des grands fleuves du nord de la Russie (principalement l'Ob, la Léna et l'Ienisseï) ; ensuite sa grande stabilité verticale car les eaux superficielles sont séparées de la couche moyenne sous-jacente par une rapide variation de salinité, au niveau d'une halocline qui bloque tout mouvement de descente au-delà de 30 mètres de profondeur.

En raison de la configuration géographique fermée de l'océan Arctique, la banquise peut ici persister pendant de nombreuses années et survivre plus longtemps qu'en Antarctique. Il faut cependant noter que cette situation change depuis quelques années en raison du réchauffement climatique global puisqu'en été, il est maintenant possible de passer de l'Atlantique nord vers le Pacifique nord, via le passage du Nord-Est le long des côtes nord de Norvège et de Russie ou par le passage du Nord-Ouest qui est plus dangereux. La calotte océanique gelée de 5 à 6 millions de km² persiste tout au long de l'été, alors que la superficie de la banquise hivernale atteint 15 millions de km² en plein hiver. La banquise n'est pas uniforme, elle est sans cesse brisée, fracturée, même au plus fort de l'hiver, par d'innombrables chenaux mobiles dont l'aspect varie en fonction des marées, des vents ou des tempêtes. Il peut y avoir localement des remontées d'eau moins froide qui empêchent la formation de glace, ce sont les polynies. La banquise arctique est ainsi soumise à des mouvements continuels qui entraînent des collisions entre les plaques de glace et qui génèrent des rides appelées hummocks par les Esquimaux. Ces rides peuvent atteindre 10 m de hauteur mais dont la quille immergée dépasse 50 à 60 m. En moyenne, les glaces de la banquise permanente ont 2 à 3 ans d'âge, durée qui leur permet de traverser l'océan Arctique, emportées par le courant d'est en ouest (dérive transarctique). La banquise arctique suit dans son ensemble la dérive générale des eaux qui la soutiennent. Elle se déplace selon deux grands circuits principaux : une large boucle cyclonique, centrée vers 80° N, et une longue dérive transarctique qui va du détroit de Béring à la côte est groenlandaise. L'épaisseur moyenne de la banquise arctique est de 3 à 4 m, mais c'est illusoire de considérer une telle épaisseur moyenne, car tout est changeant et il faut tenir compte des hummocks. Le long de la côte demeure une banquette de glace posée sur le fond, insensible aux marées, qui peut être plus épaisse que la banquise elle-même.

L'océan Austral, au nord du continent antarctique, est un immense anneau de 500 km de large qui entoure complètement le continent. Il est animé par un puissant courant, véritable fleuve océanique qui circule d'ouest en est, en transportant environ 150 millions de km³ d'eau par seconde. Les eaux polaires superficielles froides, poussées par les vents, remontent

vers le nord. Au contact des eaux plus chaudes, cette masse d'eau froide plonge dans les profondeurs. Cette zone de plongée, marquée par une brusque variation de température forme, vers 45° sud, la convergence subtropicale. Vers 55° sud, une autre convergence est présente, c'est la convergence antarctique ou front polaire qui délimite l'océan Antarctique proprement dit. Sans rencontrer le moindre obstacle, ce puissant courant d'ouest en est baigne un certain nombre d'îles : îles Falkland (ou Malouines), Géorgie du Sud, Shetland du Sud, Orcades du Sud, Sandwich du Sud, Bouvet, Marion, Crozet, Kerguelen, Heard, Macquarie, Balleny, Campbell, Auckland, Antipodes. Certaines de ces îles se situent au nord du front polaire, mais au sud de la convergence subtropicale.

À la surface de l'océan, près des côtes du continent, les vents d'est provenant du continent (vents catabatiques), entraînent les eaux vers l'ouest et vers le sud, tandis qu'au large les puissants vents d'ouest les chassent vers l'est et le nord. À la frontière entre ces deux phénomènes antagonistes, des eaux remontent des profondeurs et forment la divergence antarctique. Ce troisième front hydrologique est masqué, en hiver, par la banquise.

La formation hivernale de la banquise à la surface de l'océan Antarctique génère une eau très froide (entre 0°C et -1,8°C) et salée car le sel est rejeté par la glace. Cette eau très dense plonge vers le fond et reste en profondeur jusque dans l'hémisphère Nord. La mer de Weddell est la principale source d'eau de fond océanique très froide (environ 4°C). Le dégel estival libère au contraire une couche d'eau douce qui reste en surface. La plupart des espèces qui vivent dans ces régions (algues planctoniques, krill, copépodes, poissons...) ne franchissent pas les divers fronts hydrologiques, convergence et divergence, qui sont pour elles de véritables barrières insurmontables.

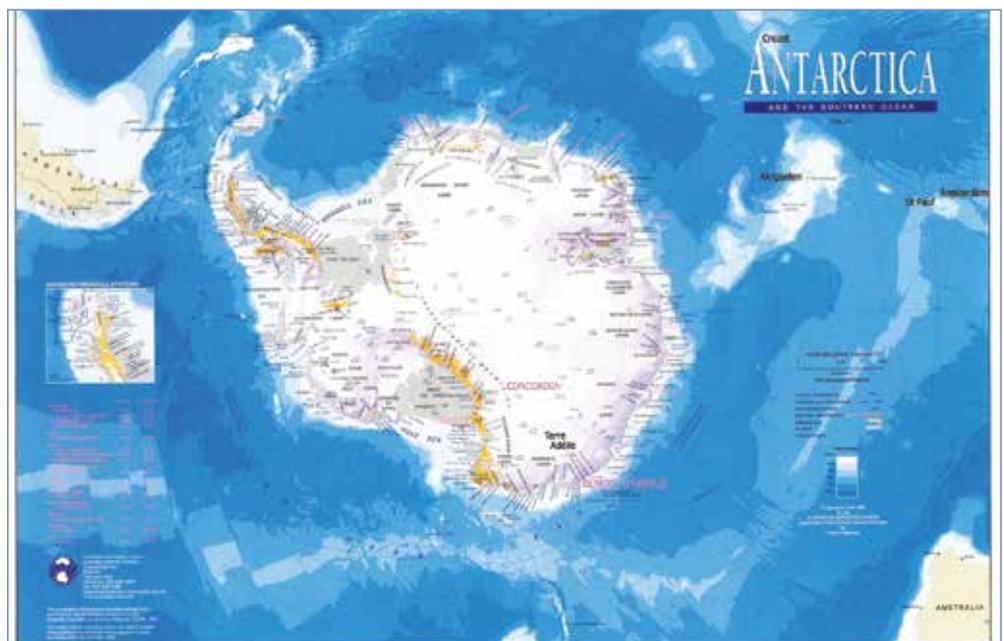


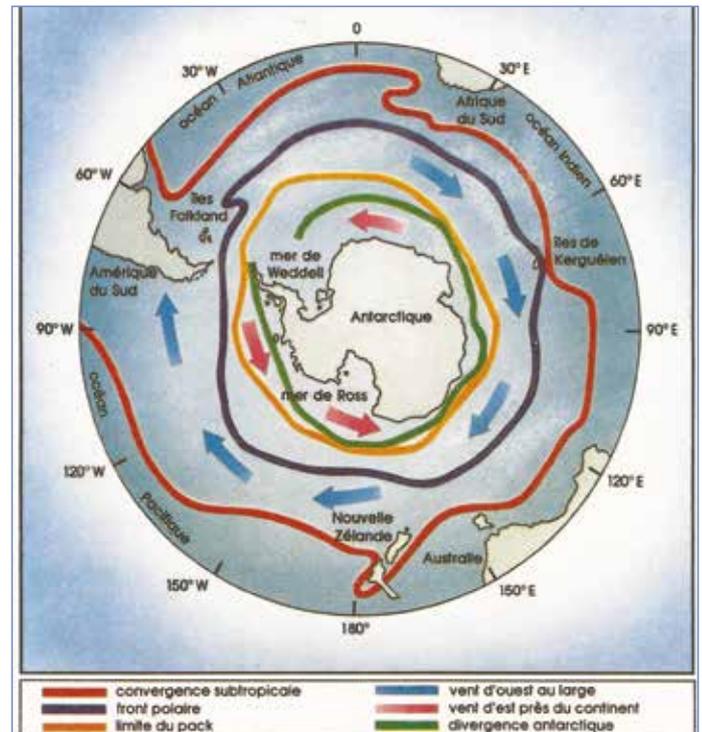
Fig. 3. Carte actuelle de l'Antarctique (© Commonwealth of Australia)

L'Antarctique apparaît comme un continent presque circulaire, d'environ 4 500 km de diamètre et à 98% recouvert de glace. Il est totalement isolé des autres terres : l'Amérique du Sud en est distante de 1 000 km, l'Australie de 2 500 km et l'Afrique de 4 000 km. Ce n'est que depuis l'avènement des satellites artificiels de cartographie (Landsat, Spot...) que le trait de côte du continent est dessiné, bien que celui-ci soit souvent dissimulé par des langues glaciaires, des plateformes flottantes ou par de la banquise permanente. Trente millions de km³ d'eau sont retenus, 90% de l'eau douce du globe terrestre se trouve stockée sur le continent antarctique sous forme d'une épaisse calotte de glace, de 2 300 m d'épaisseur moyenne. Le point où la calotte est la plus épaisse se trouve dans l'Antarctique de l'est, non loin de la terre Adélie : les sondages ont mesuré 4 776 m de glace au point le plus épais (69°54'S, 135°12'E). La surcharge causée par la masse de cette couverture glacée est si grande que le socle rocheux sous-jacent s'enfonce en de nombreux endroits dans le manteau terrestre, parfois jusqu'à -2 550 m au-dessous du niveau de la mer, dans la dépression la plus importante du socle rocheux, la fosse de Bentley.

Si la glace disparaissait, l'allègement laisserait remonter le continent de plusieurs centaines de mètres. Sous la calotte glaciaire, l'Antarctique n'est plus un continent mais un archipel dont on peut tracer les contours grâce aux mesures d'épaisseur de glace réalisées par des radars embarqués à bord d'avions ou de satellites. Le tracé sous-glaciaire du continent montre que l'Antarctique est en fait formé par deux masses séparées par un profond couloir situé largement sous le niveau de la mer reliant la mer de Weddell et la mer de Ross. La masse continentale la plus importante est à l'est (10 millions de km²) et est séparée de l'Antarctique de l'ouest (2 millions de km²) par une chaîne transantarctique. D'immenses baies et fjords profonds découpent le socle rocheux de l'Antarctique de l'ouest. Si l'altitude maximale de la calotte glaciaire atteint une altitude de 4 050 m au Dôme Argus, le point culminant du socle rocheux est le massif du mont Vinson 4 897 m) et au sud de la chaîne transantarctique, un autre sommet atteint 4 528 m. Au Dôme Argus, bien que la calotte y atteigne une haute altitude, son épaisseur n'est que de 1 000 m, car à cet endroit elle recouvre complètement une montagne sous-glaciaire, le massif Gamburtsev.

La glace n'est pas immobile, elle s'écoule vers la mer à la vitesse de 1 m/an au cœur de l'inlandsis et de 100 m/an à la périphérie. Cet écoulement lent se fait par déformation des couches amoncelées de neige transformée en glace. En moyenne la neige tombée au centre du continent met 500 000 ans pour atteindre la mer. Localement des glaciers sont plus rapides, l'eau de fonte sépare la glace du roc en favorisant le glissement, ainsi le Shirase progresse de 5 m par jour. Au cours de son déplacement, si la glace passe sur un relief du socle rocheux, la surface se fendille en de profondes crevasses pouvant aller jusqu'à 40 ou 50 m de profondeur. Les mouvements de la calotte glaciaire sont étudiés par satellite.

Depuis quelques années, on sait qu'il existe sous la calotte glaciaire antarctique de très nombreux lacs sous-glaciaires, plus ou moins connectés entre eux. Ces lacs d'eau douce peuvent être profonds (plusieurs centaines de mètres) ; une cartographie générale de l'Antarctique a permis d'en dresser la liste et les positions géographiques. Le plus grand semble être le lac situé sous la station russe de Vostok : il mesure 250 km de long et 50 km de large dans ses dimensions les plus larges et a une superficie de 15 690 km². Sa profondeur moyenne est de 344 m et son volume estimé est de 5 400 km³. L'eau du lac Vostok reste liquide grâce au flux géothermique, à la pression et à l'isolation par l'épaisse couverture de glace. L'eau du lac est isolée de tout contact avec l'extérieur depuis des millions d'années, ce qui en fait une structure fossile tout à fait remarquable. Un forage, commencé en 1989, s'arrêta en 1998 à 188 m de la surface de la poche d'eau. Les scientifiques espéraient à ce moment découvrir dans les eaux du lac des formes de vie très anciennes ; ou en apprendre davantage sur l'existence d'un écosystème dans ce lac privé de lumière et isolé de la surface depuis la formation de la calotte glaciaire de l'Antarctique. Le forage fut interrompu sous la pression de la communauté scientifique qui craignait une contamination de l'eau par les fluides utilisés pour le forage. Il put reprendre en 2006, après que les Russes eurent apporté les garanties nécessaires, pour finalement atteindre le lac le 5 février 2012. C'est en janvier 2013 qu'un échantillon d'eau du lac est pour la première fois prélevé.



Plusieurs frontières hydrologiques concentriques partagent les eaux océaniques australes.

Fig. 4. Les fronts hydrologiques et la circulation des masses d'eau dans l'océan Austral

Le continent antarctique est aussi caractérisé par son climat : vents violents, températures très basses et sécheresse y règnent en maîtres : la ceinture des vents d'Ouest des Quarantièmes rugissants et des Cinquantièmes hurlants, puis, près du continent, les dépressions circumantarctiques avec des vents tempétueux glacés qui descendent de l'inlandsis. Outre l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre qui limite l'ensoleillement des deux régions polaires, plus de 80% de l'énergie solaire estivale qui tombe sur la glace antarctique est renvoyée vers l'espace (contre 35% sur les autres continents et 15% sur les océans). De plus, en hiver, la banquise double cette surface réfléchissante et l'on peut dire qu'au total l'immense continent antarctique perd plus de chaleur qu'il n'en reçoit : c'est un véritable « puits de froid ».

Amenées sur la côte par les dépressions océaniques, les précipitations diminuent rapidement vers l'intérieur du continent : de 900 mm d'eau tombés par an (sous forme de neige) à l'extrémité de la péninsule Antarctique, la quantité chute à moins de 30 mm au cœur du continent, c'est-à-dire moins que dans beaucoup de déserts arides. On peut donc parler du continent antarctique comme d'un véritable désert glacé. Cette sécheresse et l'absence de poussières confèrent à l'atmosphère antarctique une extraordinaire pureté qui en fait un lieu idéal pour les recherches et observations astronomiques. Les températures diminuent, elles aussi, vers l'intérieur, mais aussi en fonction de l'altitude : entre la côte et le point culminant de la calotte de l'inlandsis (presque 4 900 m au mont Vinson dans l'Antarctique de l'est), l'écart varie de 0° à -35°C l'été et de -10 à -70°C en hiver. Le minimum mondial a été enregistré à -89,6°C à la station russe de Vostok en juillet 1983.

Quant aux vents, la côte du continent subit les plus fortes rafales du monde : on a mesuré des pointes à 327 km/h en juin 1977 en terre Adélie. Cette violence est due à un écoulement particulier de l'air polaire fortement refroidi au contact du sol glacé. Cet air glacé et dense ruisselle de plus en plus rapidement depuis les hauteurs de la calotte vers la périphérie : ce sont les vents catabatiques qui participent à la dispersion de la banquise. Ces vents, chargés de neige, forme le blizzard. Les blizzards peuvent durer plusieurs jours avec d'imprévisibles rafales ; ils transportent d'énormes quantités de neige au ras du sol, rendant brutalement tout déplacement impossible, voire dangereux.

Les glaces des régions polaires vont-elles disparaître à cause du réchauffement global ? En ce qui concerne la fonte de l'énorme calotte antarctique orientale (25 millions de km³), il n'y a rien à craindre : elle est suffisamment ancrée sur son socle, dans un froid extrême (-10 à -88°C), ce qui la rend stable depuis des millions d'années. Mais il en va autrement pour la calotte de l'ouest (5 millions de km³) ; en contact direct avec l'océan, ses marges s'étendent parfois au-dessus des eaux, sur des surfaces plus vastes que la France, formant d'immenses plateformes flottantes, (barrière de Ross par exemple). Une eau de mer plus chaude pourrait amenuiser les plateformes flottantes, des glissements pourraient s'ensuivre, faisant disparaître la calotte occidentale en 1 à 10 siècles. Une augmentation de l'effet de serre aurait toutefois quelques effets qui ralentiraient le phénomène, en particulier, la chaleur augmentant, la vapeur d'eau dans l'atmosphère augmenterait aussi, entraînant des précipitations plus importantes, c'est-à-dire un épaississement de la couche neigeuse et donc de la calotte antarctique. Il est actuellement impossible de trancher cette question et de prédire le devenir de la calotte antarctique occidentale.

Dans la région Arctique, au Groenland, il en va tout autrement. Ici il fait moins froid qu'en Antarctique, les températures estivales sont plus douces (de +5 à +20°C) et la calotte gagne en neige exactement ce qu'elle perd chaque année en fonte. Mais cet équilibre est fragile : si la température de l'air augmente, il faudra monter en altitude pour trouver la ligne d'équilibre entre accumulation et fonte et si le réchauffement devenait trop important, cette limite pourrait dépasser le sommet de la calotte groenlandaise elle-même, qui ne recevrait plus alors l'apport neigeux nécessaire et la calotte fondrait inexorablement, en quelques millénaires... à moins que les précipitations n'augmentent alors dans le même temps et bloquent le phénomène.

Tout cela tend à prouver que la catastrophe annoncée de la fonte des glaces des régions polaires n'est pas pour le XXI^e siècle, mais il est malgré tout nécessaire de mettre à profit les années à venir pour mieux connaître tous les facteurs qui interviennent dans l'équilibre des environnements polaires.

(De nombreuses informations sont tirées des textes publiés par Pierre Averous, dossiers pédagogiques, CNDP, 1991-1995).

Iceberg, tout près de la base Dumont d'Urville, en terre Adélie. (Photo Erwan Amice / LEMAR / CNRS (Photothèque)).



Flore et faune marines, pêcheries, biologie, adaptations, dans les régions polaires

Jean-Claude Hureau

Antarctique

À l'inverse de l'inlandsis, véritable désert de vie, l'environnement marin est extrêmement riche. Presque toute la vie en Antarctique est concentrée dans la mer ou sur sa bordure. La biomasse est très importante grâce notamment à des eaux très riches en nutriments et en oxygène qui remontent des grandes profondeurs. La flore de l'Antarctique est rare et peu développée en raison des facteurs abiotiques défavorables comme les conditions climatiques extrêmes, la sécheresse qui y règne, la nuit polaire ou bien la topographie de haute altitude et le sol verglacé. Sur le continent la flore est très peu développée. Elle se concentre principalement dans les fonds de l'océan Austral et les parties côtières de celui-ci et est quasi inexistante sur l'inlandsis. Elle est composée de lichens et de mousses ainsi que d'algues. On n'y trouve que deux plantes à fleurs, la canche antarctique (*Deschampsia antarctica*) et la sagine antarctique (*Colobanthus quitensis*).

Même si les algues benthiques ne sont pas aussi importantes que le phytoplancton dans la chaîne alimentaire des océans polaires, elles jouent un rôle fondamental dans les écosystèmes marins côtiers, comme producteurs primaires des matières organiques nécessaires à l'alimentation des organismes herbivores, ainsi que dans le recyclage des sulfates, nitrates, phosphates et autres sels nutritifs fondamentaux présents dans l'eau et provenant de l'activité bactérienne. De plus, elles jouent un rôle important dans l'épuration et l'oxygénation des eaux côtières tout en servant de couvert et de nurserie pour de nombreux animaux. Dans l'Antarctique on a décrit 8 espèces de Chlorophytes (algues vertes), 16 espèces de Phaeophytes (algues brunes) et 33 espèces de Rhodophytes (algues rouges). La biomasse algale dans les communautés benthiques antarctiques et subantarctiques est très importante mais il n'existe de données quantitatives que pour quelques espèces comme *Macrocystis pyrifera* (3,5 à 22,5 kg/m²) et *Durvillea antarctica* (15 à 40 kg/m²).

La faune de l'Antarctique se concentre dans sa presque totalité dans les eaux de l'océan Austral et les pourtours côtiers de celui-ci. Elle est quasi inexistante sur l'inlandsis. Dans le benthos, 25 grands groupes d'invertébrés ont été dénombrés dont les plus abondants sont : les Nématodes, Crustacés, Cnidaires, Mollusques, Pycnogonides, Bryozoaires, Echinodermes...

Une attention particulière doit être portée sur un groupe de crustacés pélagiques, les *Euphausiacées* qui constituent le krill. Le krill abonde dans les eaux glacées et sa masse est estimée à près de 400 mil-

lions de tonnes. Les poissons avec 374 espèces (plus 85 espèces occasionnelles) y ont été décrits dans la faune démersale, la faune pélagique ou la faune des grandes profondeurs. On y observe de nombreux oiseaux estimés à plus de 200 millions d'individus pour 44 espèces dont 7 espèces de manchots qui se regroupent en rookeries. Parmi les Cétacés (15 espèces), on note que la plupart ne se reproduisent pas dans l'océan Austral ni dans les eaux antarctiques mais y viennent pour s'alimenter pendant les mois d'été et les Pinnipèdes (7 espèces) dont le Phoque crabier (*Lobodon carcinophagus*) est le plus représenté avec 15 millions d'individus.

Toutes les espèces (Poissons, Oiseaux, Cétacés et Pinnipèdes) sont des prédateurs supérieurs qui occupent le sommet de la chaîne alimentaire, mais qui ne pourraient pas survivre sans la présence de leur proie principale, le krill.

Le krill



Fig. 1 – Le krill de l'Antarctique (*Euphausia superba*)

À l'origine de toute chaîne alimentaire aquatique, le plancton est plus abondant dans les eaux polaires que dans les eaux tropicales. Le krill est constitué de nombreuses espèces de crustacés, se nourrissant de plancton ; l'espèce la plus fréquente, *Euphausia superba*, ressemble à une crevette. La masse du krill, sans doute la biomasse la plus abondante de la planète, pourrait atteindre 400 millions de tonnes ! En été, il peut former des bancs de 500 km², dont la couleur rosée est détectable par les pêcheurs mais aussi par les satellites ! Au cœur du réseau alimentaire, le krill sert de nourriture de base aux poissons, baleines, phoques, manchots et autres oiseaux.

Ce petit crustacé, essentiel à l'alimentation des animaux des eaux polaires, est de plus en plus utilisé à la fois dans l'aquaculture et sous forme de complément nutritionnel. Il n'a l'air de presque rien, ce minuscule crustacé de deux grammes tout au plus. Mais avec ses congénères, dans l'océan Antarctique, le krill forme une biomasse probablement supérieure à celle des humains. Et cette manne suscite des convoitises : l'espèce *Euphausia superba*, qui se présente en essaims de plusieurs kilomètres de long dans ces eaux polaires, commence à peser lourd dans l'industrie mondiale de la pêche. Cet engouement inquiète les scientifiques qui mènent campagne en faveur de la création de nouvelles aires protégées autour du continent antarctique afin de protéger l'environnement austral.

Le krill est l'élément de base de l'alimentation des baleines qui en mangent plusieurs tonnes par jour, tout comme s'en nourrissent les manchots, phoques, oiseaux marins, poissons et céphalopodes de ces eaux polaires. Le problème pour eux, c'est que les animaux domestiques – notamment les poissons d'aquaculture – partagent désormais avec les humains leur menu de base. Les consommateurs américains, australiens, allemands, britanniques sont friands d'huile de krill : ils l'apprécient en tant que complément alimentaire riche en acides gras Omega 3. Les Français s'approvisionnent, eux, en capsules sur Internet moyennant des prix extrêmement divers. Depuis fin 2011, l'Union européenne autorise notamment l'utilisation du petit crustacé dans certains produits laitiers, matières grasses à tartiner, sauces, céréales de petit-déjeuner, plats diététiques... Il entre aussi dans la composition de cosmétiques.

« La pêcherie de krill symbolise l'absurdité d'un monde où l'on veut pêcher toujours plus loin, plus profond, dans des circonstances extrêmes alors que l'on connaît encore peu cette espèce, clé de voûte de tout l'écosystème. On ne sait pas grand-chose de sa biologie, ni de sa vulnérabilité face au changement climatique et à l'acidification du milieu marin » écrit Hélène Bourges la représentante de Greenpeace-France. Tout le monde en convient : les connaissances sur *Euphausia superba* font défaut, malgré les importants résultats qu'avait apporté le programme international BIOMASS du SCAR dans les années 1990. « Il est admis que le fondement scientifique de la gestion de cette pêcherie est faible et que des informations supplémentaires sur le comportement de cette espèce et des statistiques de pêche sont absolument nécessaires », écrit de son côté l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Les estimations de la biomasse elle-même varient considérablement. Celle-ci atteindrait 379 millions de tonnes, dont plus de la moitié finirait mangée par les cétacés, les phoques, les manchots, les calmars et les poissons, selon la Convention sur la conservation de la faune et de la flore marines de l'Antarctique (CCAMLR). Cette organisation internationale, chargée de gérer au mieux la pêche du krill, de la légine et du poisson des glaces dans cette partie du monde, a aussi pour mission de veiller à la préservation de cet environnement encore bien sauvegardé. C'est elle qui fixe les limites des quantités exploitables de krill et de poissons.

En théorie, le taux de capture totale admissible de krill dans le sud-ouest de l'Antarctique est de 5,6 millions de tonnes par an. Toutefois, la CCAMLR a décidé de le limiter à 620 000 tonnes, réparties sur quatre régions du sud-ouest de l'Atlantique. On doit noter que dans la zone ouest de la péninsule Antarctique, ce maximum a été atteint plusieurs fois depuis 2010.

Les premières expériences de pêche au krill, menées par l'ancienne URSS, remontent aux années 1960. Les captures ont connu ensuite des années à plus de 500 000 tonnes dans la décennie 1980, avant de chuter et de remonter à plus de 320 000 tonnes en 2014, selon les déclarations recueillies par la FAO. Depuis, les techniques ont évolué : les chaluts qui écrasaient les crustacés laissent la place à des systèmes de pompes aspirantes. Quinze navires opèrent dans cette pêcherie industrielle, un secteur essentiellement occupé par des flottes norvégiennes, sud-coréennes et chinoises.

La pêcherie de krill serait cependant l'une des plus durables au monde, assurent les professionnels regroupés dans l'« *Association of Responsible Krill Harvesting Companies* ». « Hautement spécialisée et exigeante, la pêche au krill nécessite d'énormes investissements initiaux », indique cette organisation. S'inscrire dans la durée est d'autant plus nécessaire que le développement du marché et l'adoption des produits par les consommateurs ont été lents. Mais cette association de professionnels souligne l'insuffisance des observations scientifiques et s'engage à collaborer avec la CCAMLR pour la collecte des données. Cette dernière organisation demande instamment que les bateaux restent loin des aires marines protégées ou des zones dont le classement est demandé afin de préserver la faune qui y vit.

Les poissons

Les eaux australes qui entourent l'Antarctique constituent un environnement extrême pour la faune de téléostéens qui y vivent. La température y est constamment proche de 0°C, avec durant l'hiver austral des températures pouvant aller jusqu'à près de -2°C. Les Notothénioïdes représentent le sous-ordre dominant de téléostéens de ce milieu avec 46% des espèces et 90% de la biomasse. Les 111 espèces de Notothénioïdes antarctiques y sont endémiques alors que les 14 autres espèces du sous-ordre sont subantarctique et vivent dans des eaux moins froides. Les Notothénioïdes de l'Antarctique montrent une diversité remarquable avec, chez certains des caractères uniques. Ils sont répartis en huit familles. La plupart des

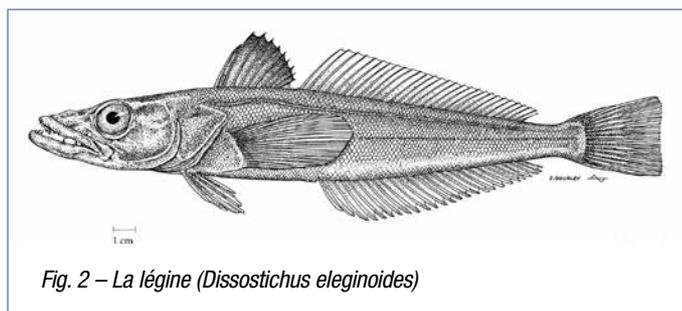


Fig. 2 – La légine (*Dissostichus eleginoides*)

genres sont antarctiques, mais certaines espèces vivent ailleurs : par exemple, la légine, *Dissostichus eleginoides*, remonte vers le Nord de l'Atlantique, jusqu'à la latitude de l'Uruguay, en empruntant les courants froids de profondeur. Récemment, des pêcheurs danois en ont même capturé un individu au large du Groenland ! Les Notothénioïdes adultes sont surtout benthiques mais, au cours de l'évolution, certains Notothéniidés sont devenus pélagiques. Ces espèces compensent la perte de la vessie gazeuse par divers dispositifs originaux qui améliorent la flottabilité : retard de l'ossification du squelette, masse osseuse peu minéralisée, stockage de graisses dans des sacs sous-cutanés ou intermusculaires. Certains membres de cette famille occupent des niches écologiques étonnantes : on connaît par exemple trois espèces de Notothéniidés capables de se nourrir à la surface inférieure de la banquise, là où des organismes photosynthétiques se développent à la faveur de la faible luminosité.

Les protéines antigel

Tous les Notothénioïdes (sauf les Pseudaphritidés, les Eginopsidés et les Bovichtidés) possèdent des protéines antigel plasmatiques et une famille celle des Channichthyidés connue sous le nom de « poissons des glaces » est représentée par 15 espèces toutes au sang incolore dépourvu d'hémoglobine dans leur sang. L'histoire évolutive des Notothénioïdes s'inscrit dans une histoire géologique de ces 40 derniers millions d'années qui a vu l'Antarctique s'éloigner de l'Australie, se détacher de l'Amérique du sud et gagner le pôle sud. Le plateau continental de l'Antarctique a donc été isolé des autres plateaux continentaux et c'est dans cet environnement isolé et froid que s'est déroulée la radiation évolutive des Notothénioïdes à l'origine de la biodiversité actuelle du groupe.

Les Notothénioïdes de l'Antarctique sont des poissons capables de vivre dans des eaux très froides. Les biologistes ont retracé leur évolution et daté l'apparition de certaines de leurs particularités, telles un sang contenant des protéines antigel ou dépourvu d'hémoglobine. L'un des traits physiologiques les plus remarquables des Notothénioïdes est leur résistance au froid. Au cours de leur évolution, ces téléostéens ont acquis des protéines qui jouent, dans leur sang, un rôle d'antigel et leur permettent de résister à des températures parfois négatives. On a calculé que l'abaissement du point de congélation est dû pour 40% au sel (NaCl), et pour 55% à des glycoprotéines (protéines portant des sucres), dont on dénombre huit catégories. Ainsi, bien que le sang des espèces antarctiques soit plus riche en sel dissous que celui des espèces tempérées, la température de congélation du sang du poisson antarctique Notothénioïdes ne serait que de $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ sans les protéines antigel. Avec elles, l'animal vit jusqu'à $-2,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Les protéines antigel sont apparues chez les Notothénioïdes il y a au moins 38 millions d'années. On sait indépendamment qu'à l'époque, la température de l'océan Austral diminua brutalement et la calotte glaciaire commença à recouvrir le continent. En d'autres termes, peu après que l'Antarctique a amorcé sa glaciation, des Notothénioïdes qui avaient acquis des protéines antigel ont été sélectionnés. En

plus de leurs antigels, les Notothénioïdes de l'océan Austral ont un rythme physiologique ralenti. Ainsi, à $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – leur température optimale – la puissance de leurs muscles locomoteurs est le tiers de celle d'un téléostéen tropical vivant dans des eaux à $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cet état de fait est trompeur car, si on augmente la température de l'eau, la consommation d'oxygène (dont ont besoin les muscles) d'une espèce antarctique augmente. En extrapolant, on constate qu'à une température donnée, la consommation d'oxygène d'un Notothénioïdes est supérieure à celle d'une espèce tempérée (Lecointre et Ozouf-Costaz, 2004, *Pour la Science*, n° 320, p. 48).

Les protéines antigel ne sont pas une exclusivité des poissons antarctiques mais on les retrouve aussi chez les poissons de l'Arctique qui font actuellement l'objet de très nombreuses recherches. Les protéines biologiques antigel (PAG) sont des protéines aux propriétés inhabituelles à plusieurs égards. Elles mettent les organismes à l'abri des effets mortels du gel en se liant aux germes des cristaux de glace dès qu'ils commencent à se former, empêchant ainsi la croissance de ces cristaux. Cependant, les PAG ne doivent pas se lier à de l'eau liquide ou l'organisme se déshydraterait et mourrait. De nouvelles recherches utilisant les neutrons ont fourni les premières données expérimentales qui montrent comment les PAG de type-III, que l'on trouve dans le sang des poissons de l'Arctique, reconnaissent les germes des cristaux de glace. L'expérience réalisée a montré que des régions hydrophobes inhabituelles à la surface de la protéine s'intégraient dans des « trous » de la structure du germe du cristal de glace.

La structure de la protéine fabriquée par la sole par exemple, a été récemment analysée en détail. Elle est constituée d'une trentaine d'acides aminés. On en sait aujourd'hui un peu plus sur le fonctionnement des protéines antigel présentes dans le sang des poissons de l'Arctique. Une étude montre que, grâce à la présence d'acides aminés hydrophobes à la surface, ces protéines sont capables de se glisser dans les trous laissés par l'arrangement des molécules d'eau dans les germes de cristaux de glace. La prochaine étape sera de comprendre comment ces protéines interrompent la formation des cristaux de glace dans le sang des poissons.

L'absence d'hémoglobine dans le sang

Les Channichthyidés (poissons des glaces) sont une famille de téléostéens perciformes présents dans les eaux froides autour de l'Antarctique et le sud de l'Amérique du Sud. Les poissons des glaces se nourrissent de krill, de copépodes et d'autres poissons.

Cette famille comporte onze genres et quinze espèces. Ce sont les seuls vertébrés à ne présenter aucune hémoglobine. Leur sang est translucide car il ne contient pas d'hémoglobine, les « globules rouges » sont, ou bien absents, ou bien remplacés par des cellules sanguines ressemblant à des leucocytes. Les Channichthyidés se caractérisent par une augmentation du diamètre des vaisseaux et de la taille du cœur. Le débit cardiaque est quatre à cinq fois plus grand chez ces poissons dépourvus d'hémoglobine que chez les autres. Le volume sanguin d'un Channichthyidé est deux à quatre

fois supérieur à celui d'un téléostéen au sang rouge de même taille et du même milieu, et les capillaires sont plus larges. Il y a là une solution au transport de l'oxygène : celui-ci passe, par simple diffusion, des branchies au sang, puis du sang aux organes, et cela à un rythme suffisant grâce à un débit sanguin accru. On ne peut comprendre les pertes répétées de globines que si ce dispositif, capable d'assurer un approvisionnement suffisant des organes en oxygène, était présent avant ces pertes. De même, les muscles ne contiennent pas de myoglobine qui transporte normalement l'oxygène dans ces organes. Le débit sanguin et le volume sanguin de ces espèces de poissons sont accrus, la surface des branchies est plus grande que chez les autres Notothénioïdes et la peau, dépourvue d'écaillés et très vascularisée, permet d'assurer un complément à la respiration de l'animal. Ces extraordinaires propriétés sont une adaptation au froid extrême de l'habitat.

La façon dont les Notothénioïdes se sont adaptés à un environnement riche en oxygène est également remarquable. Dans le sang des autres téléostéens, l'oxygène est transporté par les hémoglobines et, dans les muscles, par la myoglobine. Chez les téléostéens, jusqu'à quatre formes d'hémoglobine, dont l'efficacité dépend de la température et de l'acidité du sang, peuvent coexister. On trouve chez les Notothénioïdes deux formes d'hémoglobine, Hb1 et Hb2. En dehors des Bovichtidés, la forme Hb1 est largement dominante (à 95 %). De façon générale, on constate que la diversité et le rôle des transporteurs de l'oxygène se réduisent chez les Notothénioïdes au fil de leur évolution dans des eaux riches en oxygène, à mesure que se dessine leur arbre phylogénétique. Ainsi, la dernière famille de Notothénioïdes à posséder l'hémoglobine Hb2 est celle des Notothénidés. Plus tard dans l'arbre, chez l'ancêtre commun aux quatre familles les plus récentes (Artédidraconidés, Harpagiféridés, Bathydraconidés et Channichthyidés), la composante Hb2 disparaît. Ainsi, les Harpagiféridés et les Artédidraconidés n'ont plus dans leur sang que la composante Hb1. Chez les Bathydraconidés, Hb1 est présente, mais cette molécule ne présente quasiment plus d'affinité pour l'oxygène. Quant aux Channichthyidés, ils n'ont plus d'hémoglobine du tout ! Des études réalisées par T. Near en 2002, ont montré que la perte de l'affinité de la composante Hb1 pour l'oxygène s'est produite il y a 18 millions d'années, soit peu de temps après l'ouverture du Passage de Drake, il y a 25 millions d'années. Jusqu'alors, l'Antarctique était encore relié à l'Amérique du Sud. C'est avec l'ouverture de ce passage que s'est installé un courant circumantarctique, responsable de l'isolement des eaux de surface de l'océan Austral de celles du reste du globe et de la mise en place du front polaire, accompagnée d'un nouveau refroidissement des eaux australes ainsi que d'une augmentation de leur teneur en oxygène. Par ailleurs, également en se fondant sur le rythme des horloges moléculaires, on a déterminé que l'hémoglobine a complètement disparu du sang de l'ancêtre des Channichthyidés il y a quatre ou cinq millions d'années.

Les poissons antarctiques ont fait l'objet d'une pêche intensive pendant plusieurs années. Le poisson des glaces, *Champscephalus gunnari*, a même été surpêché jusque dans les années 2000. Cette

petite espèce de Channichthyidé, de 25 à 35 cm de long, vit en grands bancs : les campagnes de recherche récentes montrent une reconstitution de stocks qui autorise une reprise de la pêche. Un quota de quelques centaines de tonnes est désormais autorisé. C'est un poisson à la chair très ferme et blanche qui a un goût agréable. Quant à la légine (*Dissostichus eleginoides*), il ne semble pas qu'il y ait le moindre souci pour cette espèce. Sa biomasse est stable, voire en augmentation, à condition de ne pas changer son mode de pêche sélective (profondeur de pêche, interdiction du chalutage,

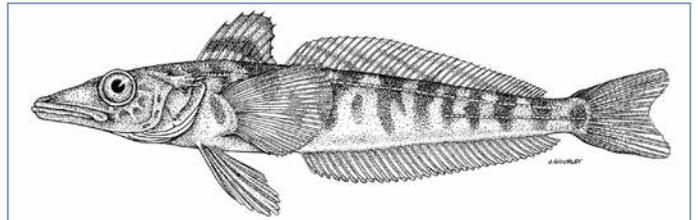


Fig. 3 – Un poisson des glaces emblématique (*Champscephalus gunnari*)

etc.) qui a permis de préserver cette espèce. C'est un poisson à la chair blanche et fondante qui peut atteindre de grandes tailles (2 m et 80 kg). C'est l'un des poissons les plus chers au monde, 15 à 18 dollars le kg au moment du débarquement. Actuellement la France attribue un quota de 5 850 tonnes par an.

Arctique

Il existe de grandes similitudes entre la vie animale et végétale de l'Arctique et celle de l'Antarctique. Cependant les espèces ne sont pas les mêmes. Comme en Antarctique, la faune terrestre dépend entièrement de la faune marine : les ours polaires, excellents nageurs, les phoques, les morses, les cétacés et de nombreux oiseaux se nourrissent de plancton et de poissons. En période hivernale, toute production primaire est évidemment très ralentie. En revanche d'autres formes de nourriture persistent : les organismes qui ont proliféré en été constituent un apport de matières organiques auxquelles s'ajoutent les réserves de survie emmagasinées sous forme de graisse pendant les beaux jours, chez les phoques, les cétacés mais aussi chez divers invertébrés benthiques (crevettes, amphipodes, isopodes...). Même au contact de la glace hivernale, des algues se multiplient, que les animaux du zooplancton (surtout les copépodes) viennent brouter. Cette manne attire les poissons qui eux-mêmes sont la proie des prédateurs supérieurs.

Les principaux prédateurs qui vivent des ressources marines sont l'ours blanc, le phoque annelé, le phoque barbu, le morse, le phoque du Groenland, le narval, le requin du Groenland, la baleine franche du Groenland, l'orque et le petit rorqual.

L'Ours blanc, qui est le plus grand des carnivores terrestres, vit sur la banquise autour du pôle Nord. Les mâles pèsent entre 400

et 600 kg (record 1 102 kg) pour une taille de 2 à 3 m de long (les femelles sont plus petites). Il mange une grande quantité de phoques annelés et barbus au printemps et prend beaucoup de poids. Son épaisse couche de graisse et sa fourrure l'isolent du froid. Pour nager, il utilise ses pattes avant pour se propulser et ses pattes arrière comme gouvernail. Son pelage gonflé d'air (poils creux) augmente la flottaison. Sous l'eau, ses narines se ferment et il peut retenir sa respiration jusqu'à deux minutes. Les oursons naissent lorsque la femelle hiverne dans sa tanière et se nourrissent du riche lait maternel qu'ils tètent pendant plusieurs semaines. Ils quittent leur mère à l'âge de 3 ans.

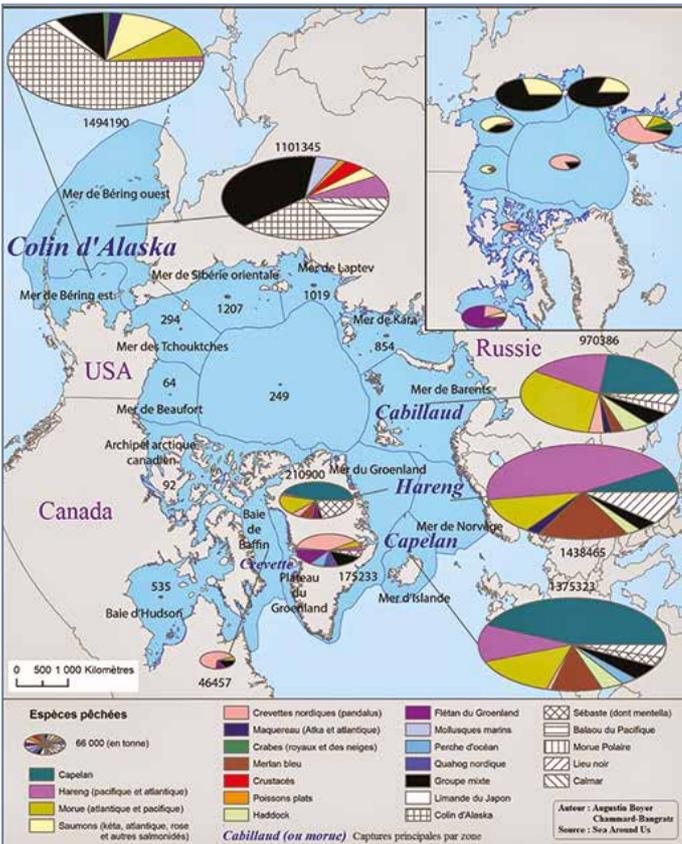


Fig. 4 – Activités de la pêche en Arctique (André Gattolin, avril 2017)

Le Phoque annelé mesure jusqu'à 165 cm pour un poids moyen de 68 kg. Son dos est gris foncé parsemé d'anneaux pâles et son ventre est argenté. Ses pattes avant sont très courtes et larges (« palettes natatoires ») ; et ses pattes arrière ne peuvent pas se replier sous le ventre. À terre ou sur la glace, il avance par reptation en s'aidant des pattes avant. En mer, bon nageur, il se déplace en godillant. Il se nourrit de morues arctiques, de poissons, de krill, de copépodes... Pendant la reproduction et la mue, il habite sur la banquise et en hiver sous la glace, dans laquelle il maintient des trous de respiration. La femelle donne naissance à un blanchon par an dans son abri de protection dans la banquise et elle l'allait pendant 2 mois. Les phoques annelés sont mangés par l'ours polaire, le requin, l'orque, le renard arctique et l'homme.

Le Phoque barbu est très grand : parfois plus de 3 mètres et demi de long. Il pèse entre 200 et 360 Kg. Ses pattes sont très courtes, transformées en palettes natatoires. Les pattes arrière ne peuvent pas se replier sous le ventre. À terre ou sur la glace, il avance par reptation en s'aidant des deux pattes avant. En mer, bons nageurs, ils se déplacent en godillant. Solitaire en dehors des périodes de reproduction, il affectionne les glaces flottantes. Les nouveau-nés naissent sur la glace en mars et en avril. Ils sont assez grands et nagent peu après la naissance. Ils sont allaités durant environ un mois puis sont indépendants. Les longs poils autour de sa bouche (vibrisses) l'aident à localiser des proies : crabes, animaux à corps mous (calamars,...), coquillages, crevettes... Principal prédateur : l'ours polaire.

Le Morse possède de longues canines d'ivoire (jusqu'à 1 m de long), signe de puissance chez le mâle qui pèse jusqu'à 1 800 kg et mesure jusqu'à presque 4 m de long (femelle plus petite). Sous sa peau ridée et avec quelques poils, il a une épaisse couche de graisse qui le protège contre le froid. Ses pattes sont très courtes (appelées « palettes natatoires ») avec 5 doigts. Il peut se déplacer à quatre pattes sur le sol, mais maladroitement. Il nage en se propulsant et en ondulant le corps et se nourrit de coquillages, crevettes, crabes, poissons et parfois de phoque... La femelle a deux paires de tétines. A sa naissance, le petit (pesant autour de 60 kg !) sait nager. Les femelles et les jeunes restent sur la glace en toute saison et vivent la plupart du temps en colonies de plusieurs dizaines de milliers d'individus. Le morse est un adversaire redoutable pour l'ours blanc et l'orque.

Le Phoque du Groenland mesure entre 150 et 180 cm, et pèse entre 130 et 180 kg. L'adulte se nourrit surtout de poissons : capelan,... Les phoques du Groenland vivent en groupe, sauf les vieux mâles solitaires. Les phoques se reproduisent de la mi-février à la mi-mars et muent sur les grandes plaques de glace. La mise bas dure une minute, et aussitôt après, la femelle pivote sur elle-même pour rompre le cordon ombilical. Plusieurs individus maintiennent ouverte une ouverture dans la glace pour se mettre à l'eau et revenir respirer. L'allaitement du petit dure un mois. La couleur du phoque du Groenland est très variable avec l'âge : blanc jaune chez le jeune de moins de 12 jours, puis gris à blanc, puis avec une face sombre chez l'adulte. Le jeune consomme du krill, des amphipodes et des petits poissons.

Le Narval mâle pèse jusqu'à 1 600 kg pour 5 m de longueur. Sa tête est arrondie avec une petite bouche ronde. Il a de petites nageoires retroussées vers le haut. Il possède une « corne » torsadée flexible (jusqu'à 3 m de long) qui est une dent qui pousse au travers de la lèvre supérieure. Les narvals vivent en groupes de 4 à 20 individus dans les régions arctiques et suivent les bancs de poissons qui constituent leur alimentation. Ils s'accouplent en avril et les petits naissent quinze mois plus tard. Ils pèsent 80 kg et mesurent 150 cm et l'allaitement dure 4 mois. À la naissance bleu gris, puis bleu noir, puis noir adulte. Ensuite, sa peau se recouvrira de taches blanches au point de devenir presque blanc.

Le Requin du Groenland est le deuxième plus gros requin carnivore de la planète. Sa longueur moyenne est de 2 à 5 m (jusqu'à 7,30 m parfois) pour un poids de 700 à 1 000 kg. Il vit à de grandes profondeurs (jusqu'à 2 000 m de profondeur) dans l'obscurité et il est presque aveugle. Il remonte à la surface en hiver lorsque les eaux se refroidissent. Muni de dents très effilées au niveau de la mâchoire supérieure et larges au niveau de la mâchoire inférieure, c'est un prédateur foudroyant qui chasse le calmar, différents mammifères marins comme le phoque et toutes sortes de poissons. Il se nourrit de tout, y compris d'animaux morts, de coquillages, de crabes, de crevettes. Il est ovovivipare : les œufs éclosent dans le ventre de la femelle et les petits en sortent ensuite. L'âge adulte de ces requins est inconnu, ils pourraient vivre 200 ans.



La Baleine franche du Groenland vit près de la banquise, dans les eaux froides. Elle mesure 20 m environ, la femelle est un peu plus longue. Son poids est de 60 tonnes et elle possède une épaisse couche de graisse de réserve qui l'isole du froid. Elle peut casser de la glace de 60 cm d'épaisseur avec sa tête massive pour aller respirer par ses deux événements reliés aux poumons avant de plonger pendant 5 à 15 min. Sa bouche est très arquée et a de longs fanons sur la mâchoire supérieure. Pour se nourrir, la baleine fonce bouche grande ouverte en ingurgitant des tonnes d'eau. Lorsqu'elle referme la bouche, l'eau s'écoule, filtrée à travers les fanons qui piègent les minuscules crustacés (krill, copépodes). Le baleineau mesure plus de 3 m à la naissance, il tête pendant 6 mois (500 l de lait par jour)

et se nourrit seul ensuite. La baleine peut vivre plus de 100 ans. Elle est chassée par l'orque et l'homme ; elle est en danger d'extinction.

L'Orque a un aspect caractéristique : dos noir, ventre blanc et tache blanche derrière et au-dessus de l'œil. Son corps puissant est surmonté d'un grand aileron dorsal et sa queue est large et arrondie. Le mâle mesure entre 7 et 9 m de long et pèse entre 5 et 8,5 tonnes. La femelle est un peu plus petite. Il peut nager à 55 km/h et chasse en groupe de 3 à 40 individus. Redoutable chasseur, l'orque possède de nombreuses dents de 4 à 8 cm et se nourrit de poissons (quand il est adulte, de 60 à 80 kg par jour), d'oiseaux de mer, de phoques, et aussi d'autres cétacés. Un bébé naît tous les 5 ans, en hiver. Il pèse environ 150 à 220 kg et mesure entre 2 et 3 m de long. Il est allaité durant 2 ans, mais commence à se nourrir lui-même à compter de l'âge de douze mois.

Le Petit rorqual a une longueur moyenne de 7 m et a un poids de 5 à 10 tonnes (c'est le plus petit représentant des baleines à fanons). Il a souvent une bande blanche sur les nageoires et nage à 20-30 km/h. Il vit principalement en solitaire, parfois en paire ou en groupe. Avant de plonger de 3 à 8 minutes, il fait 3 à 5 respirations par ses 2 événements (reliés aux poumons). Le rorqual se nourrit essentiellement du krill et de petits poissons retenus par ses fanons. Les petits sont allaités.

Probablement parce que l'Arctique est plus proche des grandes masses continentales et est composé d'eaux très froides permettant le développement des poissons, il abrite 416 espèces de poissons (appartenant à 96 familles), ce qui est sensiblement plus que la faune ichtyologique de l'Antarctique.

Morue et églefin abondent dans les eaux froides de l'Arctique. Les cinq principales espèces de poissons de l'Arctique sont : la morue (*Gadus morhua*), l'églefin (*Melanogrammus aeglefinus*), le flétan (*Hippoglossus hippoglossus*), la morue polaire (*Boreogadus saida*), le capelan (*Mallotus villosus*).

Avec le réchauffement climatique, les bancs de poissons migrent massivement vers les pôles. Les premières études démontrent que plus de 800 espèces de poissons qui ont un potentiel commercial migrent vers les pôles, à une vitesse de 26 km par année. Le phénomène serait particulièrement marquant dans l'Arctique.

La pêche hauturière est pratiquée par les pays européens dans les eaux arctiques. Ce sont 2,3 millions de tonnes de poissons qui sont pêchées chaque année par les pays européens, principalement l'Islande, la Norvège, le Danemark et la Russie. Mais grâce à la fonte des glaces, la pêche est susceptible d'augmenter de façon considérable, car l'on constate actuellement un déplacement vers le nord d'espèces de poissons habituellement observées en Atlantique et Pacifique. Une étude prévoit une possible hausse de 30 à 70% des captures de poissons dans les hautes latitudes, y compris l'Arctique, d'ici 2055. Les espèces de poissons de l'Arctique seront donc inévitablement touchées par cette pêche.

Dans plusieurs zones, l'activité de pêche a connu un grand essor ces dernières années. Cependant, au-delà des eaux territoriales des États côtiers de l'océan Arctique, aucune pêche commerciale ne se déroule dans ce secteur, aujourd'hui. Mais avec le réchauffement climatique, la situation pourrait changer : l'océan est de plus en plus accessible. Un moratoire avait été réclamé dès 2012 par un groupe de 2 000 scientifiques de 67 pays, pour réaliser les recherches nécessaires dans la région. Un rapport de 2014 du sénateur André Gattolin était du même avis. « Les limites de la connaissance ne nous permettent pas de savoir s'il existe un stock exploitable prouvé dans l'océan Arctique ou de stock économiquement rentable », écrivait-il.

Dans l'attente d'acquiescer « une meilleure compréhension des écosystèmes de la région » et la mise en place de « mesures de gestion et de conservation appropriées » pour préserver la ressource, un premier accord international a été signé au début décembre 2017. Au terme de plusieurs années de négociations, les pays riverains de l'Arctique (le Canada, le Danemark pour le Groenland, les îles Féroé, la Norvège, la Russie et les États-Unis) ainsi que les grandes nations de pêche (Japon, Corée du Sud, Chine, Union européenne, Islande) sont tombés d'accord pour sanctuariser les ressources halieutiques du pôle Nord. Concrètement, les chalutiers ne pourront pas poser leurs filets dans un rayon de 200 km en partant du pôle géographique, soit un espace de la superficie de la mer Méditerranée. Cet espace est aujourd'hui pris dans les glaces de la calotte polaire mais pourrait rapidement être accessible en été aux bateaux du fait du réchauffement climatique annoncé. Ce moratoire de 16 ans devrait permettre de mettre en place les mesures de gestion et de préservation de la ressource lorsqu'elle sera accessible. C'est le premier

accord international d'une telle ampleur conclu dans le domaine de la pêche commerciale en haute mer, avant même que le problème ne se pose. Cet accord non seulement comblera une lacune importante dans la gestion des océans, mais aussi protégera les écosystèmes marins fragiles pour les générations futures. L'interdiction, qui sera applicable pendant au moins 16 ans, vise à laisser aux scientifiques le temps de déterminer quelles espèces halieutiques se trouvent dans ces eaux internationales non exploitées autour du pôle Nord, ce qui représente une surface de 2,8 millions de km² et de voir s'il est possible de les pêcher de façon durable.

Cet accord historique sera automatiquement renouvelé en 2033, puis tous les 5 ans, jusqu'à un éventuel plan de gestion de la pêche dans la région. Cette décision prend la mesure du réchauffement à l'œuvre dans l'Arctique et perpétue la tradition de coopération à travers les frontières internationales. Autrefois, d'épaisses couches de glace rendaient la pêche impossible dans l'océan Arctique. Mais la hausse des températures a fait fondre la calotte polaire si rapidement que de nos jours, certains étés, la glace disparaît sur une superficie pouvant atteindre 40% de la zone centrale. Du coup, la pêche commerciale pourrait être pratiquée dans les eaux situées près du pôle Nord. En vertu du droit international, ces eaux, en dehors de la zone économique exclusive de 200 milles nautiques des États côtiers, seraient ouvertes à la pêche pour n'importe quel pays. Mais les scientifiques espèrent que l'accord aidera à préserver l'écosystème déjà fragile de l'Arctique en mettant un terme à la pêche à la morue et à d'autres espèces. Dans l'Arctique, la morue joue un rôle essentiel à la survie d'un très grand nombre d'espèces animales, telles que les oiseaux marins, les baleines, les phoques et les ours blancs.



Morse de l'Atlantique, *Odobenus rosmarus*, à Sand Island, à l'entrée du fjord Young Sund, au Groenland. (Photo Erwan Amice/ LEMAR / CNRS (Photothèque)).

Adaptation des oiseaux et des mammifères aux environnements polaires

Yvon Le Maho



Yvon Le Maho, directeur de recherche émérite au CNRS, est écophysiologiste. Il est affilié à l'Institut pluridisciplinaire Hubert Curien (CNRS & Université de Strasbourg) et au Centre scientifique de Monaco. Son objectif scientifique est de comprendre les mécanismes d'adaptation des animaux aux contraintes environnementales. Très marqué par sa formation initiale dans un laboratoire CNRS de la Faculté de médecine de Lyon, il s'intéresse en retour aux possibles applications biomédicales de ces mécanismes. Le principal programme qu'il a initié portant sur les manchots antarctiques et subantarctiques, il concentre ses efforts depuis le début des années 90 sur des développements technologiques permettant de développer nos connaissances scientifiques tout en évitant la perturbation des animaux et par conséquent les biais qui en résultent. Membre de l'Académie des sciences et de l'Academia Europaea, il est également membre associé de l'Académie nationale de pharmacie et membre étranger de l'Académie norvégienne des sciences et des lettres. Il préside actuellement le Conseil d'administration de l'Institut polaire Paul-Émile Victor (IPEV).

Les équipes du CNRS travaillant sur les oiseaux et mammifères des terres Australes et Antarctiques françaises se situent au meilleur plan international. Cette place s'explique en grande partie par des innovations technologiques, l'originalité des approches et un soutien de l'IPEV approprié au suivi à long-terme des populations animales.

L'Institut écologie et environnement (InEE), sur les problématiques duquel travaillent les équipes CNRS qui étudient la biodiversité des régions polaires, a succédé au Département environnement et développement durable (EDD). Le fait que ce département ait été le dernier créé, de surcroît dans une période de forte diminution des soutiens récurrents, explique des ressources très inférieures à celles des autres instituts et, en tout cas, notoirement insuffisantes eu égard à l'enjeu majeur que constitue l'érosion de la biodiversité et l'impact des changements climatiques. Cependant, même si la biologie est entrée par une petite porte au moment de l'Année géophysique Internationale (AGI), le soutien à long-terme apporté par les Expéditions polaires françaises, puis la mission de recherche des TAAF, et l'IPEV, auparavant appelé IFRTP, ont permis l'émergence d'une communauté scientifique très forte et très dynamique en écologie animale. Il m'est impossible de détailler, en quelques pages seulement, tous les travaux menés par cette communauté et tous ses acteurs. Mon objectif est que, pour le lecteur, les noms cités fournissant autant de pistes, puisse à sa guise compléter son information sur internet.

L'adaptation à un froid extrême

Dès les travaux pionniers de l'anglais Bernard Stonehouse et de Jean Prévost au cours de l'AGI, on a compris le rôle clé que jouent chez le manchot empereur les formations serrées que l'on appelle des « tortues » pour expliquer leur capacité à jeûner pendant environ 120 jours pendant l'hiver polaire. Leur vitesse d'amaigrissement est ainsi réduite de moitié, ce qui leur permet d'assurer à la fois

la période de formation du couple et toute l'incubation qui suit. À raison de 10 individus par m², la pression exercée est phénoménale puisque l'on en a déjà observé se retrouver à l'horizontale au-dessus de leurs congénères. Ce comportement social, comme l'a remarquablement analysé Pierre Jouventin, n'est possible que parce que les manchots empereurs, contrairement à la plupart des animaux, ne défendent pas de territoire lorsqu'ils se reproduisent. Dès les années 60, Prévost et ses successeurs, notamment Jean-Louis Mougins et Paul Isenmann, avaient perçu que pour mieux comprendre de tels mécanismes adaptatifs il fallait réaliser des mesures sur les animaux dans leur milieu naturel. Cependant, pour déterminer alors comment les ailerons d'un manchot jouent le rôle d'échangeurs thermiques, il n'y avait alors pas d'autre possibilité que de maintenir l'animal en contention pour fixer les sondes thermiques le reliant à un appareil enregistreur... De même, en 1972, pour mesurer l'évolution de la dépense énergétique du manchot empereur en fonction de la température ambiante, je n'avais pas eu d'autre choix qu'une contention et l'utilisation d'un masque pour déterminer la consommation d'oxygène et la production de CO₂, restreignant de facto ces mesures à l'animal isolé de sa colonie. Il a fallu attendre l'avènement des isotopes stables, à la fin des années 80, pour qu'à Strasbourg, avec André Ancel, Yves Handrich et un chercheur hollandais, nous mettions en évidence que les manchots empereurs libres dans leur colonie, et donc avec la possibilité de se grouper en tortues, ont un métabolisme abaissé. Enfin, au cours des années 90, grâce à l'essor du bio-logging, c'est-à-dire de systèmes d'acquisition de données suffisamment miniaturisés (les loggers) pour en équiper les animaux tout en leur laissant la possibilité d'évoluer librement dans leur milieu naturel, les travaux de Michael Beaulieu et de Caroline Gilbert ont permis de mettre en évidence en quoi ce processus diffère de celui de l'hibernation : le métabolisme est réduit sans baisse de la température interne au cours du jeûne. C'est évidemment essentiel pour

le manchot empereur qui incube son œuf sur ses pattes au cours de l'hiver austral et maintient pour cela une température corporelle d'environ 37°C. Mais quid de l'acquisition de la capacité des jeunes manchots à s'adapter au froid ? C'est ce sur quoi ont porté les travaux d'Hervé Barré, Jean-Louis Rouanet et Claude Duchamp, puis de Mireille Raccurt et Damien Roussel, à Lyon. Ils ont un intérêt biomédical, car les oiseaux ont en effet en commun avec l'homme de ne pas avoir normalement de graisse brune, ce qui suggère l'existence de mécanismes de production de chaleur similaires...

Une origine tropicale n'obère pas la possibilité de vivre et de se reproduire dans les régions polaires, comme l'ont mis en évidence les travaux de David Grémillet et de son équipe pour le Grand cormoran au Groenland. L'adaptation est essentiellement comportementale, cette espèce passant d'autant moins de temps pour se nourrir en mer que la température ambiante est basse... Une stratégie qui n'est évidemment possible que lorsque les eaux sont très poissonneuses !

L'adaptation au jeûne prolongé

L'homme d'environ 80 kg ne peut jeûner sans risque qu'environ quarante jours. J'avais donc pensé que la capacité du manchot empereur de 40 kg à jeûner trois fois plus longtemps révélait des processus adaptatifs particuliers. Nous savons aujourd'hui qu'il n'en est rien. Encore une fois, la clé de l'économie chez l'empereur est le groupement en tortues. Avec Yves Cherel, René Groscolas et Jean-Patrice Robin, nous avons en effet montré que les manchots partagent avec les autres oiseaux et les mammifères, dont l'homme, les mêmes mécanismes physiologiques pour s'adapter à un jeûne prolongé, avec la même séquence et la même efficacité des processus permettant notamment une épargne des protéines tissulaires. Mais les manchots constituent également un modèle quasi-unique pour étudier par quels mécanismes la réalimentation est induite avant qu'il ne soit trop tard (travaux menés avec Fabrice Bertile, Etienne Challet et Thierry Raclot). Elle survient alors que la dégradation des protéines tissulaires s'accélère et qu'apparaissent de premières déficiences enzymatiques. On peut reproduire chez le rat de laboratoire cette situation où le manchot est amené à abandonner son œuf ou son poussin pour se réalimenter avant qu'il ne soit trop tard. Une sécrétion de neuropeptide Y dans l'hypothalamus, peptide dont on sait qu'il est la principale molécule stimulant la prise alimentaire, intervient alors dans ce processus marquant l'induction de la réalimentation. Avec Caroline Habold, nous avons découvert que l'intestin du rat se régénère alors par anticipation...

Que se passe-t-il en mer ?

L'effort de baguage massif qui avait débuté une dizaine d'années plus tôt commençait en effet à porter ses fruits avec une moisson de résultats sur ce que l'on appelle les principaux traits d'histoire de vie des animaux : âge de première reproduction, succès reproducteur, survie... Mais on ignorait pratiquement tout de ce qui se passait en mer, que ce soit dans le milieu aérien, à la surface de l'eau ou dans les profondeurs de la mer. Les premiers suivis d'icebergs par nos collègues des Sciences de l'Univers dans les années 70, avec

des balises Argos associées à des batteries de 60 kg, nous faisaient rêver nous biologistes... C'est Henri Weimerskirch et Pierre Jouventin, du laboratoire de Chizé, qui ont ouvert la voie du vaste champ que constituent aujourd'hui nos connaissances sur les déplacements des oiseaux et mammifères des TAAF avec le premier suivi par satellite des déplacements en mer du Grand albatros grâce aux premières balises Argos miniaturisées (Fig. 1). Cet albatros parcourt environ 800 km par jour pour un voyage total qui peut atteindre



Fig. 1. Grand albatros en vol. (Photo Paul Tixier. CEBC).

14 000 km lorsqu'il s'approche des côtes du continent antarctique avant de revenir sur son nid de l'Archipel de Crozet. Les grands albatros étant essentiellement des nécrophages, ils ne peuvent trouver un nombre suffisant de proies mortes à la surface de la mer qu'en survolant d'énormes espaces maritimes. C'est également de Chizé, par Charlie Bost et Pierre Jouventin, que furent initiés les premiers suivis par satellites des manchots royaux de l'Archipel de Crozet. Dans le cadre de son doctorat à Strasbourg, Charlie Bost montra qu'au cours de l'été austral les oiseaux reproducteurs effectuent de grands voyages pélagiques vers le Sud pour aller chercher les proies qu'ils affectionnent le plus, les poissons lanternes, à 200-300 m de profondeur au niveau du Front polaire, où les eaux subantarctiques rencontrent les eaux polaires plus froides. En hiver, leurs proies n'étant alors plus disponibles, les manchots royaux abandonnent leurs poussins pour assurer leur survie à la limite de la banquise antarctique, devenant ainsi une espèce polaire comme le Grand albatros lorsqu'il s'approche du continent blanc...

L'adaptation à la plongée

La gêne hydrodynamique que les loggers induisent lors des déplacements des animaux en mer peut être évitée en les implantant. Yves Handrich a ainsi expliqué pourquoi les manchots royaux plongent deux fois plus longtemps pour s'alimenter que ne le suggèrent leurs réserves d'oxygène : leur température abdominale baisse de 37°C à près de 10°C, ce qui réduit leur consommation d'oxygène tissulaire. Sans l'implantation de loggers, il n'aurait pas non plus été possible d'étudier sur plusieurs années comment les plongées des jeunes manchots révèlent leur adaptation progressive aux plans

morphologique et physiologique comme nous l'avons montré avec Manfred Enstipp.

Faire face aux aléas climatiques...

Pour les manchots royaux, la distance entre leur colonie et le Front polaire peut varier du simple au double selon les années, entre environ 300 et 600 km. En année « chaude » le Front polaire s'éloigne plus au Sud, du fait que le réchauffement lié à l'effet El Niño dans le Pacifique se propage à l'océan Indien et plus au Sud, entraînant un rallongement des voyages alimentaires des manchots royaux. Généralement, le mâle assure la fin de l'incubation et la femelle revient de la mer pour nourrir le poussin à l'éclosion. Dans quelle mesure le succès reproducteur du manchot royal est-il donc affecté lorsque la femelle est retardée ? En fait, comme l'avait soupçonné Yves Handrich, Michel Gauthier-Clerc a montré que le mâle, pour assurer les 2 à 3 dernières semaines de l'incubation, revient de la mer avec de la nourriture dans son estomac, nourriture qu'il conserve intacte malgré sa température interne de 37°C. Il peut ainsi assurer la survie du poussin pendant environ une semaine. Mais quel était alors le mécanisme de préservation ? Car du poisson conservé à une telle température devient un véritable poison en seulement quelques jours... C'est grâce à Hubert Curien, qui animait alors un comité de la Fondation de France, que je réussis alors à trouver les moyens financiers nécessaires. Avec Philippe Bulet, qui animait les recherches sur les molécules antimicrobiennes chez Jules Hoffmann et encadra le post-doctorat de Cécile Thouzeau, nous découvrîmes alors une petite protéine antimicrobienne et antifongique à laquelle nous avons donné le nom de Sphéniscine (Fig. 2). Cette protéine se révéla efficace contre le staphylocoque doré

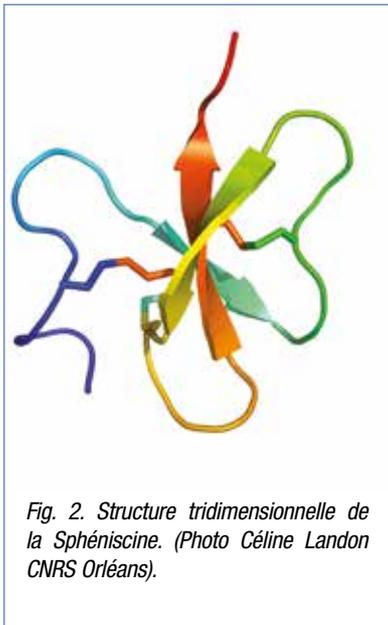


Fig. 2. Structure tridimensionnelle de la Sphéniscine. (Photo Céline Landon CNRS Orléans).

et le champignon pathogène *Aspergillus fumigatus*, les deux principaux agents des maladies nosocomiales. Elle présente un intérêt biomédical tout particulier du fait qu'elle garde son efficacité en milieu salin, le milieu stomacal du manchot ayant la même salinité que l'œil humain. Mais cette adaptation a ses limites et en année « chaude » le succès reproducteur s'effondre du fait de la réduction de la disponibilité en proies. Dans ce contexte, l'étude de l'impact d'une alimentation insuffisante sur le vieillissement

des juvéniles comme des adultes constitue un sujet d'un intérêt croissant, notamment avec les travaux de François Criscuolo et Frédéric Angelier.

Les animaux « plateformes océanographiques »

Associé au suivi par satellite, l'essor du bio-logging a également

permis de développer les recherches sur la stratégie alimentaire des oiseaux et mammifères au cours de leurs plongées. Les travaux de Christophe Guinet, Charly Bost, Jean-Benoit Charassin et Yan Ropert-Coudert nous apportent non seulement des informations détaillées sur les modalités de leurs plongées alimentaires, mais aussi sur l'environnement physique dans lequel ils évoluent, du subantarctique aux côtes antarctiques. Ils deviennent ainsi de véritables plates-formes océanographiques nous renseignant sur l'impact des changements climatiques (Fig. 3). Grâce aux isotopes stables, les travaux d'Yves Cherel apportent des éléments sur les zones marines qu'ils prospectent.



Fig. 3. Les éléphants de mer deviennent des plates-formes océanographiques, nous transmettant par le système Argos de précieuses informations sur les zones marines dans lesquelles ils évoluent, en surface comme en plongée. (Photo Jean-Baptiste Pons, CEBC).

Quel avenir pour les populations animales ?

Le marquage à long terme par le baguage s'est révélé une importante source d'informations sur l'impact du climat sur les oiseaux aériens, comme les pétrels et les albatros. Mais, comme on se demandait avec l'anglais Rory Wilson, quel pouvait être l'impact de la gêne hydrodynamique que les bagues induisent lors de leurs déplacements en mer ? C'est l'identification électronique par radiofréquence (RFID) qui nous a apporté la réponse, dans le cadre d'un partenariat avant commercialisation obtenu par l'ingénieur Jean-Paul Gendner avec son inventeur (la société Texas Instruments Pays-Bas) et grâce au soutien de la Fondation Bettencourt-Schuller. Les puces RFID évitent en effet cet impact du fait qu'elles sont implantables sous la peau. Avec Michel Gauthier-Clerc, Céline Le Bohec et Claire Saraux, nous avons ainsi montré que la méthode classique de baguage à l'aile a de graves effets délétères pour les manchots. En provoquant un allongement de leurs voyages alimentaires en mer, les bagues réduisent de 40% sur dix ans le succès reproducteur des manchots royaux et de 16% leur survie, biaisant ainsi l'utilisation des manchots comme « sentinelles » de l'impact du climat sur les ressources marines. Sans cet impact, tout en permettant l'automatisation de l'identification des manchots sur leurs lieux de passage à l'échelle populationnelle, la RFID a révolutionné l'étude

de la dynamique des colonies de manchots. Céline Le Bohec, qui est maintenant responsable de notre programme IPEV, « suit » ainsi sans biais les traits d'histoire de vie de près de 20 000 manchots. . .

La RFID a malheureusement une limitation majeure : celle de la distance de lecture des puces, qui ne dépasse pas 50 cm environ. Comment alors comprendre comment sont structurées et fonctionnent les colonies de manchots et déterminer comment ce fonctionnement est impacté par le climat et son changement, le rôle clé de la communication vocale ayant été démontré par Jean Prévost, puis Pierre Jouvantin et Thierry Aubin ? (L'olfaction, étudiée par Francesco Bonadonna, semble surtout développée chez les pétrels). Pas question évidemment de circuler dans les colonies avec un lecteur pour identifier et localiser chaque couveur afin de l'identifier. La perturbation serait évidemment bien trop grande ! J'ai donc eu l'idée de remplacer l'homme par des robots, un défi technologique rendu possible par la création de notre institut pluridisciplinaire sous la tutelle de l'IN2P3, un challenge pour les ingénieurs Mathieu Brucker, Nicolas Chatelain et Julien Courtecuisse, et finalement un projet qui n'aurait pu voir le jour sans le soutien de la Fondation Total. Chez le Manchot royal, le couveur défend son territoire et, d'après l'évolution de sa dépense cardiaque, ne stresse pas plus à l'approche d'un robot de petite taille qu'au passage d'un congénère en transit à proximité... C'est plus compliqué pour le Manchot empereur du fait de la perte de la défense territoriale. Il recule devant le même petit robot, empêchant l'approche requise pour l'identification électronique... Le camouflage du robot par un faux petit poussin rend cette approche possible (Fig. 4). Mais ce subterfuge n'est possible qu'à l'époque des petits poussins et un petit poussin ne permet de camoufler qu'un robot de petite taille, ce qui limite inévitablement la capacité du robot à intégrer batterie, motorisation et instruments scientifiques. Développer un robot faux manchot adulte constitue par conséquent un nouveau défi pour les ingénieurs de l'Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien...



Fig. 4. Les manchots empereurs se laissent approcher par un petit robot s'il est camouflé par un faux petit poussin. Adulte et poussin cherchent même à communiquer vocalement avec le faux poussin. Image prise dans le cadre du tournage du film pour la BBC « Spy in the huddle » de John Downer Productions. (Photo Fred Olivier).

Quoi qu'il en soit, la génomique complète la dynamique de populations en permettant de reconstituer l'histoire des populations et d'en tirer des enseignements pour le futur. Ainsi, par les travaux de Robin Cristofari, sous la supervision de Céline Le Bohec et Emiliano Trucchi, qui complètent ceux de Charly Bost, nous avons montré qu'avec le réchauffement climatique le nombre d'îles subantarctiques à la fois adéquates pour abriter les colonies de manchots royaux et avec une localisation compatible avec l'éloignement de leur zone d'alimentation en mer sera en nombre insuffisant. Il devrait en résulter une réduction de 70 % de la population mondiale de ces oiseaux. L'effondrement de 90% de la colonie de manchots royaux de l'île aux Cochons, que viennent de décrire Henri Weimerskirch et ses collègues, noircit encore ce scénario. Mais par contre, les travaux de Robin Cristofari démontrent également que le manchot empereur devrait se trouver dans une situation moins critique du fait de sa remarquable capacité de déplacement le long des côtes de l'immense continent antarctique en fonction des contraintes environnementales.

Je n'ai pas encore une fois pu en ces quelques pages dresser un panorama complet de tous les travaux de recherches des équipes CNRS qui étudient les mécanismes d'adaptation des oiseaux et mammifères des régions polaires et les limites de ces adaptations face aux changements climatiques. Ces recherches s'inscrivent notamment dans le cadre de la biologie de la conservation, en relation avec la Réserve Naturelle des TAAF. Quoi qu'il en soit, l'importance et le dynamisme des équipes françaises montre que la communauté d'écologie peut atteindre le meilleur niveau international lorsqu'elle dispose de moyens logistiques et financiers. Le classement de l'Université de Montpellier au premier rang du classement de Shanghai pour l'écologie en est une autre illustration.

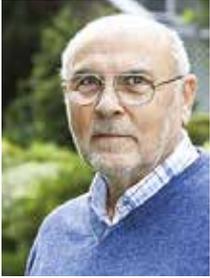
Manchots et pingouins

Les manchots vivent dans l'hémisphère austral, entre les côtes antarctiques et les îles Galapagos. Les pingouins habitent l'hémisphère Nord jusqu'au Spitzberg et au Groenland. On en trouve le long des côtes bretonnes, comme le Petit pingouin. Les guillemots, macareux et mergules sont également des pingouins. Les pingouins volent. Le Grand pingouin, qui vivait le long des côtes du Labrador et de terre Neuve, faisait exception en raison de ses ailes atrophiées. Il a été exterminé par l'homme au XIX^e siècle. Les manchots, dont les ancêtres étaient volants, ne volent pas. Ce sont des oiseaux très spécialisés dans la nage et la plongée grâce à leurs ailerons.

Yvon Le Maho

Le message climatique des glaces polaires

Alain Foucault



Alain Foucault, recruté au CNRS en 1959, a poursuivi une carrière d'enseignant-chercheur à l'Université Paris VI puis au Muséum national d'histoire naturelle. Après avoir fait des recherches de géologie structurale dans les régions méditerranéennes, il s'est spécialisé dans l'étude des variations de l'environnement et des climats dans les périodes géologiquement récentes. Il a exercé les fonctions de membre des Conseils scientifique et d'administration du Muséum, du Comité national de la Recherche scientifique, du Conseil national des Universités et présidé l'Association française pour l'avancement des sciences. Il a publié divers ouvrages de diffusion des connaissances scientifiques.

Pour reconstituer les climats du passé, il faut qu'ils aient laissé des traces dans un support matériel. Ce support peut-être, par exemple, les sédiments accumulés au fond des lacs ou des mers : leur contenu en fossiles, leur nature pétrographique, les épaisseurs de leurs couches superposées peuvent avoir enregistré les conditions de leur environnement, et donc celles des climats correspondants. Un autre exemple est celui des arbres, qui permettent la reconstitution des conditions climatiques de leur époque par l'examen de l'épaisseur et de la composition de leurs cernes annuels de croissance. Mais un support particulièrement précieux est constitué par les glaces à partir desquelles on peut reconstituer avec précision certains paramètres climatiques sur des centaines de milliers d'années.

Les pôles et la glace

Parmi les conditions qui permettent la vie sur la Terre, se trouve la présence d'eau. Celle-ci y existe sous trois formes physiques : gazeuse (la vapeur d'eau), liquide (l'eau proprement dite) et solide (la neige, la glace).

La glace ne représente que 2% de l'ensemble des eaux terrestres et se localise dans les régions froides, montagnes et, surtout, pôles. Malgré cette faible proportion, elle joue un rôle climatique considérable et, nous le verrons, constitue une archive irremplaçable de l'histoire climatique.

Une distinction s'impose dans les glaces polaires entre ce qui constitue d'une part la banquise et d'autre part les glaciers :

- La banquise se constitue à partir du gel des surfaces marines. Comme telle, elle n'atteint que de faibles épaisseurs, quelques mètres tout au plus. La surface qu'elle occupe varie au cours des saisons. Maximale en hiver, elle diminue considérablement en été, une partie demeurant cependant pérenne. Il faut souligner que les variations dans l'extension de cette banquise n'entraînent pas de changement dans le niveau marin, la masse d'eau gelée correspondant exactement à celle du volume d'eau qu'elle déplace, conformément à la loi d'Archimède.

- Les glaciers ont une origine toute différente. Ils sont le résultat de l'accumulation des précipitations s'effectuant sous forme de neige. Cette neige se tasse du fait de son propre poids, donnant d'abord une substance relativement peu dense que l'on peut creuser à la pelle, qui est le névé. Progressivement, sous le poids des précipitations successives, ce névé se transforme en glace compacte pour former un glacier.

Au contraire de la banquise, la fonte des glaciers entraîne une élévation du niveau des mers, et leur accroissement un abaissement. Ainsi, au maximum de la dernière glaciation, il y a quelque 20 000 ans, les volumes des glaciers étaient tels que le niveau marin était plus bas qu'aujourd'hui de 120 m. Si toutes les glaces du Groenland fondaient, la mer s'élèverait de 7 m. Si c'était le cas des glaces de l'Antarctique, l'élévation serait de 60 m.

Alors que les parties superficielles de ces glaciers montrent des stratifications correspondant à des différences saisonnières qui permettent d'estimer l'âge des couches, ces différences disparaissent progressivement en profondeur. Ainsi, plus on s'enfonce dans le glacier, plus on a la chance de trouver de la glace ancienne. Mais remonter ainsi dans le temps n'a d'intérêt que si les glaces ont enregistré certaines des conditions environnementales qui les ont vu naître. C'est heureusement le cas.

Les glaces : archives du climat

La glace se révèle être notamment un excellent support d'enregistrement climatique. Elle peut être échantillonnée par carottage, soit mécaniquement, soit par chauffage, dans les glaciers de montagne et dans les calottes polaires. Cependant, les premiers ne permettent de remonter que quelques dizaines de siècles en arrière, contre plusieurs centaines de millénaires pour les secondes, auxquelles on s'attachera plus particulièrement.

Il est important d'avoir conscience du fait que les échantillons de glace recueillis en carottage ne se sont pas formés à l'endroit où on les trouve, sauf pour le tout sommet de la carotte. Depuis leur dépôt, en effet, leurs altitudes et leurs situations géographiques ont pu

GROENLAND

Nom	Coordonnées	Altitude	Date fin	Longueur	Âge maximum années BP
Camp Century	77°11'N, 61°08'W	1885 m	1966	1388 m	~100 000
Dye 3	65°11'N, 43°50'W	2477 m	1981	2037 m	90 000 ?
GRIP	72°35'N, 37°38'W	3208 m	1992	3028 m	110 000 ?
GISP2 (Summit)	72°35'N, 38°28'W	3203 m	1993	3053 m	110 000 ?
NGRIP	75°06'N, 42°19'W	2917 m	2003	3085	125 000
NEEM	77° 45'N, 51°06'W	2479 m	2012	2537 m	108 000

ANTARCTIQUE

Byrd	80°01'S, 119°31'W	1524 m	1968	2164 m	90 000
Law Dome	66°44' S, 112°50' E	1390 m	1993	1195 m	90 000 ??
VOSTOK	78°28'S, 106°48'E	3488 m	1998, 2012	3769 m	420 000
EPICA (Dome C, Concordia)	75°06'S, 123°21'E	3233 m	2004	2004	800 000
Dome Fuji	77°19'S, 39°42'E	3810 m	2007	3035 m	720 000

Tableau : Carottages longs de plus de 1 000 m au Groenland et en Antarctique

changer du fait soit de l'accumulation des glaces, soit de leur tassement, soit de leur écoulement (car la glace montre une certaine viscosité), soit de l'enfoncement du socle par isostasie. Par ailleurs, du fait de l'écoulement de la glace, des plissements ou des écaillages ont pu s'y produire, ce qui peut entraîner des erreurs d'interprétation.

Pour reconstituer les signaux paléoclimatiques contenus dans la glace, il faut la dater. Hors les quelques derniers siècles ou millénaires, où l'on peut encore reconnaître des strates saisonnières, il n'existe pas de moyen d'effectuer directement cette datation. En première approximation, on peut procéder en modélisant le tassement de cette glace sous son propre poids, qui est une fonction exponentielle de la profondeur. Mais un simple tassement ne peut exister que s'il n'y a pas d'écoulement latéral de cette glace, ce qui ne peut se trouver qu'au sommet d'une calotte polaire, à condition que ce sommet ne se soit pas déplacé au cours du temps. L'écoulement de la glace doit donc être pris en compte, ainsi que les variations dans le temps de l'intensité des précipitations.

Pour mieux asseoir la chronologie, on utilise aussi des marqueurs téphrochronologiques, c'est-à-dire de poussières volcaniques, celles-ci étant souvent trouvées dans les glaces (par exemple celles projetées par l'éruption du Tambora, en 1815), ainsi que des comparaisons avec l'évolution d'indicateurs paléoclimatiques reconnus dans des carottes de sédiments marins datés.

De nombreux carottages de grande profondeur ont été effectués dans la glace des calottes polaires depuis une cinquantaine d'années. Les plus longs ont traversé plus de 3 km de glace et permis de remonter dans le temps de plus de 800 000 ans. Nous

ne commenterons, ci-dessous, que ce qui a donné lieu à des sondages profonds ayant atteint ou approché le socle rocheux sur lequel reposent les glaciers (voir tableau et fig. 1).

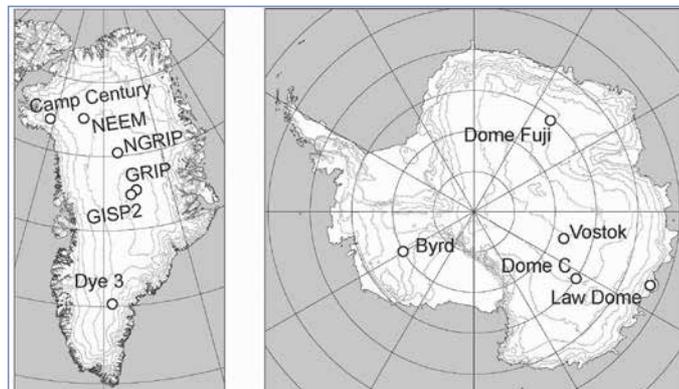


Fig. 1. Situation des sondages profonds au Groenland et en Antarctique

Sondages profonds du Groenland

Les études sur le glacier groenlandais sont indissolublement liées au nom d'Alfred Wegener. Plus connu par sa théorie de la dérive des continents, Wegener est en effet le premier scientifique à y avoir hiverné en 1913 avec le géologue danois Lauge Koch. Ils y ont fait des observations météorologiques et des mesures dans la glace qu'ils perforèrent sur 25 m avec une tarière. L'année suivante, ils traversèrent l'inlandsis de part en part.

Seize ans plus tard, Wegener reprit ses études sur le glacier en organisant deux expéditions : la première en 1929, destinée à préparer

la seconde, principale, en 1930. Son projet était de mettre en place 3 stations météorologiques. C'est au cours de cette expédition qu'il trouva la mort. Deux membres de l'expédition, Johannes Georgi et Ernst Sorge, hivernèrent durant plusieurs mois à la station Eismitte, qu'ils mirent en place en plein centre de la calotte glaciaire. Ils y creusèrent un puits de 16 mètres de profondeur ce qui leur permit de voir qu'il existait des couches de glace de différentes densité correspondant à une structuration annuelle. C'était là le début d'une chronologie glaciaire.

La tragique dernière expédition de Wegener

En 1930, l'expédition au Groenland montée par Alfred Wegener avait notamment comme but de mettre en place trois stations météorologiques. L'une d'elle, Eismitte, située en plein centre de la calotte glaciaire avait comme occupants Johannes Georgi et Ernst Sorge. Ceux-ci, à court de réserves firent appel à Wegener qui, le 30 octobre, accompagné de Fritz Loewe et de l'Inuit Rasmus Villumsen, arriva à Eismitte. Malheureusement, les orteils de Loewe ayant gelé, il en fut amputé par Georgi, et ceci sans anesthésie et au moyen d'une cisaille. Laissant Loewe à la station, Wegener et Villumsen prirent le chemin du retour le 1^{er} novembre. Ils n'arrivèrent jamais à destination. Le corps de Wegener fut retrouvé gelé en mai 1931, celui de Villumsen ne fut jamais retrouvé.

Cette possibilité d'accès à une chronologie glaciaire a été mise à profit bien plus tard par le chercheur danois Willi Dansgaard, pour élaborer une histoire climatologique. Dans une publication de 1954, il montra qu'il existait une corrélation entre la température et les rapports isotopiques de l'oxygène des eaux de précipitation. Cela lui a permis d'évoquer la possibilité de mettre en évidence d'éventuels changements climatiques par la mesure des isotopes de l'oxygène des couches de glace.

Camp Century

Dansgaard eut l'occasion d'éprouver son hypothèse par l'étude d'une longue carotte de glace prélevée à Camp Century. Camp Century était une base militaire américaine mise en place en 1958 pour des raisons stratégiques au Nord-Ouest du Groenland dans le cadre de l'OTAN. Il était notamment prévu d'y stocker quelques centaines d'ogives nucléaires. Cette immense base, creusée dans le névé était dotée d'un réacteur nucléaire. Elle a été abandonnée en 1966. Le réacteur nucléaire a été enlevé, mais les structures et différents polluants sont restés sur place.

Cette base était équipée d'un matériel de sondage profond capable d'extraire en continu des carottes de glace (Fig. 2). Il fut ainsi possible, en 1966, de forer le glacier sur une épaisseur de 1 388 m, profondeur à laquelle le socle rocheux fut rencontré.

Sur sa demande, Willi Dansgaard se vit confier l'étude isotopique de cette carotte. Les résultats de ses mesures furent particulièrement fructueux. Une chronologie basée sur les couches annuelles de glace pour le haut de la carotte et sur un modèle de tassement pour la partie inférieure estima l'âge du bas de la carotte à environ 100 000 ans.

Jusqu'à -10 000 ans, les mesures de concentration isotopique de l'oxygène 18 de la glace s'écartaient peu des valeurs actuelles. Mais entre -10 000 ans et -100 000 ans, elles diminuaient notablement, indiquant un fort refroidissement correspondant évidemment au dernier épisode de la glaciation quaternaire connu sous le nom de Würm. Dans le détail, on pouvait même y percevoir les fluctuations connues au cours de cette phase glaciaire.

DYE 3 (GISP)

À peu près en même temps que l'établissement de Camp Century, et aussi pour des raisons stratégiques, les États-Unis mirent en place le dispositif connu sous le nom de DEW-line (Distant Early Warning line, ligne avancée d'alerte précoce). Il s'agissait d'une série de stations radar destinées à détecter l'intrusion d'aéronef ou de missiles soviétiques. Des opérations de carottage dans la glace furent effectuées sur le site de l'une d'entre elles, DYE 3, située dans la partie sud du Groenland.

Le sondage de DYE 3, commencé en 1971, était le premier d'un programme, GISP (Greenland Ice Sheet Project) auquel coopéraient le Danemark, la Suisse et les États-Unis. Après plusieurs sondages intermédiaires, le socle rocheux fut atteint à une profondeur de 2 037 m en 1981.

GRIP

Après le sondage de DYE 3, un programme européen désigné par le nom de *Greenland Icecore Project* (GRIP) a été alors mis au point, à partir de 1987. Ses participants furent la Belgique, le Danemark, la France, l'Allemagne, la Grande-Bretagne, l'Islande, l'Italie et la Suisse. Le lieu choisi pour le sondage, était situé au plus haut point de la calotte groenlandaise. Ce choix était dicté principalement par le fait que les glaciers s'écoulaient en partant de ce point, ce qui permettait d'imaginer que la glace traversée avait toute chance de s'être formée sur place et n'avait subi qu'un tassement. Le sondage ayant commencé en 1990, la base du glacier fut atteinte à une profondeur de 3 028 m en 1992.

GISP2

Parallèlement à cette initiative européenne, les États-Unis mirent en place un programme destiné à effectuer un sondage profond 30 km plus à l'ouest. Connu sous le sigle GISP2, il prolongeait le programme GISP inauguré à DYE 3. Il atteint une profondeur de 3 053 m en 1993, pénétrant de 1,5 m dans le substratum rocheux.

Les deux sondages GRIP et GISP2 ont abouti à des résultats presque identiques. Une de leurs caractéristiques communes, que l'on peut

trouver regrettable, est que leur partie profonde n'est pas utilisable pour la climatologie, leur frottement sur un fond rocheux présentant des reliefs a conduit à des dislocations et des plissements de telle sorte que l'enregistrement utilisable ne permet pas de remonter au-delà de quelque 100 000 ans.



Fig. 2. Carotte de glace extraite par les ingénieurs du Cold Regions Research and Engineering Laboratory de l'armée des États-Unis à Camp Century, Groenland. (Photo ERDC Cold Regions Research and Engineering Laboratory, domaine public).

NorthGRIP

Le sondage NorthGrip (ou NGRIP), suite du programme GISP, a été coordonné par le Danemark. Il avait été imaginé pour aller plus loin dans le temps que GRIP et GISP2, à un site (à 200 km au N de GRIP) qui semblait encore plus favorable. Commencé en 1995, il se bloque en 1996 à 1 400 m de profondeur. Un second sondage repart de zéro en 1999 et atteint le substratum, où coule une rivière sous-glaciaire, en 2003, ayant traversé le glacier sur 3 085 m. L'âge maximum est estimé à 125 000 ans. Au contraire de GRIP et GISP2, la partie profonde du glacier ne semble pas ici être perturbée.

NEEM

Pour aller plus loin encore, le sondage NorthGRIP a été suivi par le programme *North Greenland Eemian* (NEEM) qui a prélevé en 2010 une carotte de 2 537 m pour un enregistrement climatique fiable de 128 000 ans.

EastGRIP

Un programme international coordonné par le Danemark a été commencé en 2015. Il a mis en œuvre un sondage destiné à toucher le substratum à 2 550 m. Il a atteint 1 767 m en 2018.

Sondages profonds en Antarctique

Byrd

La base américaine Byrd a été mise en place à l'occasion de l'Année géophysique internationale (1957-1958). La profondeur des sondages qui y ont été pratiqués s'est augmentée progressivement (309 m en 1958) jusqu'à, en 1968, atteindre le substratum rocheux à 2 164 m, l'âge évalué à ce niveau étant de 90 000 ans. Le carottier resta malheureusement coincé dans le sondage et les équipes américaines durent attendre 25 ans pour procéder à un nouveau forage profond.

VOSTOK

Également à l'occasion de l'Année géophysique internationale, l'Union soviétique mit en place une base scientifique, Vostok, située à 1 250 km du pôle Sud, à une altitude de 3 488 m. Les conditions climatiques y sont particulièrement rudes : le record mondial de basse température (- 89,2°C) y a été enregistré. Une série de forages dans le glacier y a été commencée en 1970. Sur une période de quelque 30 ans, de multiples forages furent effectués, nonobstant de nombreuses difficultés (blocages de carottiers, déviation de sondages, incendie en 1982). Pour aider à la poursuite des opérations, l'aide des États-Unis et de la France fut apportée. En 1998, la profondeur de 3 623 m fut atteinte. Mais la dernière profondeur où la glace n'est pas perturbée se trouve à 3 310 m pour un âge estimé de 420 000 ans. Au-delà, on trouve de la glace provenant d'eau regelée. En effet, il existe sous le glacier un lac de grande étendue, ce qui a d'ailleurs imposé alors de stopper le forage pour éviter de le polluer. Les travaux ont cependant continué depuis (3 769 m en 2012), en tenant compte de la présence de ce réseau sous-glaciaire.

Law Dome

Non loin de la côte, face à l'Australie, un sondage fut effectué par ce pays avec une collaboration internationale. Commencé en 1987, il fut arrêté en 1993 à 1 195 m, près du substratum rocheux. L'âge de sa base est estimé à quelque 90 000 ans.

EPICA Dôme C

Un site particulièrement favorable aux sondages glaciaires avait été localisé au site désigné comme Dôme C. En effet, situé là où la glace se déplace peu latéralement, sa partie profonde doit n'avoir subi qu'un tassement et s'être formée au lieu du forage. En 1978, un carottage franco-américain y atteint 903 m pour un âge de 45 000 ans.

En écho au succès du programme GRIP au Groenland a été mis en place, en 1995, un projet européen de forage dans les glaces profondes de l'Antarctique désigné comme EPICA (*European Project for Ice Coring in Antarctica*). Le lieu choisi a été le Dôme C, où avait alors été construite la base permanente Concordia. En 1999, un premier sondage voit le carottier bloqué à 780 m. Mais un second sondage y atteint 3 270 m en 2004 et a été stoppé 5 m au-dessus du socle rocheux, les derniers mètres montrant de

la glace regelée. Selon toute apparence, ce carottage a permis de remonter dans le temps à quelque 800 000 ans. Un autre sondage EPICA situé à la station Kohnen, démarré en 2001, a atteint le socle à 2 774 m en 2006.

Dôme Fuji

Les Japonais ont à leur tour pris place dans la compétition aux longues carottes de glace. Ils ont effectué un sondage en 1995 au site dit Dôme Fuji qui leur a permis d'extraire une carotte de 2 503 m en 1996 pour 340 000 ans. Le carottier ayant été perdu, un second forage, commencé en 2003, leur a permis d'extraire en 2007 une carotte de 3 035 m pour 720 000 ans.

Réseau sous-glaciaire et glace profonde

Les progrès de la télédétection, notamment l'usage du lidar embarqué sur satellite, ont permis une cartographie précise du substratum des calottes glaciaires. C'est ainsi que l'on a pu mettre en évidence, sous la glace, l'existence d'eau liquide formant un vaste système hydrologique de lacs et de rivières, pour beaucoup interconnectés. La présence de cette eau liquide s'explique par l'action du flux géothermique combinée aux propriétés isolantes de la glace et à la pression que celle-ci exerce vers le bas. En certains points, la température de la glace dépasse alors son point de congélation. C'est par exemple le cas sous la station Vostok où il existe un lac sous-glaciaire dont l'étendue est estimée à quelque 15 000 km². De nombreuses études sont en cours pour étudier la nature et les propriétés de ces eaux.

En définitive, on voit que si les carottages au Groenland n'ont guère dépassé 120 000 ans, ils ont atteint 800 000 ans en Antarctique. On peut se poser la question de l'existence de glaces plus anciennes. Jusqu'à présent, les sondages permettant de remonter le plus loin dans le passé ont rencontré le socle et/ou des eaux sous-glaciaires. Mais il n'est pas interdit de penser que des portions de glaces anciennes ont été conservées, par exemple dans des dépressions du substratum. Leur découverte n'est évidemment pas aisée, mais leur recherche se poursuit.

Ce que nous enseignent les glaces polaires

L'étude physique, chimique et géochimique des carottes glaciaires a fourni de nombreux enseignements concernant l'évolution des climats.

L'analyse isotopique de l'oxygène et de l'hydrogène de la glace elle-même permet de déterminer la température des basses couches atmosphériques où la neige s'est formée. On a, en effet, depuis longtemps montré qu'il existait une très bonne corrélation linéaire entre les rapports isotopiques de ¹⁸O et de ¹⁶O de la glace et cette température. Il en va de même pour les rapports isotopiques de l'hydrogène (¹H, le plus courant, et ²H, appelé aussi deutérium, D). Cependant, la température de l'eau d'origine, dont dépend la composition isotopique de la vapeur d'eau, peut introduire des écarts à ces valeurs.

Les isotopes. L'étude paléoclimatique des carottes de glace fait grand cas de la géochimie isotopique. On appelle isotopes, des éléments chimiques dont les atomes comportent le même nombre de protons (électriquement positifs) mais un nombre de neutrons (sans charge électrique) différents. Par exemple, l'oxygène ¹⁶O, le plus abondant dans l'eau, comporte 8 protons et 8 neutrons, alors que celui de l'oxygène ¹⁸O comporte 8 protons et 10 neutrons. Comme les propriétés chimiques de ces éléments sont liées au nombre de leurs protons, les isotopes d'un même élément ont des propriétés chimiques identiques. Mais comme la masse de leurs atomes n'est pas la même, ils ont des propriétés physiques légèrement différentes. L'identité des propriétés chimiques fait qu'ils sont inclus indistinctement dans des composés les contenant ; la différence des propriétés physiques fait qu'eux, ou leurs composés, sont affectés différemment par des transformations physiques telles que fusion, cristallisation, évaporation, etc. Par exemple, la vapeur d'eau OH₂ comporte une moindre proportion de ¹⁸O que l'eau liquidé dont elle est issue. Ces fractionnements sont à l'origine de la décroissance de la teneur isotopique des précipitations, pluie et neige, à mesure que leur température de formation diminue. Cette propriété permet, entre autres, d'estimer des températures du passé à partir des carottes de glace.

Un bon exemple de l'application de ces principes a été donné par l'étude de la carotte de Vostok (Fig. 3). En remontant le temps, on voit que, sur les derniers 10 000 ans, la température n'était guère différente de celle d'aujourd'hui : c'est ce qui correspond au Néolithique. Mais on voit que cet état a été atteint par une forte remontée de la température à partir d'une époque montrant un minimum de température il y a 20 000 ans. C'est ce que l'on nomme le dernier maximum glaciaire, correspondant, en ce qui concerne la préhistoire, au Paléolithique supérieur. On peut convenir que cette dernière glaciation (on l'appelle parfois le Würm) a commencé il y a quelque 125 000 ans.

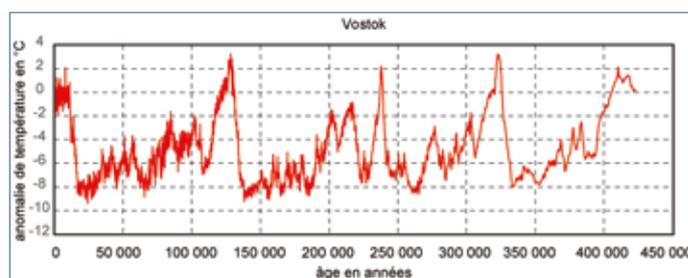


Fig. 3. Variations de la température estimées dans la longue carotte de glace de Vostok. (Données de Petit J.R., et al., 1999, *Nature*, 399, pp. 429-436. Source : IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology).

Entre cet âge et 135 000 ans, on observe une période aussi chaude ou même plus chaude qu'aujourd'hui, que l'on nomme l'Eémien et qui correspond à la phase interglaciaire Riss-Würm. On a donc là l'enregistrement d'un cycle glaciaire complet. Si l'on regarde l'enregistrement dans sa totalité, on voit qu'il s'étale sur 4 cycles glaciaires

dont les représentations graphiques sont très proches. Elles montrent manifestement un rythme de 100 000 ans, lequel s'explique par le contrôle de l'insolation terrestre par les paramètres de la révolution orbitale du Globe, conformément aux idées de Milankovitch.

Si la longue carotte de Vostok a marqué un progrès considérable dans nos connaissances sur la climatologie du passé, celle du Dôme C a permis de les faire progresser encore davantage (Fig. 4). Jusqu'à 400 000 ans, elle confirme tout à fait ce que Vostok nous a apporté et permet de reculer dans le passé de presque 400 000 ans. On a donc ajouté à nos connaissances 4 cycles glaciaires. Leurs rythmicités sont un peu moins claires que celles des cycles suivants, ce qui montre que le fonctionnement de la machine climatique n'est pas simple.

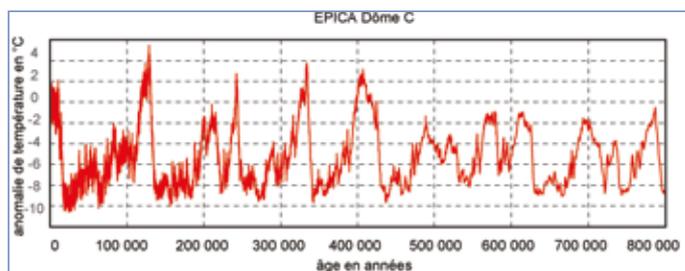


Fig. 4. Variations de la température estimées dans la longue carotte de glace EPICA Dôme C. (Données de Jouzel J. et al. *Science*, Vol. 317, No. 5839:793-797, 10 August 2007. Source : IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology).

Outre la glace elle-même, les bulles d'air qu'elle a emprisonnées à l'époque où elle s'est formée constituent un témoignage irremplaçable sur l'atmosphère de l'époque dont elles nous permettent de connaître la composition. L'enregistrement glaciaire de ces bulles se fait en deux temps. Dans le premier, les précipitations neigeuses, ayant lessivé les poussières et les aérosols atmosphériques se déposent, leurs isotopes ayant enregistré la température de la condensation des nuages au-dessus des sites de dépôt. Dans le second, l'air ambiant, qui remplit les interstices entre les particules de neige, est piégé sous forme de bulles au fur et à mesure que la neige se tasse et se transforme en glace compacte. Il en résulte que les bulles d'air sont plus jeunes (de quelques dizaines d'années à quelques siècles selon le taux d'accumulation de la neige) que la glace qui les entoure. L'analyse chimique et géochimique des gaz contenus dans ces bulles d'air (notamment O₂, CO₂, CH₄) permet de reconstituer l'évolution de l'atmosphère durant le dépôt de la glace (Fig. 5).

De nombreux autres témoignages relatifs à l'évolution du climat et de l'environnement terrestre peuvent être extraits de la glace. L'abondance des poussières transportées par les vents peut être considérée comme un indicateur de l'étendue des déserts à la surface du globe : c'est là, en effet, que ces poussières sont principalement arrachées lors des périodes sèches corrélatives des maximums glaciaires. De nombreux éléments chimiques, très faiblement concentrés, ont été analysés. Ils peuvent donner des renseignements variés. Par exemple, les variations d'abondance en

métaux lourds (Pb, Cd, Tl) sont considérées comme des indicateurs de l'intensité de l'activité industrielle. Enfin, les variations de l'activité solaire, qui modulent l'intensité des rayons cosmiques reçus sur terre, peuvent être mises en évidence par l'analyse de l'isotope cosmogénique ¹⁰Be.

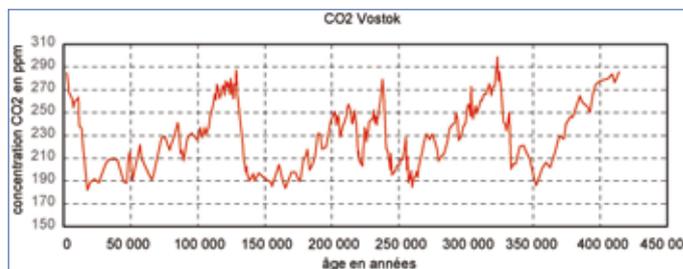


Fig. 5. Variations de la concentration en dioxyde de carbone des bulles d'air renfermées dans la longue carotte de glace de Vostok. Les concentrations sont données en millionnièmes (partie par million, ppm) en volume. Les variations de cette concentration sont conformes à celles de la température. La valeur actuelle (412 ppm en 2018), n'a jamais été enregistrée dans cette carotte. (Données de Petit J.R., et al., 1999, *Nature*, 399, pp.429-436. Source : IGBP PAGES/World Data Center for Paleoclimatology).

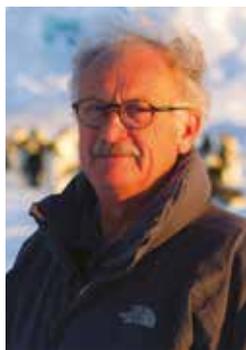
Ainsi, en 50 ans, l'étude des glaces polaires a apporté une quantité de données dont beaucoup sont dues à l'activité de scientifiques français qui ont été au premier rang de ces recherches. Avec l'étude des sédiments marins, qui ont aussi apporté leur lot de données, elle a permis des progrès considérables dans la reconstitution des climats anciens et dans la compréhension du système climatique, compréhension indispensable à la prévision de son évolution future.

Bibliographie

- Lorius, C. *Glaces de l'Antarctique* (1991). Odile Jacob.
- Dansgaard, W. *Frozen Annals* (2005). The Niels Bohr Institute, Copenhagen, Denmark
- Delmas, R. et al. *Atmosphère, océan et climat* (2007). Belin
- Chester C. Langway, Jr. *The history of early polar ice cores* (2008). USA SIPRE / USA CRREL / University at Buffalo (https://icecores.org/docs/Langway_2008_Early_polar_ice_cores.pdf).
- Jouzel, J., Lorius, C. et Raynaud, D. *Planète blanche* (2008). Odile Jacob.
- Jeandel, C. et Mosseri, R. (sous la direction de -). *Le Climat à découvert* (2011). CNRS éd.
- Jouzel, J. *A brief history of ice core science over the last 50 yr. Climate of the Past*, 9, 2013, p. 2525-2547.
- Petit, J.-R. *Vostok - Le dernier secret de l'Antarctique* (2013). Terra Nova.
- Jouzel, J. et Deboise, A. *Le défi climatique - Objectif : + 2°C !* (2014). Dunod.
- Maréchal, C. et Mélières, M.-A. *Climats - Passé, présent, futur* (2015). Belin.
- Foucault, A. *Climatologie et Paléoclimatologie*, 2^e éd. (2016). Dunod.

La recherche médicale dans les zones polaires, applications pratiques

Dr. Claude Bachelard



Claude Bachelard a effectué son Service national à la station scientifique de Port aux Français à Kerguelen en tant que médecin adjoint du district en 1976. En 1981, il succède au professeur Jean Rivolier et devient médecin chef des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF) et des Expéditions polaires françaises (EPF), et par la suite de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV).

Il occupera ces fonctions pendant 38 ans, en charge de tous les aspects sanitaires et de la recherche biomédicale des expéditions organisées par ces institutions. Il y est responsable du contrôle d'aptitude médicale et psychologique des candidats à un séjour dans les expéditions, du recrutement et de la formation de leurs médecins, ainsi que de la gestion des mini-hôpitaux des stations scientifiques françaises. Il réalise des travaux de recherche sur l'adaptation psychosociale à la vie en milieux hostiles, isolés et confinés en tant que chercheur associé au laboratoire de psychologie appliquée de l'Université de Reims, et coordonne les activités de recherche en biologie humaine et médecine réalisées dans le cadre des expéditions. Il est membre des comités de recherche français et internationaux pour l'Antarctique ainsi que du conseil d'administration des EPF. Depuis 2017, il préside le Conseil consultatif des TAAF.

Il est membre des comités de recherche français et internationaux pour l'Antarctique ainsi que du conseil d'administration des EPF. Depuis 2017, il préside le Conseil consultatif des TAAF.

Le contexte général

Toutes les expéditions polaires organisées par les explorateurs français historiques comme Jules Sébastien César Dumont d'Urville, Jean-Baptiste Charcot, Paul-Émile Victor ont compté dans leur effectif un ou plusieurs médecins qui se sont, entre autres, attachés à réaliser des travaux de recherche sur l'adaptation biologique en milieu polaire.



Fig. 1. Dr. Jean Sapin-Jaloustre

De même, les premières expéditions organisées par les Expéditions polaires françaises, Missions Paul-Émile Victor (EPF), comportaient systématiquement au moins un médecin dont le rôle premier était d'assurer la sécurité sanitaire de chacun des membres des différentes campagnes. Mais, en complément, il avait également la

responsabilité de réaliser des études de biologie animale ou humaine. Plus qu'au Groenland, c'est principalement lors des expéditions d'hivernage en terre Adélie que les médecins des EPF se sont impliqués dans des activités de recherche parallèlement à leur rôle en médecine préventive et curative. Lors des tout premiers hivernages en terre Adélie, au début des années cinquante, les médecins d'hivernage comme Jean Sapin-Jaloustre (Fig.1) ou Jean Rivolier (Fig. 2) se passionnent pour l'étude de la faune et en particulier pour celle des manchots empereurs qui, à l'époque, était peu documentée. Ils collectent de très nombreuses données anatomiques, physiologiques et comportementales sur la faune locale et publient des articles de référence sur ces sujets à leur retour en Europe.



Fig. 2. Pr. Jean Rivolier

À l'occasion de ces séjours de longue durée en Antarctique, ces médecins d'hivernage observent des problèmes médicaux qui touchent leurs collègues dans différents domaines comme l'alimentation, la pathologie liée au froid, l'adaptation psychosociale à une situation inhabituelle, etc.

Rapidement, ces sujets touchant à l'adaptation de l'homme à la vie en milieu polaire deviennent leurs sujets de recherche prioritaires. Ces études

sont majoritairement effectuées dans l'objectif de mettre en évidence des solutions aux problèmes rencontrés. Il s'agit de travaux de recherche appliquée qui bénéficient de l'avantage de pouvoir être réalisés grâce à la participation des membres des expéditions. Ces derniers constituent des groupes expérimentaux naturels, homogènes, vivant en conditions réelles de terrain.

Améliorer la sécurité des hivernages

Dans un tout premier temps, l'accent a été mis sur la nécessité d'améliorer les conditions de la vie quotidienne des équipes.

Le souci majeur de prévenir les carences alimentaires dont ont souffert les membres des expéditions jusqu'au début du XX^e siècle a suscité des travaux visant à établir des rations adéquates pour les sujets vivant et travaillant en pays polaires. La question a été envisagée tant pour l'alimentation en hivernage que pour celle

des raids polaires dans le but de déterminer les caractéristiques qualitatives et quantitatives de ces rations ainsi que leur acceptabilité gustative et digestive. Des rations type ont été déterminées.

Des protocoles de supplémentation en vitamine C ont également été testés, puis utilisés en routine jusqu'à ce que l'approvisionnement en denrées surgelées les rende inutiles.

La volonté d'amélioration des moyens de lutte contre le froid a justifié des recherches qui ont débouché sur la mise au point de vêtements et d'équipements efficaces tant pour la vie en station que pour faire face à l'exposition majeure des personnels à l'environnement physique lors des raids. Les cahiers des charges établis au vu des résultats ont permis aux fournisseurs de proposer des produits adaptés aux contraintes climatiques rencontrées et d'améliorer ainsi le confort et la sécurité des personnels.

Prévention de la pathologie liée au froid

L'observation de la survenue de gelures et d'autres pathologies liées au froid a incité Jean Sapin-Jaloustre à réaliser un important travail visant à mieux connaître les facteurs favorisant les gelures et les mesures à mettre en œuvre pour les prévenir. En relation avec les spécialistes de la médecine de montagne, il a contribué à une classification des différents types de gelures et à un ajustement des traitements à adopter vis-à-vis de chacun d'eux. Jean Rivolier a ensuite développé ce thème en l'élargissant à tous les aspects de la physiopathologie du froid.

Jean Rivolier et plusieurs de ses collaborateurs ont effectué des travaux de biométéorologie dans le but de déterminer un indice de pouvoir de refroidissement de l'environnement polaire dont l'utilisation améliore la sécurité des personnels exposés (Fig. 3).



Fig. 3. Étude de biométéorologie

Pathologie accidentelle et fatigue

Le suivi épidémiologique systématique de la pathologie dont sont victimes les hivernants des expéditions polaires a montré la nette prédominance des lésions traumatiques, généralement mineures, en relation avec le travail ou les loisirs. Il en est résulté des études

ergonomiques qui ont abouti à l'élaboration de mesures préventives. Ces dernières ont fait diminuer la survenue de ces accidents lors des séjours longs comme lors des raids. Durant divers hivernages, la fatigue perçue par certains membres des expéditions fut étudiée à la fois par une appréciation clinique, un suivi biométrique et des tests d'effort. La tolérance à l'effort est apparue diminuée pendant la période d'hiver austral et de nuit polaire sans pour autant correspondre à une dégradation physique identifiable. Une corrélation avec une dégradation du tonus psychique des individus semble exister.

Les troubles du sommeil

Des troubles du sommeil ont été relevés sous la dénomination « *big eye* » dans les années cinquante (Fig. 4). Des études objectives ont été conduites par Jean Rivolier et Alain Buguet en utilisant des questionnaires sommeil, des enregistrements EEG puis actimétries. Elles n'ont pas démontré la réalité de ce problème ni au plan quantitatif, ni au plan qualitatif. Le sommeil des sujets étudiés ne s'est avéré réellement perturbé en Antarctique que lorsque les sujets étaient directement exposés au froid ou à une hypoxie d'altitude.



Fig. 4. Étude du sommeil en raid polaire

Les manifestations d'inadaptation psychosociale

Un des premiers constats des médecins d'hivernage a été l'observation de manifestations d'inadaptation psychosociale chez de nombreux personnels avec un retentissement significativement négatif sur le bon déroulement des missions.

Plusieurs médecins comme Jean Sapin-Jaloustre, Jean Rivolier, Gilbert Goy ou François Perrier ont mis en évidence la nature et l'importance de ces troubles.

Jean Rivolier s'est tout particulièrement investi sur ce sujet de recherche. Il a basé sa compréhension de ces manifestations d'inadaptation en les rapprochant du concept général de stress tel qu'il est envisagé à la fois au plan cognitif et biologique. Il appréhende l'individu dans son milieu de vie de façon à la fois globaliste et pluridisciplinaire par le moyen d'une étude de l'interaction de

l'homme avec son environnement à la fois physique, physiologique et psychologique. Il s'agit d'une analyse bio-psycho-sociale. Elle aboutit à une évaluation des capacités individuelles à s'ajuster aux situations stressantes et à y faire face.

Nommé à la tête du bureau médico-physiologique des EPF par Paul-Émile Victor au milieu des années cinquante, il a, entre autres, entrepris et dirigé un travail de longue haleine sur ce sujet toujours dans un but de prévention des situations à risque et de préservation de l'efficacité des expéditions. Il a mis en place un protocole systématisé d'observations cliniques, d'études quantitatives et qualitatives de ces manifestations qui a permis d'isoler un ensemble de troubles fonctionnels et de manifestations psychosomatiques caractéristiques d'une inadaptation aux conditions de stress rencontrées dans cette situation. Il a ainsi défini un « Syndrome Mental d'Hivernage » comprenant un ensemble de composantes thymiques, sociales, somatiques et occupationnelles. Cette définition a fourni aux médecins d'hivernage un moyen de détecter la survenue de ces manifestations et de tenter de mettre en œuvre des actions pour en atténuer les conséquences.

Contrôle d'aptitude psychologique

La mise en évidence, dès 1956, de l'existence de ces manifestations psychosociologiques a justifié la mise au point de méthodes de sélection psychologique pour instituer un « contrôle d'aptitude » systématique de tous les candidats aux hivernages. Jean Rivolier a mis ces méthodes au point en collaboration avec le service psychologique du personnel navigant de l'Armée de l'Air et François Perrier, un psychiatre ayant hiverné en terre Adélie en 1961.

Ainsi, un premier modèle d'examen de sélection psychologique a pu être utilisé aux EPF. L'objectif était d'éliminer les candidats à personnalité pathologique et ceux présentant des facteurs de risques d'inadaptation trop importants. L'examen comprenait un ensemble d'outils tels que des questionnaires de personnalité, un test projectif et un entretien réalisé par un psychiatre ou un psychologue portant principalement sur les motivations, la situation familiale et professionnelle et l'anticipation de la situation sur le terrain.

En 1962, une conférence de médecine polaire qui s'est tenue à Genève a confirmé la fréquence de ces manifestations d'inadaptation dans la majorité des expéditions des autres nations et la nécessité d'intensifier la réalisation de travaux de recherche sur la psychologie en hivernage.

Jean Rivolier s'est attaché à ce que les EPF jouent un rôle important dans ce domaine. À partir de 1969, il est devenu médecin-chef des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF) en élargissant ses responsabilités à la logistique médicale et à la recherche en biologie humaine dans l'ensemble des quatre districts de ce territoire. Il a poursuivi ces études sur une plus large population

soumise à divers degrés d'intensité des contraintes environnementales et opérationnelles.

Ces travaux ont été réalisés grâce à des contrats passés avec la Direction des recherches, moyens et essais (DRME, puis DRET) du ministère de la Défense en réalisant des études systématiques dont les objectifs étaient :

- la mise au point de méthodes de sélection psychologique et d'évaluation de la qualité d'adaptation comportementale des hivernants pendant leur séjour,
- l'étude de la fiabilité de cette sélection en comparant les pronostics portés avant le départ et la qualité de l'adaptation en hivernage. Elle a, dans l'ensemble, montré de bonnes prédictions.

Dans ce cadre, un questionnaire de personnalité spécifique (IP9) a été validé sur la population des expéditions polaires avec la participation de Jacques Brémond. Il s'est avéré être un instrument particulièrement utile à cette sélection.

Jean Rivolier a poursuivi ce travail avec Geneviève Cazes en faisant évoluer les techniques de sélection et en explorant d'autres axes de recherche comme la réalisation d'observations indirectes et des questionnaires sociométriques. Il a également, avec son équipe du service médical TAAF/EPF, élaboré des méthodes de sélection pour le choix des chefs d'expéditions en évaluant, les qualités de leadership, la résistance au stress, le self-control, la capacité à prendre des décisions, l'aptitude à la communication et le niveau d'empathie. Ces travaux ont été complétés par des études sociométriques visant à comprendre le fonctionnement et les réactions de ces petits groupes isolés vivant en conditions de stress sur le long terme (hivernages) comme sur le court terme (raids antarctiques et arctiques).

L'International Biomedical Expedition to the Antarctic (IBEA)

Jean Rivolier, reconnu par ses pairs au niveau international, est alors devenu président du groupe de travail de Biologie Humaine et Médecine (HB&MWG) au sein du Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR) dont l'objectif était la promotion et la coordination de la recherche en médecine, en physiologie, en biologie et en psychologie appliquée aux activités humaines en Antarctique.



Fig. 5. Camp du raid IBEA

C'est dans ce cadre qu'il est parvenu à organiser en 1980-81, l'IBEA. Il s'agissait d'une expédition internationale à laquelle ont participé douze médecins et physiologistes pour réaliser un programme pluridisciplinaire consacré à l'étude holistique de l'adaptation de l'homme aux contraintes de la vie en raid polaire (Fig. 5).

Ces volontaires, à la fois observateurs et sujets, ont été suivis et testés avant, pendant et après leur participation à un raid sur le plateau antarctique en terre Adélie dans le but d'identifier d'éventuelles modifications physiologiques, biologiques, psycho-physiologiques, comportementales ou cliniques induites par les conditions de vie extrêmes rencontrées dans ce contexte et de mettre au point des mesures préventives pour y faire face. Ce raid au cours duquel les participants vivaient sous la tente et se déplaçaient en moto des neiges a alterné camps fixes et déplacements pendant 71 jours sur le terrain.

Les résultats du suivi physiologique ont montré un acclimatement périphérique et une adaptation comportementale au froid. Le niveau de performance physique et psychophysique global n'a pas été affecté et est resté stable pendant tout le séjour en Antarctique. L'importance primordiale des capacités individuelles d'adaptation psychosociale des participants au travail en petit groupe isolé dans un milieu agressif a été largement démontrée. Cette étude a fait l'objet de nombreux articles scientifiques, d'un ouvrage « *Man in the Antarctic* » publié sous la direction de Jean Rivolier avec la collaboration des chercheurs participants et de plusieurs films.

Nommé professeur de psychologie à l'université de Reims à la fin des années soixante-dix, Jean Rivolier a continué de s'intéresser au domaine de l'adaptation psychosociale des sujets vivants en petits groupes en environnements inhabituels et hostiles. Sa collaboration avec le service médical TAAF/EPF, Claude Bachelard, le nouveau médecin chef et Geneviève Cazes, psychologue, est restée très étroite en développant des évolutions des méthodes de sélection des candidats aux expéditions et en incluant une étude approfondie des antécédents médicaux et biographiques mise en relation avec la qualité de l'adaptation en hivernage.

Analogies entre le milieu polaire et le milieu espace

Jean Rivolier et Claude Bachelard ont aussi démontré et promu l'intérêt d'utiliser les analogies entre le milieu polaire et le milieu espace pour l'élaboration en milieu polaire des techniques et instruments de préparation des futurs astronautes des vols spatiaux de longue durée et des missions planétaires comme celles envisagées vers Mars ou la Lune. Le milieu polaire et le milieu espace sont ainsi classés dans les « *Isolated and Confined Environments* » (ICE).

C'est à cette époque que des responsables du Centre national d'études spatiales (CNES) et de l'Agence spatiale européenne (ESA) ont pris contact avec Claude Bachelard pour concrétiser cette idée par une coopération. De plus, en 1987, Jean Rivolier participa à une conférence NASA-NSF intitulée : « *The human experience in*

Antarctica : applications to life in space ». Il y a présenté des sujets sur la sélection et l'intérêt d'effectuer des simulations de missions spatiales en Antarctique.

Les hivernages apparurent alors comme un champ possible d'investigations dont les objectifs seraient des applications à la vie dans l'espace. De nombreux travaux ont été réalisés et publiés par le service médical TAAF/EPF dans cette optique sur divers aspects de la sélection et de la préparation psychologique des personnels.

Jean Rivolier organisa au sein du Groupe de travail de biologie humaine et médecine du SCAR un groupe « *ad hoc* » qui a structuré les échanges entre les chercheurs du milieu polaire et trois agences spatiales, NASA, ESA et CNES. Il en est résulté de nombreuses publications sur des sujets communs aux deux milieux.

En 1992, les structures de la recherche polaire ont été modifiées avec la création de l'Institut pour la recherche et la technologie polaires (IFRTP). Cette agence de moyens pour la recherche polaire a été le résultat de la fusion de la mission de recherche des TAAF et des EPF. Cet institut a été renommé Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV) en 2002. Le service médical devenu TAAF/IPEV puis, TAAF/IPEV a poursuivi ses activités de recherche.

Autres travaux de recherche : consommation d'alcool, télémédecine, mal de mer...

Les travaux d'épidémiologie ont permis d'affiner la compréhension des pathologies qui touchent les membres des expéditions, leur traitement et leur prévention. Les troubles liés aux excès de consommation d'alcool ont été particulièrement abordés pour élaborer une politique de prévention adaptée à cette situation. Des équipements de télémédecine et leurs protocoles d'utilisation ont été testés au profit de leur utilisation en sites isolés. Une équipe de chercheurs a utilisé le fait que le navire de ravitaillement des bases antarctiques roule et tangue fortement pour mieux comprendre les mécanismes déclencheurs du mal de mer et mettre au point des solutions pour le prévenir ou l'atténuer.

Les études de psychosociologie se sont poursuivies dans le droit fil des travaux antérieurs avec des compléments concernant les changements induits par la féminisation des équipes et l'impact de ces missions sur les conditions du retour à la vie en milieu dit « normal ». Ces études ont montré que la mixité est globalement favorable au bon fonctionnement d'un petit groupe à condition que le ratio entre les genres ne soit pas trop déséquilibré et que l'expérience d'un hivernage a des effets majoritairement bénéfiques dans la vie ultérieure des anciens hivernants.

Recherche biomédicale à la base Concordia

Le service médical TAAF/IPEV a, complémentairement à la poursuite de ses travaux propres, soutenu les recherches d'autres labora-

toires français et européens en participant à leur organisation et à leur réalisation dans les districts du territoire des TAAF et surtout à la station franco-italienne Concordia située sur le plateau de l'inlandsis antarctique à 1 200 km de la côte de la terre Adélie (Fig. 6). Cette station a été identifiée par l'ESA comme un site particulièrement adapté à la réalisation d'études dont les résultats pourraient être appliqués à l'exploration spatiale humaine. Un partenariat a donc été établi entre les instituts polaires français et italiens et l'ESA pour la conduite de tests d'instrumentations de support vie et la réalisation de travaux de recherche médicale par des laboratoires européens.



Fig. 6. Station franco-italienne Concordia, été austral.
(© Thibaut Vergoz - Institut polaire français IPEV).

Cette activité de recherche médicale à la base Concordia fait, chaque année, l'objet d'un appel à programme de la part de l'ESA. L'éligibilité des propositions est évaluée par des experts internationaux pour ce qui est de l'intérêt et de la qualité scientifique et par les services médicaux des instituts polaires français et italiens pour ce qui est de leur faisabilité et de leur acceptabilité en hivernage. Les protocoles des laboratoires dont les programmes ont été retenus sont réalisés par des médecins hivernants après une formation préalable.

Une grande diversité de sujets est étudiée depuis l'ouverture de cette station en 2005 :

- adaptation cardio-respiratoire et du sommeil à l'hypoxie sur le

long terme, la station étant située en altitude,

- évolution de la réponse immunitaire,
- intérêt de l'exercice physique dans le maintien de la forme physique et morale des personnels,
- amélioration des techniques de télé-médecine, de télé-opération et de télé-maintenance des équipements médicaux,
- nutrition en site isolé,
- adaptation psychologique individuelle à la vie et au travail dans un « ICE », en incluant les aspects biologiques et physiologiques,
- adaptation à la vie en petit groupe multinational et multiculturel,
- élaboration des procédures de sécurité et de la formation en matière de sécurité.

Cette coopération se poursuit et contribue à améliorer la connaissance et la gestion de la vie de petits groupes en milieu isolé et confiné à long terme.

Revue bibliographique

Une revue bibliographique de Jean Rivolier, Geneviève Cazes et Claude Bachelard portant sur les travaux réalisés à l'initiative du service médical TAAF/EPF a été publiée en 1995 par l'IFRTP sous le titre « Résumé des travaux de recherche en médecine et psychologie dans les Terres australes et antarctiques françaises ». La suite de ce travail est en cours de réalisation.

Conclusion

La longue expérience du service médical TAAF/EPF/IPEV montre tout l'intérêt de confier des travaux de recherche aux médecins des expéditions pour conduire, en complément à leurs activités médicales, des protocoles de recherche à réaliser sur le terrain. Ces études ont principalement une valeur dans le cadre d'une recherche appliquée pour lesquelles il est important de conduire l'expérimentation dans un contexte de réalité terrain avec des équipes qui sont à l'œuvre dans leurs vraies fonctions et à leur vraie place dans le groupe. Cette recherche aboutit à d'importants progrès dans l'organisation et la gestion des hivernages en milieu polaire ainsi que dans des situations analogues tels que le milieu espace, les sous-marins, les chantiers isolés.

Écrire la terre Adélie

La rédaction d'A3 Magazine s'est heurtée à un cas byzantin de majuscule. Faut-il écrire : terre Adélie (comme l'indiquent les dictionnaires) ou Terre Adélie (comme le pratiquent souvent les professionnels) ? Le débat a été passionné et les avis ont évolué !

Initialement, pour Yvon Le Maho c'était sans hésiter « Terre Adélie, car ce n'est pas une terre qui s'appelle « Adélie », le mot « terre » faisant en effet partie du nom choisi par Dumont d'Urville. Pour Jean-Pierre Schwaab, trésorier des expéditions polaires depuis 1993 : j'ai toujours vu « Terre Adélie »

Fabrice Bonardi a constaté la controverse sur internet, la plupart des sites spécialisés TAAF optant pour Terre Adélie, de même que les sites d'orthotypographie, quoique parfois reconnaissant la terre Adélie en même temps le district de la Terre-Adélie !

Finalement, Jean-Claude Hureau a été catégorique : c'est terre Adélie. C'est aussi l'orthographe de la loi 55-1052 portant statut des TAAF. Claude Launay, rédacteur en chef de la Revue de l'AMAEPF depuis 25 ans, a résumé : *on doit écrire terre Adélie, comme dans la Revue, ce que préconisent les dictionnaires, ainsi que le lexique des règles typographiques en usage à l'imprimerie nationale. Il y a beaucoup d'exemples de noms de « terre quelque chose » ou de sites géographiques comme la baie des Anges, le cap Vert, le golfe du Morbihan, l'aiguille Verte, la vallée Blanche, la sierra Nevada... et la terre Adélie.*

1948-1953, quatre expéditions en terre Adélie.

La recherche française prend pied en Antarctique.

Jean-Pierre Jacquin



Jean-Pierre Jacquin est l'actuel secrétaire général des Expéditions polaires françaises dont il est membre depuis 1968. Au cours de son hivernage à Dumont d'Urville en 1969, il effectua des travaux pour le Centre des faibles radioactivités (CFR) de Gif-sur-Yvette. A son retour, le CFR lui confia plusieurs missions pour compléter le réseau de mesures dans les bases antarctiques soviétiques de Bellingshausen et Molodezhnaya. En 1973, il hiverna de nouveau à Dumont d'Urville en qualité de chef de mission.

Au lendemain de la création des Expéditions polaires françaises - Missions Paul-Émile Victor - (EPF) approuvée le 27 février 1947 par le Conseil des ministres, une organisation complexe, encadrant le fonctionnement des EPF, se met en place. Elle réunit les représentants des ministères de l'Éducation nationale, de la France d'Outre-mer, des Finances et du CNRS, pour l'exécution du programme scientifique approuvé par l'Académie des sciences. En juillet 1947, l'Assemblée nationale vote les subventions nécessaires. Dès lors, les EPF mettent sur pied, en un temps record, deux expéditions qui partent de Rouen le 14 mai 1948 pour le Groenland, et de Brest le 26 novembre 1948 pour la terre Adélie.

La mission de 1948-1949 vers la terre Adélie

Le Commandant-Charcot

Les expéditions en terre Adélie ne pouvaient avoir lieu sans un navire spécialisé. Sur fonds du ministère de la France d'Outre-mer, les EPF acquièrent, en février 1948, le mouilleur de filets de mines de la Marine américaine « Lance Wood ». Le navire quitta San Francisco pour atteindre Saint-Malo afin d'y être transformé : la coque et l'étrave furent renforcées pour naviguer dans les glaces de l'Antarctique. Puis le navire, rebaptisé Commandant-Charcot, appareilla pour Brest pour y être armé par la Marine nationale. Peu après le départ de Saint-Malo un moteur puis l'autre tombèrent en panne. C'est en remorque que le Commandant-Charcot arriva dans les bassins de l'arsenal. Les travaux durèrent de longues semaines retardant sérieusement l'appareillage pour l'Antarctique.

Terre Adélie en vue...

Enfin, avec deux mois de retard, le 26 novembre 1948, le Commandant-Charcot, commandé par le Capitaine de frégate Max Douguet, prit la mer avec, à son bord, outre l'équipage de la Marine nationale, les membres de l'expédition chargés d'établir une base scientifique en terre Adélie et d'hiverner pendant un an. L'expédition était placée sous la responsabilité d'André-Frank Liotard, l'un des membres fondateurs des EPF. Les trois montagnards, Robert

Pommier, André-Paul Martin (dit J-A) et Yves Vallette qui, à leur retour du Spitzberg, ont poussé Paul-Émile Victor et les autorités à s'intéresser à l'Antarctique, étaient du voyage. Le navire était lourdement chargé : matériaux de construction, deux weasels (véhicules chenillés), matériel scientifique, vivres pour deux

ans, charbon, essence et trente-cinq chiens de traîneaux.

La route est longue, le navire avançait lentement, entre 7 et 10 nœuds, les moteurs étaient l'objet d'une attention constante. Le 12 février le Commandant-Charcot abordait un pack très dense et, le 13, se trouvait par 66°15'Sud (60 km de la côte). Du haut du nid de pie, Yves Vallette était sûr d'apercevoir la terre « c'est une ligne fine au-dessus du pack... ». Mais le navire ne progressait plus... De toute façon, il était bien tard pour naviguer en mer Dumont d'Urville. À l'escale d'Hobart, le Consul de France avait remis à Valette une lettre de Sir Douglas Mawson qui se terminait ainsi « Je doute que vous puissiez débarquer en terre Adélie en février. Si l'automne est en retard, vous avez une chance, si la saison est en avance, ne gardez aucun espoir de pouvoir débarquer ». Le 25 février, le commandant prenait la décision qui s'imposait : cap au nord !

Au retour, le Commandant-Charcot fit escale aux îles Balleny pour quelques observations scientifiques puis à l'île Macquarie, où hivernait une expédition australienne. À Hobart, cent tonnes de matériel furent débarquées en attente de la prochaine campagne, les chiens furent confiés au parc zoologique de Melbourne. Le navire était de retour à Brest le 11 juin 1949.

1950, cent dix ans après Dumont d'Urville

Une expédition mieux préparée

Le 20 septembre 1949, le Commandant-Charcot, toujours placé sous le commandement de Max Douguet, promu capitaine de vaisseau, quittait Brest emportant dans ses cales des matériels complémentaires à ceux laissés à Hobart, vivres pour deux ans et, sur le pont, le petit hydravion de reconnaissance qui avait fait cruellement défaut lors de la mission précédente.

L'expédition, à nouveau placée sous la responsabilité d'André-Frank Liotard, comprenait onze hommes (sept de la mission précédente dont les « Trois du Spitzberg ») et le pilote de l'hydravion Pierre Widlund. Au large de l'Afrique du Sud, à la consternation de tous, J.-A. Martin décédait subitement. Il fut inhumé à Capetown le 25 octobre

1949. Après Dakar, Capetown, Durban (pour réparer les deux moteurs en panne), l'île de Saint-Paul, le navire fit escale à Melbourne puis à Hobart pour embarquer les 35 chiens, les 100 tonnes de matériel et les deux weasels déposés en mars 1949. Arrivé par avion pour remplacer J.-A. Martin, Georges Schwartz embarqua à Hobart, les futurs hivernants seront bien onze, comme prévu.

L'Australien Fritz Loewe, professeur de l'université de Melbourne, dont l'expérience en terre polaire pouvait être utile (Expédition Wegener, de 1930, au Groenland) avait embarqué à Melbourne pour participer à la campagne d'été.

Le 21 décembre, le Commandant-Charcot reprit la mer et, en dépit de sérieuses difficultés de navigation dans les glaces, était en vue de la côte de terre Adélie le 15 janvier 1950. C'est là que l'hydravion eut un rôle décisif, plusieurs vols permirent en effet de découvrir un passage libre de glace. Le 18 à 2 heures, le navire se trouvait enfin devant le Cap de la Découverte. La reconnaissance en canot de cette partie de la côte a permis, le 19, de retenir une presque île favorable à l'implantation de la première base française en terre Adélie.

Le débarquement, l'installation de Port-Martin

Le 20 janvier 1950, cent dix ans jour pour jour après la découverte de la terre Adélie par Dumont d'Urville, commençait le débarquement des 250 tonnes de matériel. Le 2 février, la construction des bâtiments et des diverses installations pouvait démarrer.

Le 3 février 1950, le capitaine de vaisseau Max Douguet hissait les couleurs sur la base qui fut baptisée Port-Martin en mémoire de J.-A. Martin, l'un des artisans du retour des Français en terre Adélie. Le 8 février, le Commandant-Charcot levait l'ancre, laissant les onze hivernants face à l'inconnu. André-Frank Liotard, écrira « Ce n'est point la solitude qui nous oppresse [...] mais, pourquoi le cacher, une inquiétude qui nous habitera de longs jours encore ».

Pendant deux mois, les durs travaux du chantier se sont poursuivis et, alors que l'hiver s'installait, la construction de la base était

terminée le 9 avril, à la légitime satisfaction, mêlée de fierté, de tous. Désormais, chacun allait pouvoir se consacrer aux objectifs scientifiques sans négliger les obligations et corvées nécessaires à la survie du groupe dans un milieu particulièrement hostile, auxquelles s'ajoutaient les soins et la garde des chiens. Le programme scientifique, très important pour cette petite équipe - météorologie, hydrographie, biologie, sismologie, géodésie, cartographie, sondages ionosphériques, étude du ciel nocturne - exigeait des sorties régulières par n'importe quel temps. « Il faut sans cesse réparer, consolider, dégager la neige : les instruments ne donnent des résultats valables qu'au prix d'un sacrifice quotidien de l'homme, entièrement dévoué [...] au service de la science » écrira André-Frank Liotard dans « terre Adélie ». Les observations météorologiques, les sondages ionosphériques et les problématiques vacances radio s'emparaient du temps des hommes et bousculaient les heures de repas, de détente et de repos. L'entente et la coopération qui régnaient à Port-Martin aidèrent les onze hommes à affronter sans trop de mal les rigueurs de l'hiver. Ils vivaient cependant dans l'attente du printemps qui leur permettrait d'échapper à la routine quotidienne en partant, à la tête de leurs chiens, explorer la zone côtière de la terre Adélie proche du cercle polaire, entre les 136° et 142° méridiens Est. L'objectif principal était d'établir une carte précise de la côte en s'appuyant sur les photos aériennes de l'amiral Byrd prises au cours de l'été 1946-1947.

À la conquête de l'ouest

En juin, au cœur de l'hiver, Yves Vallette et Robert Pommier effectuèrent un premier raid d'essai à skis sur la banquise jusqu'à la pointe Alden, un peu au-delà du 142° méridien (Fig. 1). Au départ de Port-Martin (141°24') ils parcoururent, en huit jours, 70 km dans des conditions extrêmement difficiles.

Puis deux autres raids d'essais eurent lieu vers l'ouest, de fin septembre à début octobre, afin d'expérimenter la conduite des atte-

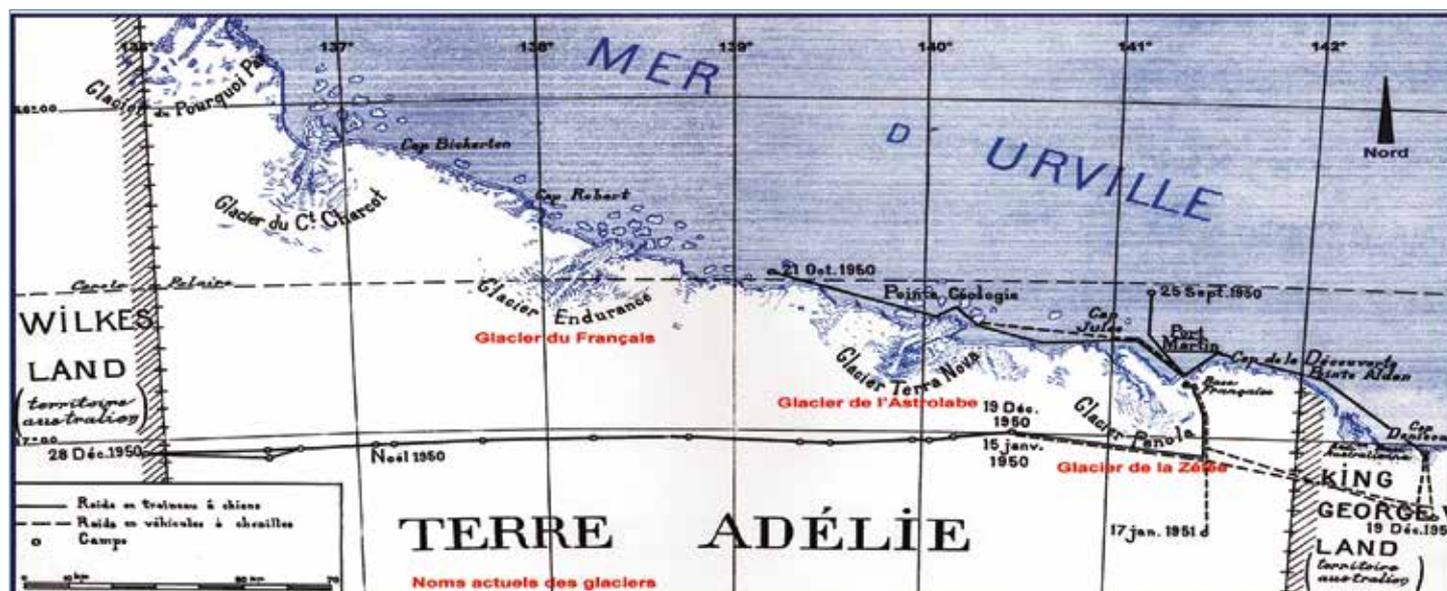


Fig. 1. Carte de la terre Adélie, encore imprécise en 1950. Tracés des raids effectués lors du premier hivernage

lages sur la glace de mer, les bivouacs sous la tente et de vérifier le fonctionnement du matériel radio et du matériel scientifique.

Riches de l'expérience acquise au cours de ces raids, nos explorateurs pouvaient alors s'aventurer en direction de Pointe Géologie située à 75 km à l'ouest de Port-Martin et à 15 km au sud du Rocher du Débarquement sur lequel Dumont d'Urville planta le drapeau français le 20 janvier 1840.

Le 13 octobre, deux équipes de trois hommes partirent séparément, empruntant des chemins différents en direction de l'archipel de Pointe Géologie (140° Est) où ils se retrouvèrent. Pour accéder à l'archipel ils durent s'éloigner de la côte afin de contourner la langue glaciaire de l'Astrolabe, zone de banquise fracturée, difficile et dangereuse. Ils y parvinrent, non sans difficultés, et découvrirent l'impressionnante colonie de manchots empereurs (Fig. 2). Les deux équipes étaient de retour à Port-Martin l'une le 26, l'autre le 28 octobre.



Fig. 2. La colonie de manchots empereurs de l'archipel de Pointe Géologie découverte au cours du raid de printemps (R. Kirsner/EPF)

L'exploration de la terre Adélie était loin d'être achevée : il restait à s'aventurer jusqu'au 136° Est. Le 9 décembre, trois hommes, deux traîneaux et douze chiens repartirent vers l'ouest, non pas sur la banquise en cours de dislocation, mais sur le plateau. Ils atteignirent leur objectif le 28 décembre après avoir parcouru près de 300 km dans des conditions beaucoup plus éprouvantes que celles du raid d'octobre sur la banquise. Ils rebroussèrent chemin et furent à Port-Martin le 19 janvier 1951. Le Commandant-Charcot était au mouillage dans la baie depuis le 9 janvier, il était grand temps pour nos trois explorateurs de rencontrer leurs successeurs et de préparer leur embarquement.

1951, un deuxième hivernage à Port-Martin

Des conditions, glaces et météo, assez favorables

Toujours sous le commandement de Max Douguet, le Commandant-Charcot appareilla de Brest le 3 octobre 1950. La nouvelle mission, placée sous la responsabilité du lieutenant de vaisseau Michel Barré, comprenait 17 hommes pour l'accomplissement d'un programme scientifique plus ambitieux. Outre les vivres, le charbon et le carburant, le navire emportait un troisième weasel, les matériaux pour l'agrandissement de la base et, sur le pont, l'hydravion et une petite vedette pour les travaux d'hydrographie. Il atteignit Hobart le 25 décembre et en repartit le 28 après avoir embarqué l'Australien Fritz Loewe chargé des travaux de glaciologie pendant l'hivernage.

Le navire n'ayant rencontré que peu de glace, Port-Martin fut atteint en 13 jours. L'accueil aux nouveaux arrivants apportant courrier et vivres frais (champagne offert par Paul-Émile Victor), fut évidemment très chaleureux. L'installation d'un deuxième hivernage pouvait commencer. Le débarquement, travail harassant mettant à contribution marins, anciens et futurs hivernants, commencé le 10 janvier était terminé le 17. Le navire pouvait alors explorer la côte sur 120 km, de Cap Denison à Pointe Géologie. Des observations géologiques et des prélèvements d'échantillons furent effectués en plusieurs points. Après avoir fait un dépôt de vivres et de carburant dans l'archipel de Pointe Géologie, le navire quittait la terre Adélie le 5 février 1951 avec à son bord les membres du premier hivernage moins Georges Schwartz et François Tabuteau qui remplirent pour un deuxième hivernage. En levant l'ancre, le Commandant-Charcot entamait son ultime navigation en mer Dumont d'Urville.

Les conditions de l'hivernage 1951

Six hommes de plus et le développement du programme scientifique nécessitèrent la construction de nouveaux abris et l'agrandissement du bâtiment principal. Les travaux entrepris sans retard étaient pratiquement terminés au départ du Commandant-Charcot (Fig.3). La superficie construite passait de 150 à 320 m². Le mois de février fut consacré aux réparations, à la remise en état des appareils, notamment des deux groupes électrogènes. Pour faire face à l'accroissement prévisible de la consommation d'électricité un troisième groupe plus puissant fut installé. Dès lors, le programme scientifique pouvait se poursuivre et se développer dans de meilleures conditions. Avant que ne se reforme la banquise, la vedette Skodern effectua sept sorties hydrographiques, mais, le 17 mars, alourdie par les embruns gelés déposés par un fort blizzard, elle coula. Puis l'hivernage s'installa dans la routine d'un travail intense et le confort rudimentaire de locaux, qui bien qu'agrandis, n'offraient



Fig. 3. La base de Port-Martin après son agrandissement en 1951. Le Commandant-Charcot au mouillage dans la baie (R. Kirsner/EPF).

aucune possibilité pour chacun de s'isoler. Rien pourtant ne semble entamer, le moral et la cohésion de l'équipe : « *Pendant les treize mois de notre hivernage, aucune querelle ne s'est élevée, aucun différent n'a dégénéré en antagonisme, aucune discussion n'a pris un tour déplaisant* » écrira le chef de mission Michel Barré dans « *Blizzard* ». Le mois de juillet aurait pu être dramatique sans le courage et l'habileté du médecin-chirurgien Jean Cendron qui, dans des conditions assez sommaires, dut opérer en urgence le radio souffrant d'une occlusion intestinale aiguë. Une salle d'opération fut improvisée dans la salle commune. L'intervention réussit au grand soulagement de tous, et le patient put reprendre ses activités.

Poursuite de l'exploration de la terre Adélie

Les raids d'exploration restaient l'objectif principal de cette mission, prolongement de ceux qui avaient eu lieu en 1950 (Fig. 4). En traîneaux à chiens et en weasels, ces raids furent effectués en direction de cap Denison, Pointe Géologie et cap Pépin.



Fig. 4. Raid de printemps sur la glace de mer

D'avril à décembre, plus de 3 000 km furent parcourus sur la banquise et sur le plateau. Les raids d'hiver, effectués dans l'obscurité et le mauvais temps, ne furent possibles que grâce aux deux weasels entièrement fermés qui offraient un abri, certes exigu, mais sûr, quand les jours de blizzard empêchaient la progression de la caravane et le bivouac sous la tente. Le 20 juin, en pleine nuit polaire, une caravane de deux weasels remorquant des traîneaux lourdement chargés s'élançèrent sur la banquise vers la colonie de manchots empereurs de Pointe Géologie. Michel Barré gardera «...un souvenir inoubliable [de] ce départ pour l'inconnu, dans l'obscurité. Aucun raid ne m'apportera plus tard une plus belle sensation d'évasion et de mystère ». Après avoir contourné les langues glaciaires de La Zélée et de L'Astrolabe et d'énormes icebergs, après avoir échappé aux faiblesses de la glace en plusieurs endroits de la banquise, les cinq hommes découvrirent, le 23 vers minuit, dans la lumière de leurs phares, le spectacle fascinant de cette colonie de cinq mille manchots empereurs couvant leurs œufs, blottis les uns contre les autres. Jean Cendron chargé des études de biologie fit des observations comportementales, et plusieurs individus furent bagués. Tous les raids permirent d'effectuer des levés géodésiques et cartographiques (Fig. 5). En outre, des relevés météorologiques, des mesures du magnétisme et d'hydrographies furent systématiquement réalisés. Le programme soutenu de raids prit fin le jour de Noël, les



Fig. 5. Levés topographiques au cours d'un raid en weasels sur le plateau (Photo R. Kirsner/EPF)

hommes rentrèrent à Port-Martin épuisés et affamés. Michel Barré écrira « *Comme toujours, au retour des raids, la base nous semble le paradis retrouvé* ».

La relève

Après son retour à Brest, le 1^{er} juin 1951, le Commandant-Charcot fut rendu au ministère de la France d'Outre-mer, la Marine nationale ayant renoncé à armer le navire. Les EPF affrêtèrent alors le phoquier norvégien Tottan qui, sous le commandement du capitaine J. Engebretsen, débarqua, le 14 janvier 1952, l'équipe de la relève. Le 17, le navire se rendait dans l'archipel de Pointe Géologie pour déposer quatre hommes, vivres et matériel sur l'île des Pétrels, afin d'y établir une petite base et étudier les manchots empereurs.

L'incendie

Le 22 janvier, de retour de Pointe Géologie, le Tottan mouillait dans la baie et devait lever l'ancre le lendemain après avoir réembarqué les anciens hivernants. Port-Martin était désormais sous la responsabilité de René Garcia et de son équipe.

Le 23, à 3 h 30, un feu se déclarait dans l'atelier et se propageait à tout le bâtiment. Les hommes s'emparèrent aussitôt de tous les



Fig. 6. Les hivernants assistent impuissants à la progression de l'incendie (Photo R. Kirsner/EPF).

extincteurs et tentèrent par tous les moyens d'empêcher la propagation de l'incendie au bâtiment mitoyen, en pure perte car le vent ne faiblissait pas (Fig. 6).

À 4 h 15 les deux bâtiments étaient la proie des flammes et au petit matin il n'en restait rien. Michel Barré écrira « *L'incendie de la base de Port-Martin, la dernière nuit de notre séjour en terre Adélie, nous avait laissé la mémoire à vif comme une brûlure. [...] nous ne pouvions pas, au moment de notre retour, évoquer la base sans avoir devant les yeux le brasier ronflant dans le vent qui laissa derrière lui une longue traînée de décombres informes et noircis* ». Par chance, les résultats scientifiques de l'année écoulée, et les effets personnels furent sauvés pour l'essentiel. Le chef de la relève René Garcia et son équipe, après en avoir débattu, arrivèrent à la conclusion que si l'hivernage restait techniquement possible il aurait été sans objet car tous les équipements scientifiques avaient été détruits. Le soir même les deux équipes embarquèrent sur le Tottan.

1952, hivernage sur l'île des Pétrels, Pointe Géologie

Quatre hommes devaient hiverner dans un petit bâtiment à construire sur l'île des Pétrels (Fig. 7). Leur sécurité et leurs communications radio devaient être assurées par Port-Martin. L'incendie conduisait donc à annuler la mission de Pointe Géologie mais, les quatre hommes, auxquels se joignirent trois de ceux qui devaient hiverner à



Fig. 7. La première base sur l'île des Pétrels au cœur de l'hiver. En arrière-plan, d'autres îles puis le glacier de l'Astrolabe (J. Rivolier/EPF)

Port-Martin, dont l'Australien Robert-George Dovers, étaient décidés à accomplir leur mission. Leur décision a été prise dans l'urgence, sans l'aval de Paris, injoignable en raison des mauvaises propagations radio. Arrivé le 24, le Tottan levait l'ancre le 25 janvier.

Le bâtiment prévu pour quatre dut être agrandi et le 10 février, les sept hommes purent, quittant leurs tentes, s'y installer pour vivre et entreprendre, en dépit de conditions précaires, leurs travaux scientifiques. Deux raids eurent lieu en juin, vers le nord de la banquise pour déterminer le lieu de pêche des empereurs, et vers Port-Martin pour récupérer les deux weasels et du matériel. En août, des observations glaciologiques commencèrent sur la glace de mer. Deux raids importants eurent lieu au retour du printemps pour reconnaître et cartographier les 150 km de la côte ouest dont on n'avait que les photos aériennes de 1947. Le premier de ces raids fut effectué en traîneaux à chiens du 18 au 31 octobre. Deux jours plus tard, quatre

hommes, avec deux weasels et deux traîneaux tirés par onze chiens, repartaient pour atteindre le 29 novembre le glacier du Pourquoi-Pas ?, limite occidentale de la terre Adélie. Ils furent de retour sur l'île des Pétrels à la mi-décembre. Puis, le 2 janvier 1953, ce fut le retour du Tottan. Après d'ultimes mesures de gravimétrie, hommes et matériel furent embarqués et la base fut fermée sans perspective d'une future réouverture. Le navire, après une courte escale à Port-Martin pour y effectuer des mesures de gravimétrie, quitta la terre Adélie le 14 janvier pour arriver à Rouen le 4 avril 1953.

Après Port-Martin, l'archipel de Pointe Géologie

L'exploration de la terre Adélie, terre encore vierge lorsque le Commandant-Charcot put l'aborder en janvier 1950, fut l'œuvre, au cours des trois hivernages, de trente-trois pionniers animés par leur courage et leur dévouement. Ils luttèrent contre le climat, la glace, les dangers de l'Antarctique, ils durent faire face à la solitude et à de nombreuses difficultés matérielles. Ils étaient cependant heureux et fiers de vivre une aventure exceptionnelle. Nous ne pouvons que regretter que ce trop court récit de leurs hivernages n'ait pas permis de les citer tous.

Le programme scientifique dont ils furent chargés - magnétisme, optique de l'atmosphère, sismologie, sondages ionosphériques, géodésie - fut entièrement exécuté. Les travaux topographiques et géodésiques effectués au cours de nombreux raids des trois hivernages permirent d'établir la cartographie précise de la terre Adélie. L'incendie de Port-Martin cassa brutalement l'élan des EPF au point qu'on a pu penser que les quatre premières expéditions seraient sans suite mais, la participation de la France au programme de l'Année géophysique internationale (AGI) 1957-58, fut l'occasion du retour des EPF en terre Adélie.

Les raids de reconnaissance de plus de 300 km de côte effectués pendant 3 ans ont mis en évidence que le site de Port-Martin n'était pas particulièrement approprié. L'archipel de Pointe Géologie présentait de nombreux avantages : microclimat moins rude, plusieurs îles pouvant accueillir une base et permettre son développement, mouillage des navires plus sûr, présence d'une grande colonie de manchots empereurs et d'innombrables colonies de manchots Adélie et d'autres oiseaux, etc. Ajoutons que les îles, le glacier de l'Astrolabe et d'innombrables icebergs, composent en toutes saisons un décor magnifique.

Le 1^{er} janvier 1956, le Norsel, navire norvégien affrété par les EPF, débarqua sur l'île des Pétrels une équipe et le matériel pour l'installation d'une nouvelle base, baptisée Dumont-d'Urville, observatoire permanent de la recherche polaire, point de départ des raids à destination de la station Charcot à 320 km à l'intérieur du continent installée pour l'AGI, de la station franco-italienne Concordia à Dôme C (depuis 2005) et de nombreuses opérations internationales importantes.

À partir de 1992, l'Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV) succéda aux EPF pour toutes les activités dans l'Arctique et l'Antarctique.

Joseph-René Bellot (1826-1853) : un marin français disparu dans les glaces

Alain Foucault



Portrait de Joseph-René Bellot

Joseph-René Bellot a été davantage célébré en Grande-Bretagne que dans son pays. Il est vrai que sa courte existence a été étroitement liée à la recherche de John Franklin, disparu alors qu'il tentait de trouver le Passage du Nord-Ouest reliant le Nord de l'Atlantique au Nord du Pacifique.

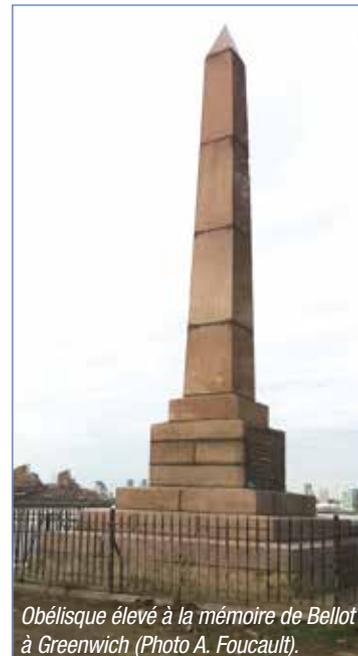
Bellot est né à Paris et a été élevé à Rochefort. Après des études à l'École navale de Brest, il embarque en 1844 pour Madagascar sur la corvette Le Berceau qui participait à une expédition franco-britannique. Se distinguant par sa bravoure, il est blessé à Tamatave et décoré de la Légion d'honneur. Passé par La Réunion, il revient en France en 1847 pour être nommé enseigne de vaisseau. En 1848, un nouvel embarquement sur la corvette La Triomphante le mène à La Plata. En 1850, il se retrouve à terre, à Rochefort. Cinq ans plus tôt, en 1845, John Franklin avait entrepris son exploration avec deux navires, l'Erebus et le Terror, bâtiments qui avaient déjà servi à James Clark Ross pour explorer l'Antarctique. On était resté sans nouvelles de lui depuis. En 1848 des expéditions furent lancées à sa recherche, sans succès.

Sachant qu'une autre expédition, armée par Jane Franklin, la femme de John Franklin, était en préparation, Bellot se porte volontaire pour y participer et embarque en 1850 sur le Prince-Albert, comme second sous les ordres du capitaine William Kennedy. Celui-ci, ayant fait route par la mer de Baffin et le détroit de Lancaster, fut pris par les glaces et dut hiverner dans la baie Batty de l'île Somerset. Avec le commandant Kennedy, Bellot parcourut en traîneau à chiens la Terre du prince de Galles, sans trouver trace de l'expédition de John Franklin. Ses notes prises au cours de son voyage ont fait l'objet d'une publication. On sait maintenant que leur quête était vaine, tous les membres de l'expédition Franklin étaient déjà morts. Les épaves de leurs navires ont été récemment retrouvées, l'Erebus en 2014, le Terror en 2016.

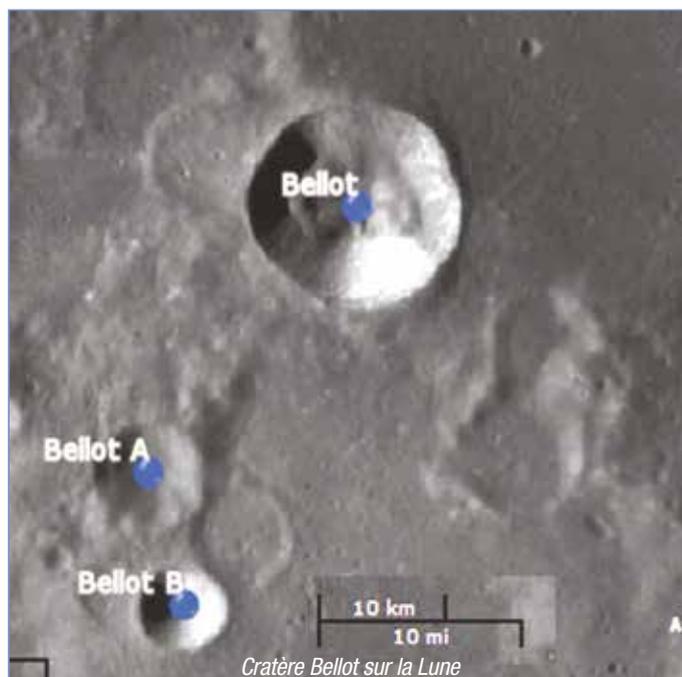
Revenu sur la terre ferme, Bellot va bientôt faire partie d'une autre expédition. Le 10 mai 1853, il prend la mer sur le Phoenix, commandé par le capitaine Edward Inglefield. Arrivé à l'île Beechey, il est chargé de remettre des messages à Edward Belcher, lequel, parti avec 5 navires à la recherche de Franklin, se trouvait dans le détroit de Wellington. Il part à pied avec 4 marins mais se trouve bientôt isolé avec eux sur une plaque de banquise. Alors qu'il s'écarte du

groupe, ses camarades ne le voient pas revenir : il avait disparu, englouti dans les eaux glacées.

Les Anglais ont été si frappés par la disparition de ce marin français qui avait tant su se faire aimer et respecter qu'ils ont voulu honorer sa mémoire par un monument. Une souscription a été lancée à cet effet et un obélisque de granit a été érigé à l'endroit même où le navire sur lequel il avait embarqué était parti. Elle s'élève aujourd'hui au bord de la Tamise, à Greenwich, près de l'Old Royal Naval College (coordonnées 51°29'01, 2"N, 0°00'28,1"W ou 51,483661, -0,007802).



Obélisque élevé à la mémoire de Bellot à Greenwich (Photo A. Foucault)



Son nom est porté par plusieurs lieux de l'Arctique (dont le détroit de Bellot et l'île Bellot). Il a été donné à des rues (à Londres, à Paris, etc.) et à des quais (Rochefort, Harfleur, Le Tréport, etc.). Il a aussi été donné à un cratère lunaire. Il n'a pas été oublié des gens de



Plaque apposée sur le monument Bellot

mer, puisque la compagnie maritime Ponant a annoncé qu'un navire de 10 700 tonnes portant son nom serait mis à l'eau en 2020. Il est destiné à naviguer dans les eaux polaires. Le réchauffement

climatique, faisant reculer la banquise, permet en effet d'utiliser couramment le Passage du Nord-Ouest pour la navigation. Parmi les voies utilisées, celle passant par le détroit de Bellot perpétuera la mémoire de ce marin.

Bibliographie

- J. Bellot Sa vie, son journal. Œuvre de Saint-Charles, Grammont (Belgique)
http://ecole.nav.traditions.free.fr/pdf/vie_joseph_bellot.pdf
- Journal d'un voyage aux mers polaires, par J.R. Bellot. Perrotin, Paris, 1854.
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6340753k.textelimage>
- Journal d'un voyage aux mers polaires exécuté à la recherche de sir John Franklin en 1851 et 1852, par J.-R. Bellot. Hachette, Paris, 2017

La philatélie des Terres australes et antarctiques françaises

Marc Boukebza

Directeur de la philatélie des Terres australes et antarctiques françaises (TAAF)



Timbre émis le 02/01/2019 (Kerguelen, site de Laboureur) Mise en page et gravure Elsa Catelin



Timbre émis le 02/01/2019 (Yves Vallette). Mise en page et gravure Yves Beaujard

Dès 1896, René Bossière, nommé Résident de France aux îles Kerguelen, suggère l'émission de timbres-poste spécifiques. Cependant, les premiers plis ne datent que de 1908, année de création de l'usine baleinière de Port-Jeanne-d'Arc. Ils étaient affranchis de timbres français et oblitérés de la mention « Résident de France aux îles Kerguelen ». De 1924 à 1955, les timbres-poste utilisés sont ceux de Madagascar.

Depuis 1955, les TAAF émettent leurs timbres spécifiques. À ce jour plus de 800 timbres et 7 carnets

de voyages ont été émis, illustrant les îles australes, l'Antarctique et, depuis 2007, les îles Éparses. Une commission philatélique, présidée par le préfet des TAAF, se réunit chaque année afin de définir les thèmes et les sujets de la future collection.

Les timbres sont gravés en taille-douce ou imprimés en offset, voire en héliogravure. Des artistes ou maîtres graveurs ont mis leur talent

au service des TAAF : Aurélie Baras, Pierre Albuissou, Elsa Catelin, Claude Perchat, etc. Des timbres « hors programme » sont émis en cours d'année pour commémorer un événement ou une manifestation. Pour promouvoir ces émissions, une oblitération spéciale illustrée «1^{er} jour » est généralement apposée sur ces timbres au départ des districts.

Une gérance postale est installée dans chaque district. Le gérant postal (vaguemestre dans les Éparses) a pour mission le traitement du courrier de la base. Il appose un cachet postal d'oblitération postale sur l'ensemble des courriers au départ du district. La marcophilie des TAAF est particulièrement appréciée des collectionneurs : chaque mission scientifique, chaque expédition polaire possède son tampon souvenir. La majeure partie des corps de métiers (géologue, ornithologue, médecin, océanologue, séismologue...) appose son tampon de mission sur les courriers au départ des bases.

Site internet : <http://www.taaf.fr/-Philatelie->

On trouvera ci-dessous trois exemples de timbres consacrés à Paul-Émile Victor (n° 213, 1996), et aux 40^e et 60^e anniversaires des Expéditions polaires françaises-Missions Paul-Émile Victor (n° 111, 1987 et n° 359, 2007), avec les textes qui les ont accompagnés.

Paul-Émile Victor (1907-1995)



Texte de Daphné Victor et Anne Jouve, d'après « Hommage à Paul-Émile Victor » par Raymond Latarjet, membre de l'Institut.

Avec ses amis Robert Gessain, Raymond Latarjet, André-Frank Liotard et Michel Perez, Paul-Émile Victor fonda en février 1947 les Expéditions polaires françaises - Missions Paul-Émile Victor (EPF). Dès 1948, il organisa et mena à bien la première expédition des EPF au Groenland, grâce à laquelle fut installée, l'année suivante, une station de recherche à 3 000 m d'altitude, au centre de la calotte glaciaire.

Dès 1948 aussi, convaincu par trois jeunes Français, J.-A. Martin, Robert Pommier et Yves Valette, Paul-Émile Victor décida d'étendre le champ d'action des EPF à la terre Adélie, en Antarctique, découverte par Jules Dumont d'Urville en janvier 1840, mais où nul, depuis, n'avait remis les pieds. Au fil des années, les expéditions des EPF se sont régulièrement succédé, emmenant plusieurs milliers de participants, scientifiques et techniciens, dont la plupart ont séjourné une ou plusieurs années sur le terrain. Touchant aussi bien à la glaciologie qu'à la géophysique, à la météorologie, à la biologie, à la gravimétrie ou encore

à l'océanographie, entre autres, les recherches scientifiques menées ont toujours été favorisées par la qualité des équipements et un support logistique de grande qualité.

Les EPF sont devenues en 1991 l'Institut français pour la recherche et la technologie polaires, puis, en 2002, l'Institut polaire français Paul-Émile Victor (IPEV). Ainsi Paul-Émile Victor (plus souvent appelé "PEV") a-t-il suscité de nombreuses vocations et permis à beaucoup de satisfaire leurs aspirations. Nombreux sont ceux qui lui doivent le profond bonheur d'avoir parcouru un chemin bien dessiné dont ils demeurent satisfaits.

Grâce aux multiples réussites des expéditions polaires françaises, toutes les instances internationales reconnaissent aujourd'hui à la France une place éminente, notamment sur la terre Adélie où vit et rayonne pleinement la science, avec deux stations de recherche : la base Dumont d'Urville et la station franco-italienne Concordia. Ainsi, après avoir largement contribué à apporter un territoire à la France, dans le cadre du Traité sur l'Antarctique, et laissé en héritage un Institut polaire mondialement reconnu, Paul-Émile Victor mérite bien de rester dans l'Histoire.

Le 40^e anniversaire des Expéditions polaires françaises-Missions Paul-Émile Victor



(Texte rédigé par Gaston Rouillon, pour la notice n° 111 du timbre émis à cette occasion par les Terres australes et antarctiques françaises en décembre 1987)

Les Expéditions polaires françaises (EPF) sont nées le 27 février 1947 par décision du Conseil des ministres adoptant, sur la proposition du chef de gouvernement, M. Paul Ramadier, un projet présenté par M. Paul-Émile Victor et portant sur deux expéditions polaires à caractère scientifique, l'une dans l'Arctique au Groenland, terre danoise, l'autre dans l'Antarctique en terre Adélie, secteur relevant de la souveraineté française.

L'origine de ce projet remonte pour le Groenland à deux missions ethnographiques dans un groupement eskimo de la côte est, inspirées et soutenues par le commandant J.-B. Charcot, approuvées par le Musée d'Ethnographie du Trocadéro et exécutées de 1934 à 1937 par 4 jeunes Français, R. Gessain, M. Perez, P.-É. Victor et F. Matter remplacé, la deuxième fois, par le Danois F. Knuth. Les

raids pour atteindre le lieu de travail et explorer les alentours révélèrent aux participants l'immensité et l'influence considérable du désert intérieur de neige et de glace, l'inlandsis, dont les moyens de transport rudimentaires de l'époque (traîneaux à chiens) n'avaient pu donner jusque-là qu'une connaissance très limitée. En 1930-1931 l'importante expédition allemande du Pr. A. Wegener avait été tragiquement interrompue par la disparition et la mort de son chef.

Or, les multiples progrès techniques nés de la guerre de 39-45 allaient permettre de reprendre le programme de cette expédition avec l'espoir de le mener à bien. Engagé dans l'aviation américaine et affecté à une zone d'opérations polaires en raison de son expérience, P.-É. Victor s'était familiarisé avec les engins chenillés à neige, les avions sur skis, les largages aériens avec ou sans parachutes, les radios légères, les équipements adaptés aux basses températures et toutes les commodités susceptibles de multiplier l'efficacité des expéditions.

Dans un même temps, M. Perez participait en Suisse, dans le cadre de la Commission helvétique des glaciers, à la mise au point de méthodes et techniques scientifiques nouvelles, notamment les

sondages sismiques qui allaient connaître un développement considérable dans l'étude des glaciers et la prospection géophysique.

Enfin les Américains commençaient à construire dans les mêmes buts des gravimètres mobiles de faible poids et encombrement susceptibles de fournir des mesures de la pesanteur avec une exactitude, une précision et une rapidité sans précédent. Toutes les conditions logistiques et scientifiques étaient donc réunies pour le succès d'une grande expédition scientifique sur l'inlandsis groenlandais. Le gouvernement danois consulté n'y était pas opposé sous certaines conditions.

En 1946, tandis que ce projet prend corps, 3 jeunes montagnards français, J.-A. Martin, R. Pommier et Y. Vallette rentrent du Spitzberg où ils viennent de démontrer leurs capacités en escaladant le plus haut sommet connu, le mont Newton, et en découvrant un massif inconnu jusque-là qu'ils estiment plus élevé, et baptisent mont Perrier, du nom du directeur du Service géographique des Armées patronnant leur expédition. À leur retour en France, et apprenant le projet groenlandais de P.-É. Victor, ils lui font part de leur intention de mettre sur pied maintenant une expédition antarctique en terre Adélie. L'objectif est d'y réaffirmer et concrétiser la souveraineté française, proclamée par Dumont d'Urville lors de sa découverte du continent le 20 janvier 1840, et demeurée depuis sans autre suite de la part de la France que des actes administratifs, les décrets de 1924 et de 1938, tandis que d'autres puissances ont visité cette terre et lui manifestent leur intérêt.

Paul-Émile Victor, séduit par ce projet, complémentaire du premier, en fait entreprendre l'étude, et l'ajoute à sa proposition : établissement d'une base durable et occupation du secteur français ; exploration et cartographie de la région côtière et de la bordure continentale : recherches scientifiques portant sur les principales disciplines géographiques, géophysiques, météorologiques, et sur les sciences naturelles.

Et c'est ainsi que naissent les Expéditions polaires françaises le 27 février 1947. Après l'accord du Conseil des ministres, le Président de la République, M. Vincent Auriol, accorde à son tour son haut patronage aux expéditions dont la réalisation est confiée à P.-É. Victor. Le 27 juillet, l'Assemblée nationale vote une subvention inscrite au budget de l'Éducation nationale.

En fin d'année, le ministre de l'Éducation nationale crée un comité de direction et en nomme les premiers membres, anciens compagnons du président P.-É. Victor. Ce sont R. Gessain, R. Latarjet, A.F. Liotard et M. Perez. Par la suite, J. Nevière et G. Rouillon s'y ajouteront. Une commission scientifique couvrant toutes les disciplines étudiées est également nommée.

L'année suivante sont précisées les relations entre les EPF et le ministère de la France d'Outre-Mer, dont une subvention permet

l'achat d'un navire pour la terre Adélie baptisé « Commandant Charcot ». Il sera commandé par un ancien membre de l'Année polaire 1932-1933 au Scoresby Sund, le capitaine de frégate M. Douguet.

En résumé, les EPF constituent un organisme privé, bénéficiant des subventions de l'État et soumis à une tutelle administrative. Leur régime et leur organisation présentent à la fois des caractères de droit public et de droit privé.

Cette organisation a fonctionné de manière pleinement satisfaisante jusqu'à la période de l'Année géophysique internationale (AGI) 1956-1959. Durant l'AGI, les expéditions en terre Adélie ont été prises en charge par un comité national (scientifique) et un comité central (opérationnel), relevant directement de l'Académie des sciences et du CNRS, le rôle des EPF se limitant à l'administration courante et à la préparation logistique. En 1958, a été signé un protocole entre les EPF et le Territoire des terres australes et antarctiques françaises récemment créé. Le Territoire a pris en charge les attributions de souveraineté : relations extérieures, postes et télécommunications, santé et l'élaboration des programmes scientifiques. À la formation du personnel de recherche par les instituts et laboratoires de tutelle, se sont ajoutées les publications des résultats. Après le départ à la retraite de P.-É. Victor et des principaux responsables, en 1984, les EPF ont été transformées en une association selon la loi de 1901, et le personnel permanent intégré progressivement au CNRS. Au Groenland, les expéditions purement françaises suspendues en 1953, programme achevé, pour publication des résultats, ont repris de manière intermittente en coopération internationale sous l'appellation « Expédition glaciologique internationale au Groenland » à l'initiative de la Commission des neiges et des glaces de l'Association internationale d'hydrologie scientifique. L'EGIG rassemble des scientifiques allemands, autrichiens, suisses, danois et français avec le support aérien de l'*U.S. Air Force* et les moyens logistiques terrestres des EPF. Elle a été interrompue en 1975 devant la nécessité de concentrer tous les moyens disponibles dans l'Antarctique.

Après quarante années continues d'activités, les EPF renouées ont retrouvé le dynamisme et la volonté créatrice de leurs débuts. Les recherches et travaux antarctiques limités jusqu'ici à la région côtière et à la bordure continentale vont connaître un nouvel essor avec la construction d'une piste aérienne en dur que vient de décider le Gouvernement.

Comme conclusion à cet anniversaire, on ne sait ce qu'il y a lieu d'admirer davantage : le talent persuasif de P.-É. Victor pour l'adoption de son projet il y a quarante ans, ou la vision prophétique de l'avenir des régions polaires chez le chef de gouvernement d'un pays dévasté et ruiné où tout est à faire ou à refaire ? C'est peut-être l'écho d'une phrase de Charcot reflétant sa pensée : « *Après s'être trop longtemps désintéressée des régions polaires, la France se doit d'y être désormais présente* ».

Le 60^e anniversaire des Expéditions polaires françaises-Missions Paul-Émile Victor



(Texte rédigé par Bernard Morlet, Directeur de recherches honoraire au CNRS, Secrétaire général des Expéditions polaires françaises, pour la notice n° 359 du timbre émis à cette occasion par les Terres australes et antarctiques françaises en janvier 2007)

Le 27 février 1947 le Gouvernement confiait à Paul-Émile Victor l'organisation de missions scientifiques au Groenland et en terre Adélie. Bien que l'époque voulût qu'il se préoccupât surtout de réparer les destructions de la guerre et de résoudre les difficultés de ravitailler la France, il était politiquement sensible à la nécessité d'insérer notre pays dans l'élan qui poussait de nombreuses puissances vers les pôles dont l'intérêt stratégique devenait de plus en plus évident. La réputation de P.-É. Victor et le projet de missions scientifiques qu'il avait présenté remplissaient opportunément cet objectif. Ainsi les Expéditions polaires françaises étaient créées, et le Gouvernement facilitait leur action en demandant aux ministères concernés : Éducation nationale, Finances, Armées, Marine, Affaires étrangères, de leur apporter leur aide. Une subvention était votée par le Parlement. L'Académie des sciences supervisait les programmes scientifiques. En 1947 Paul-Émile Victor installa les Expéditions polaires chez lui, au 22 de l'avenue de la Grande-Armée. Son appartement accueillait les bureaux et c'est dans un garage voisin, au 24, qu'étaient reçus et conditionnés le matériel des expéditions et les véhicules. Les premières missions au Groenland et en terre Adélie furent préparées dans ce cadre spartiate. La Ville de Paris avait bien autorisé l'édification provisoire d'une baraque préfabriquée, boulevard de l'Amiral-Bruix, à proximité de la porte Maillot, le manque de place et la cohabitation avec sa famille incitèrent P.-É. Victor à chercher une implantation mieux adaptée. C'est encore Paris qui apporta la solution : en août 1952, le préfet de la Seine affecta aux Expéditions polaires, en location à titre précaire, un local situé 47, avenue du Maréchal-Fayolle, dans le XVI^e, en bordure du bois de Boulogne. C'est ce bâtiment que représente le présent triptyque.

L'apparence modeste de cet édifice d'un niveau, construit en briques, cache, en vérité, tout son intérêt qui réside dans l'existence de deux étages de sous-sol, de superficie bien plus grande, desservis par

le monte-charge qu'on distingue sur le timbre de gauche, et dont le plus profond est accessible aux véhicules par une rampe. Nous sommes, en fait, sur les fondations d'un important immeuble dont la construction a été interrompue par la guerre. La superstructure, en briques, a été construite en 1939 pour les besoins de la défense passive. De 1940 à 1944 ce sont les Allemands qui occupèrent le site et en modifièrent la structure. Ils furent remplacés, à la Libération de Paris, par des services du BCRA (Bureau central de renseignement et d'action) du colonel Passy. Puis, après d'importants travaux de nettoyage et d'aménagement, les EPF s'y installèrent.

Durant quarante ans, toutes les expéditions à destination du Groenland et de la terre Adélie, mais aussi de l'Islande, du Svalbard, de la Laponie, des confins arctiques de la Russie, et puis aussi des expéditions vers l'Himalaya, la Cordillère des Andes, verront leur préparation réalisée dans ces sous-sols. Pendant les mois de préparation des campagnes, une véritable chaîne d'emballage les animera et des milliers de caisses « Mussy », légères car de bout en bout manipulées à la main, en sortiront. Au second sous-sol, autre activité : c'est l'atelier où « weasels » et « castors » - ce sont les engins chenillés qui servent aux raids sur l'inlandsis - sont révisés et préparés pour une prochaine campagne. Des traîneaux sont assemblés, des caravanes sur skis sont aménagées en laboratoire, en dortoir, en cuisine, etc.

Le 47 avenue du Maréchal-Fayolle, les « Expés », est devenu pour le gros millier d'anciens participants aux missions polaires le lieu mythique où pour eux a commencé l'aventure, et quelle aventure, qui les a retirés du monde conventionnel souvent pour plus d'un an et leur a permis de vivre intensément un travail hors du commun dans un milieu à la fois attachant et hostile.

Lieu symbolique où la France s'est construit une réelle compétence polaire, les Expéditions polaires françaises, missions Paul-Émile Victor, espéraient qu'il deviendrait un lieu de souvenir et de témoignage des pionniers français de cette épopée. La Ville de Paris en a décidé autrement et, cette année, a repris son local.

Oser, Résister, de Jean Malaurie.

CNRS Editions, Paris 2018, 288 pages.



Jean Malaurie, grand « Ancien » et grand « Ami » du CNRS nous livre ici, pour ses 96 ans en même temps que le souvenir de ses recherches, missions sur le terrain et publications, une véritable méditation sur le sort de tous ces « peuples racines » - expression russe qu'il préfère à celle plus habituelle de « peuples premiers » - et parallèlement sur le métier même de chercheur qui ne se conçoit que dans une totale interdisciplinarité. L'ouvrage s'ouvre sur une carte du Cercle polaire arctique, repérant toutes les missions de Jean Malaurie pendant près de cinquante ans (1948-1997), du Groenland (Thulé) à la Sibérie Nord-orientale (Tchoukota et l'Allée des Baleines). L'ensemble se compose de douze textes, répartis en trois parties : « Oser », « Résister », « S'aventurer ». Cinq de ces textes sont inédits, écrits en 2018. Les sept autres sont des reprises d'écrits dont le plus ancien est de 1994, les autres des années 2013-15.

Tous ses écrits vibrent de sa passion pour faire connaître et défendre ces peuples méconnus et menacés qui nous transmettent un savoir millénaire sur la relation d'abord entre l'humain et la mère nature environnante mais aussi sa relation avec l'au-delà. Le tout exprimé dans une langue d'une profonde beauté poétique. Jean Malaurie est un grand écrivain, animé d'une conviction profonde et d'une force, physique et mentale, qu'il s'est forgée dans les rigueurs du Grand Nord. Citons-le : « *Nous avons publié les témoignages d'un chaman yanomami, Davi Kopenawa. Son récit extraordinaire nous le fait découvrir parlant dans les arbres avec les oiseaux... nous faisons découvrir ce qu'on appelle l'animisme, c'est-à-dire l'hybridation qui précède la parole, le chant tenant lieu de langage commun... Hier, l'Histoire commençait avec l'écriture. Aujourd'hui, nous avons compris que l'Histoire comprend le temps oral des peuples racines avec leurs pouvoirs sensoriels...* ». Il cite aussi les travaux des anthropologues français dont les travaux établiraient que ces peuples de la Terre de Feu seraient les descendants des populations qui ont franchi le Déroit de Béring il y a quarante mille ans, puis pérégriné à travers l'Alaska, les grandes plaines américaines, puis l'Amérique centrale et méridionale, pour s'établir, entre 10 500 et 7 600 ans avant notre ère en Terre de Feu.

Jean Malaurie nous fait le récit de sa rencontre, en juillet 1950, avec le célèbre chaman Utaaq, qui allait le marquer pour le restant de ses jours : « Cet homme âgé, au visage de Geronimo, a fait savoir, dès mon débarquement sur la plage solitaire de Thulé où je plantais ma tente, qu'il désirait me rencontrer. Une rumeur s'était répandue dans la population : « Ce Blanc solitaire qui parle avec les pierres »... Utaaq, de son regard insistant, me transperce... « je t'attendais ». Il me demande de m'exprimer et d'indiquer les raisons de mon séjour solitaire. Je lui en donne les motifs officiels : les études des pierres et des glaces... Utaaq est resté silencieux et soudain fait cette déclaration : « Je ne dors plus ; un malheur va frapper les Inuits, nous allons être envahis par les Blancs. Tu parles avec les pierres et je sens

que tu seras notre ami. Mon fils aîné Kutsikitsok sera ton compagnon comme je l'ai été pour l'explorateur Peary au pôle Nord. Nous attendions un défenseur et je le sentais intérieurement, ce sera toi ».

Bien qu'ayant « Osé » et « Résisté », il ne put cependant empêcher la déportation des Inuits de Thulé mais en fut marqué encore plus profondément. Il insiste sur la nécessité de sortir d'un tropisme « occidental » et s'ouvrir sur une culture vraiment mondiale. On pourrait multiplier à l'envi les citations de ce livre passionnant. Par exemple, l'évolution de l'Eglise, depuis Vatican II : « Evangéliser, depuis les rencontres papales avec toutes les confessions, c'est dialoguer avec les cultures, les religions, quelles qu'elles soient ».

Il a contribué à fonder, avec le soutien de Mikhaïl Gorbatchev puis de Boris Eltsine, une Académie polaire d'État qui forme chaque année 1 600 jeunes autochtones des vingt-six ethnies de la Sibérie centrale mais aussi les Russiens de la Sibérie du nord, pendant deux à trois ans d'études au terme desquels, s'ils sont jugés aptes, ils sont recrutés dans le cadre du personnel exécutif, au sein du pouvoir central et du pouvoir municipal, ainsi qu'à la tête des entreprises de ces immenses territoires. Ainsi les autochtones, grâce à l'éducation, deviennent responsables de la gestion et du développement de leurs pays d'origine. C'est par l'éducation et la formation professionnelle que la jeunesse des peuples racines conservera son patrimoine naturel et culturel et le partagera avec le reste de l'humanité.

Note : Jean Malaurie nous avait fourni un article de référence « Les peuples premiers de l'Arctique », publié dans le Bulletin A3 n° 53, février 2010. Il y incluait notamment son discours au Sénat du 14 mai 2009, en clôture de l'Année polaire internationale.

Extrait de la recension par Edmond A. Lisle

Marcher à Kerguelen, de François Garde.

Collection Blanche, Gallimard, Février 2018



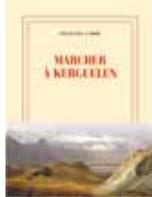
Pendant vingt-cinq jours, dans la pluie, le vent et le froid, en l'absence de tout sentier, François Garde et ses compagnons ont réalisé la traversée intégrale de Kerguelen à pied en autonomie totale. Une aventure unique, tant sont rares les expéditions menées sur cette île déserte du sud de l'océan Indien aux confins des quarantièmes rugissants, une des plus inaccessibles du globe.

Cette marche au milieu de paysages sublimes et inviolés, à laquelle l'auteur avait longtemps rêvé, l'a confronté quotidiennement à ses propres limites. Mais le poids du sac, les difficultés du terrain et du climat, les contraintes de l'itinérance, l'impossibilité de faire demi-tour n'empêchent pas l'esprit de vagabonder. Au fil des étapes, dans les traversées de rivières, au long des plages de sable noir, lors des bivouacs ou au passage des cols, le pas du marcheur entre en résonance avec le silence et le mystère de cette île et interroge le sens même de cette aventure.

Conquêtes antarctiques, de Guy Jacques, Paul Tréguer.

CNRS Editions, juin 2018

Préface de Jean-Louis Etienne
et de Jérôme Chappellaz



Guy Jacques, océanographe biologiste, directeur de recherche émérite au CNRS, spécialiste du plancton, à l'origine du programme français de recherches sur l'océan Austral, se consacre depuis une vingtaine d'années à la vulgarisation scientifique.

Paul Tréguer, océanographe chimiste, professeur émérite à l'université de Bretagne Occidentale, a participé à sept campagnes antarctiques, dans le secteur des Kerguelen, en mer de Weddell et en mer de Ross, à bord du Marion-Dufresne, du Polarstern et du Polar Duke.

L'Antarctique, situé à plusieurs milliers de kilomètres des premières terres habitées, est le continent de tous les extrêmes : le plus froid, le plus aride, le plus venteux. De lui, au début du XX^e siècle, Jean-Baptiste Charcot disait : « C'est le sanctuaire des sanctuaires où la nature se révèle en sa formidable puissance. »

Aujourd'hui, en vertu de traités internationaux, il est devenu le continent de la science. Sa population, uniquement composée de chercheurs et de techniciens, varie de mille au cœur de l'hiver à sept mille en été. Vingt-neuf pays y sont représentés. Modèle de gestion à l'échelle planétaire, utopie réalisée grâce à une communauté scientifique unie, terrain exemplaire d'interdisciplinarité : ce laboratoire à ciel ouvert n'a pas fini de nous fasciner.

Conquêtes antarctiques retrace cette étonnante histoire. Histoire des découvertes du continent lui-même, mais aussi de l'océan qui l'entoure. Histoire des missions et coopérations scientifiques successives. Tâtonnements, échecs, persévérance, intuitions, rencontres, opportunités : ces aventures sont ici contées par deux de leurs acteurs.

La fabuleuse histoire des inventions, de la maîtrise du feu à l'immortalité, de Denis Guthleben, Dunod, 2018, 343 pages.



Voici un ouvrage sur l'histoire des inventions, qui est fabuleusement intéressant. Il valorise la recherche scientifique et son rayonnement, s'adressant à tous les âges, petits et grands.

Il part de l'âge de la Préhistoire, il y a 3,3 millions d'années, qui se situe avec l'apparition des premiers outils de pierre, grossièrement taillés et de galets aménagés... c'est le paléolithique, qui se prolonge jusqu'au néolithique et des outils beaucoup plus finement travaillés. Et c'est ici que l'ouvrage avive notre curiosité, avec par exemple ces immenses civilisations amérindiennes, des Aztèques du Mexique aux Incas du Pérou, qui ne produisaient ni armes ni outils

métalliques et qui furent détruites par les envahisseurs européens. Il cite l'apparition de la métallurgie vers - 6 000 à - 4 000 ans, avec l'or, inaltérable, utilisé uniquement à des fins ostentatoires, puis le cuivre, suivi de l'alliage avec l'étain donnant lieu au bronze entre vers - 3 000 à - 2 000 ans et enfin le fer.

Il date la fin de la Préhistoire et le début de l'Antiquité avec l'apparition de l'écriture, hiéroglyphique, pictographique, cunéiforme, au quatrième millénaire avant notre ère au Proche-Orient, sinogrammes en Chine, vers le troisième millénaire. Quand est-ce que l'alphabet phonétique est apparu, qui a certainement beaucoup facilité la traduction entre langues et donc la communication entre civilisations ? Denis nous décrit l'apparition de l'encre vers -3 200 ans, puis du papier, en 105 de notre ère en Chine, de l'imprimerie, en Chine aussi avec la xylographie pendant le dernier millénaire avant notre ère, propagée en Europe avec Gutenberg après 1450 et l'utilisation des caractères mobiles. L'imprimerie a eu un impact immense sur l'évolution de l'humanité, à travers la diffusion à très grande échelle de textes imprimés à commencer par la Bible, et donc à la diffusion du savoir, connaissances scientifiques et techniques, des pensées philosophiques, grecque et chinoise, ou religieuse, d'abord, avec les trois religions monothéistes.

Que savons-nous aussi des chiffres et du calcul ? Denis nous présente l'abaque apparu aux environs de -1 000, sans doute d'abord formé de cailloux - ou de baguettes en Chine - avant de donner l'abaque, avec une base 10 de calcul, à partir des doigts de la main. Mais avec le calendrier, dont il situe l'apparition en Egypte, ou en Mésopotamie, vers -3 000 ans, une autre base de calcul, la base duodécimale apparaît, fondée sur le cycle lunaire et solaire, de douze mois de trente jours environ, chaque journée étant divisée en deux fois 12 heures. Calendrier maintes fois réformé, entre autres par Jules César en -46, et l'auteur souligne que ces changements sont d'origine politique. De là il nous amène, en passant par le cadran solaire (- 1 500) et le sablier (au XIV^e siècle) à la machine à calculer de Pascal en 1642 et à l'ordinateur contemporain.

Vient l'époque moderne et les XIX^e et XX^e siècles, avec la locomotive, la photographie, le revolver, le téléphone, puis le robot, dont le nom nous vient de la célèbre pièce de science-fiction de l'écrivain tchèque Karel Capek, *Rossumi Univerzalni Roboti*, en 1921.

Plus on se plonge dans l'ouvrage, plus notre curiosité est éveillée. C'est ainsi que l'esprit humain progresse : on veut sans cesse reculer les limites de la connaissance - jusqu'à atteindre l'immortalité, dernier chapitre de son livre. Je le répète : un livre pour petits et grands à consommer sans modération. Merci Denis Guthleben.

Edmond Lisle

Note : Denis Guthleben est Attaché scientifique au Comité pour l'histoire du CNRS et Rédacteur en chef d'Histoire de la recherche contemporaine.

L'exploration cométaire. De l'Antiquité à Rosetta,

de Janet Borg et Anny-Chantal Levasseur-Regourd.
Editions Nouveau Monde 2018, 200 pages.

Cet ouvrage préfacé par Hubert Reeves comporte une bibliographie, un glossaire, un index. Les illustrations s'adressent autant aux curieux qu'à un public averti.



Une première partie « aux origines de l'Astronomie cométaire » décrit l'histoire de l'observation des comètes de la haute antiquité, jusqu'à nos jours. La seconde partie traite des « débuts de l'exploration spatiale des comètes ». La troisième partie « approfondissements » décrit les explorations spatiales des comètes des années 2000 et avant la mission Rosetta. Dans la quatrième partie « point d'orgue, Rosetta, Philae et leur comète », le lancement de la sonde Rosetta vers la comète Choury en 2004 par l'ESA, puis l'amarrage de son atterrisseur en septembre 2016 constitue un tournant dans la compréhension de cet objet céleste doté d'un noyau central brillant, d'une chevelure gazeuse et partiellement en orbite autour du soleil.

Le plus merveilleux de cette mission, en plus de la validation de connaissances des précédentes, est sans doute la découverte d'éléments essentiels à l'émergence de la vie sur terre comme en témoigne la présence de glycine sur Churyumov-Gerasimenko. En effet, la glycine est le plus simple des acides aminés que l'on trouve dans la biosphère, un élément clef de tous les organismes vivants. Les observations de Rosetta permettront de valider l'idée que de petites particules riches en molécules carbonées complexes ont pu traverser l'atmosphère terrestre il y a 3,8 millions d'années et ont contribué à la vie sur terre. Après le passage au périhélie en août 2015 de la comète 60 télescopes ont pris le relais de la mission Rosetta et ont complété les observations. La mission Rosetta a été riche d'enseignements quant à la formation de notre système solaire et à l'origine de la vie sur terre. Elle est le fruit de plusieurs siècles de spéculations, découvertes et tâtonnements, de l'astronomie des anciens qui se confondait alors avec l'astrologie, jusqu'à l'astrophysique contemporaine et des moyens colossaux mis à sa disposition.

Extrait de la recension transmise par Yann de Mauduit

D'une Révolution à l'autre, Mémoires,

de Philippe Herzog.

Editions du Rocher, Monaco 2018, 393 pages.

Comme Confucius, à soixante dix-huit ans Philippe Herzog « suit tous les élans de son cœur » : ses Mémoires se lisent comme un roman.



Dans la première partie « Changer la France », à travers son itinéraire personnel il nous fait revivre sept décennies de l'histoire de notre pays, de la reconstruction réussie après la guerre, de la planification et du développement industriel des années Pompidou, débouchant

sur les « Trente glorieuses », suivies d'une mondialisation mal assumée et la crise de 2008-09 dont nous ne sommes pas encore sortis. La deuxième partie, « Construire l'Europe », retrace les différentes étapes de cette construction à partir de la mise en place du Marché unique de 1986 sous l'impulsion de Jacques Delors, qui devait être atteint en 1992 et ne l'est pas encore en 2018. Ici aussi, il fut un « acteur engagé », étant député européen de 1989 à 2004, puis conseiller spécial de Michel Barnier (commissaire européen au marché intérieur) de 2004 à 2014.

Plutôt que de tenter de livrer au lecteur un condensé de cet ouvrage, foisonnant de faits et de chocs d'idées, d'idéologies et de personnes, nous avons opté de vous faire sentir sa démarche et son style à travers les portraits qu'il nous peint finement des Présidents successifs de la V^e République, cette pierre angulaire de notre Constitution.

« Pour le général de Gaulle, le Plan est une « ardente obligation ». Il n'est pas « collectiviste », tout ne passe pas ensuite par le Budget, loin de là, l'intervention publique incite à l'initiative privée et l'accompagne. La France n'est pas isolée. La planification est un mouvement qui surgit entre les deux guerres mondiales et se développe dans la période de reconstruction après 1945. Il a gagné sous différentes formes les Etats-Unis, l'Europe de l'Ouest et de l'Est ».

Cette citation résume le leit-motif de tout l'ouvrage : l'aspiration à une société libre qui maîtrise son avenir. Ses portraits des Présidents qui ont succédé à de Gaulle sont détaillés, précis et sans complaisance. Par exemple : « Dans les années 1980 François Mitterrand a totalement négligé le rôle du Plan. Pourtant, sans planification, pas de stratégie de développement, ce qui est parfaitement compatible avec l'instauration du libéralisme social qui triomphe à partir de 1984 ». Philippe Herzog n'est pas tendre pour François Hollande : « Elu en 2012, Hollande a voulu systématiquement ignorer que la plus grande crise de l'économie mondiale depuis les années 1930 avait explosé en 2008 ».

Après un bilan sans complaisance des alternances droite/gauche : « L'élection du président Macron est une bonne surprise. Les Français qui savent le besoin de changements profonds acceptent pour le moment les réformes, mais le socle de soutien au président reste insuffisant ». Par delà ses analyses pénétrantes, l'ouvrage de Philippe Herzog fourmille de recommandations judicieuses mais qui toutes demanderont du temps avant de produire des résultats ; raison de plus pour les entreprendre sans tarder.

En guise de conclusion : écartons la guerre et négocions sa fin là où elle perdure. Inlassablement, engageons efforts et sacrifices pour bâtir une société accueillante et prospère dans un monde offrant leurs chances à tous. L'aspiration à une société libre qui maîtrise son avenir. Tel est le message que nous livre Philippe Herzog.

Extrait de la recension par Edmond A. Lisle

Les rencontres scientifiques et culturelles de l'A3

Saison 2 : les Alpes-Maritimes, du 4 au 11 octobre 2018



Les Rencontres scientifiques et culturelles de l'A3 ont pour objectif de permettre la découverte des recherches en région, notamment lorsqu'elles associent le CNRS à ses partenaires, de fédérer les Anciens et Amis du CNRS et développer la représentation régionale organisatrice.

Le succès de la première édition en Corse a permis d'inscrire dans la durée le principe de ces Rencontres. C'est à la représentation régionale Nice-Côte d'Azur que revenait, à sa demande, le soin d'organiser, avec le Secrétariat général, la deuxième édition.

L'édition 2018 a reçu le soutien du Délégué régional du CNRS de Nice, comme 2017 avait reçu le soutien du Délégué régional Provence – Corse. Nous les en remercions vivement, tous les deux, de nouveau ! Les morceaux choisis et les grands moments de ces Rencontres ont été retracés et illustrés par Hélène Kérec et Lysiane Huvé-Textier. Elles nous conduisent donc au long de ces pages, agrémentées de photos prises par certains participants.

Le groupe est accueilli vendredi 5 octobre par François Rocca, Représentant régional de l'A3, devant le château de Valrose (XIX^e), dont il nous fait l'historique jusqu'à sa rétrocession par la ville de Nice à l'Etat en 1965. Le château abrite la direction de l'université de Nice Sophia Antipolis.



Jean-Marc Gambaudo, président de l'Université Côte-d'azur, nous accueille et présente le système universitaire local et la future université PIA3, initiative d'excellence qui sera dotée d'un budget de 15 millions par an.

L'université Côte d'Azur est une communauté d'universités et d'établissements (ComUE) créée le 1^{er} mars 2015. Cette communauté est une des deux structures

de coopération de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, avec l'association entre les universités d'Aix-Marseille, d'Avignon et de Toulon. On note parmi les membres l'Université Nice Sophia Antipolis, l'Observatoire de la Côte d'Azur, le CNRS, deux *Business Schools*, le CHU Nice, plusieurs institutions d'enseignement culturel...

L'université compte 35 000 étudiants dont 28% d'étrangers. La proximité de Grasse a permis de créer un Master arômes et parfums aux très bons débouchés. L'université intégrera une école polytechnique d'ingénieur et conservera un partenariat historique avec l'université de Gênes. L'université a remporté en 2016 un financement IDEX pour son projet « UCA Jedi », soutenu par de nombreuses entreprises. Cela permettra la construction d'un *Welcome Center* ainsi que des logements.

Nous rejoignons ensuite Françoise Ferlampin (coorganisatrice du séjour), Marie-Christine Rocca et Véronique Thuin-Chaudron, titulaire d'un doctorat sur Nice, aux « Jardins d'Hélène » pour un buffet : salade niçoise, socca, mini pan-bagnats, petits farcis, tourte de blettes, pissaladière... La vieille ville, conçue par les rois de Piémont Sardaigne fut cédée à la France en 1815, à la suite d'un vote à bulletin unique « oui », sous Napoléon ! Depuis, la statue de Garibaldi, natif de Nice, regarde vers l'Italie et semble tourner le dos à la rue de France...

Le plan d'expansion de la ville sera appliqué lors de « l'invasion des hivernants », ces notables attirés par un climat agréable. Délaissant la vieille ville populaire, les Niçois aisés s'approprièrent les nouveaux quartiers. En 1864, l'arrivée du premier train dynamise l'accueil. Les grands hôtels rivalisent d'innovations, tout en privilégiant parcs et jardins. Le paysage urbain, peint par Matisse, est célébré par Apollinaire, la ville devenant la première de France dédiée au tourisme. De nombreuses promenades furent créées et, vers 1880, Nice se tourna vers l'art de vivre. La visite se termine sur la col-



line du château (détruit par Louis XIV). Le cimetière communal y fut implanté fin XVIII^e. Le lieu inspira à Françoise Ferlampin cette formule : « c'est une ville que l'on choisit jusqu'à y passer son éternité ». Au château, le panorama sur la baie des Anges récompense des efforts de la montée !

Ensuite, direction le Belambra de la Colle-sur-Loup où Nicolas, l'accueillant, sera notre hôte pour la semaine. Après la distribution des chambres, nous nous retrouvons pour un apéritif de bienvenue puis le dîner.

Après l'effort, le réconfort...



Le Belambra de la Colle-sur-Loup, notre villégiature pour la semaine

Samedi 6 octobre :

Après le copieux petit déjeuner -que nous retrouverons tout au long de notre séjour-, le car nous emmène à Cannes-Mandelieu, au sein de Thalès.



Nous y sommes reçus par l'association Cannes Aero Spatial Patrimoine, les « anciens de Thalès », au bord de la mer, l'entreprise fabriquant initialement des avions et hydravions !

Guy Lebègue, Président de l'association, retrace alors l'historique de Thalès Alenia. En 2017, Thalès reprend les activités spatiales dont Alcatel se sépare. Thalès Alenia Space choisit Cannes comme siège social, centre de gravité entre ses établissements d'Europe. Le site abrite le siège social de la holding, le siège opérationnel de Thalès Alenia Space France, et l'établissement historique de Cannes. Avec plus de 2 000 employés, le premier établissement industriel des Alpes-Maritimes est aujourd'hui spécialisé dans la réalisation de satellites pour la science, les télécoms, la télédétection, la météo ou la navigation. Un satellite est constitué de deux modules : la charge utile et la plateforme (qui la fait fonctionner). Un satellite coûtant 20 millions d'euros, on recherche toujours un gain en poids, sachant qu'1 kg de masse économise 20 000 euros.

La visite se poursuit au long des 8 000 m² de salle blanche où hommes et femmes ont fixé les 20 km de câbles d'un satellite en cours de fabrication. Une énorme cuve sous vide permet de tester pendant 4 semaines le satellite en le soumettant à des températures

extrêmes. Une fois terminé, le satellite, dont le poids est composé à 65% de carburant sera mis en orbite avec le souci majeur de la précision : une erreur de 0,1° se traduirait in fine par un écart de 17 km. 1 400 satellites sont actuellement actifs, répartis dans l'espace par l'Union internationale des télécommunications selon 180 positions officielles pour 200 pays, ce qui provoque des « empilements » de satellites, par exemple pour les Américains. La saturation des fréquences est également un problème, ainsi que les débris spatiaux ; on dénombre ainsi deux à trois mille satellites morts... Enfin, Thalès se penche vers les satellites du futur : à propulsion électrique et par plateau sur plusieurs niveaux. Nous quittons ce lieu le nez dans les étoiles... à moins qu'il ne s'agisse de satellites !



Nota : Nous recommandons aux parents de se rapprocher de Cannes aérospatial patrimoine car les visites sont susceptibles d'éveiller des vocations au sein des nouvelles générations.

Après le déjeuner, direction la Fondation Maeght, lieu exceptionnel fondé par Marguerite et Aimé Maeght, inauguré le 28 juillet 1964 par André Malraux et dont l'architecture unique a été conçue par Josep Lluís Sert.



La Fondation possède l'une des plus importantes collections d'œuvres en Europe avec des peintures, sculptures, dessins et œuvres graphiques d'art moderne du XX^e siècle : Bonnard, le bassin et le vitrail de Braque, un stable de Calder, les mosaïques murales de Chagall et de Tal Coat, la cour Giacometti, Léger, le labyrinthe de Miró, la fontaine de Bury, Matisse... L'ensemble mêle espaces intérieurs et extérieurs avec le jardin de sculptures, les cours, terrasses et patios, les salles d'exposition, la chapelle Saint-Bernard, la bibliothèque, la librairie et le café dont l'ameublement a été conçu par le frère de Giacometti, Diégo.

Aimé Maeght, ouvrier lithographe doté d'un grand sens des couleurs, tint une petite revue dénommée... Arte et ouvrira deux galeries d'arts, exposant à Vence et à Paris les maîtres de l'époque dont

beaucoup furent ses amis. C'est après le décès de son second fils Bernard qu'il créa une fondation à St-Paul-de-Vence.

La fondation abrite également des expositions temporaires d'artistes contemporains, comme celle de Jan Fabre intitulée « Ma nation : l'imagination ». Jan Fabre, très concerné par le cerveau, fait dialoguer sa pratique artistique avec l'histoire des arts et avec les découvertes de la science : une exposition très particulière représentant notamment des cerveaux en marbre blanc, en laiton, affublés d'insectes, papillons et autres vers, et des cercueils en marbre d'une blancheur opalescente ! Étrange visite, que plusieurs d'entre nous auront ressentie comme macabre...

Dimanche 7 octobre : La Colle-sur-Loup/Tende

Le car nous transporte à travers la vallée de la Roya et l'Italie jusqu'à Tende et son musée des Merveilles. Après nous avoir expliqué la géologie de la Vallée des Merveilles, Angela, notre guide nous entraîne dans un raid cinématographique à la découverte de ce site situé dans le Mercantour, à 80 km de Nice, un des plus importants sites de gravures rupestres d'Europe.



Nous remontons le temps jusqu'aux premiers habitants des vallées des Merveilles et de Fontanalba. À partir de la fin du néolithique, il y a environ cinq mille ans, jusqu'au siècle dernier, les hommes ont laissé quelque 50 000 signes sur 4 000 roches, ce qui constitue le plus vaste monument historique français classé. La richesse des objets et des documents du musée, le réalisme des mises en scène nous transportent auprès des hommes de l'âge du cuivre et de celui du bronze ancien, puis nous font parcourir les scènes avec leurs descendants.

Au long des petites routes du retour, après le déjeuner au Prieuré, nous serons contrôlés par la douane et par des commissariats volants... La chasse aux migrants est active dans la Roya... La descente vers Menton découvre un paysage rugueux et pierreux et des villages accrochés à la montagne ou lovés dans la vallée. Le village médiéval de Saorge est un enchantement, avec ses dédales et ses passages voûtés. À l'église, l'enthousiaste organiste voulut même nous offrir un concert privé... Hélas le temps courait plus vite que la musique !

Après Sospel, son célèbre Pont Vieux à péage du XII^e siècle et les arches qui longent la Bévéra, la descente vers Menton laisse admirer au loin les villages de Gorbio et Castellare. Un ultime contrôle de police tirera Lysiane d'un début de somnolence ; dans son sursaut elle s'exclame « nous sommes 22 ! ». Hilarité générale. Le policier, fort amusé lui aussi, répondit que nous étions « trop jeunes pour lui » !

Lundi 8 octobre :

Déposés par le car au pied de la citadelle de Villefranche-sur-Mer, nous descendons vers la rade au long d'un sentier balisé de bougainvilliers multicolores, en direction de la darse, le port naturel fortifié par les ducs de Savoie.

Mariam Cousin, maître de conférences, responsable des Relations extérieures, nous rappelle que la station marine a été fondée en 1885.

L'Institut de la Mer de Villefranche (IMEV, ex-Observatoire océanologique de Villefranche-sur-Mer) est situé au sein des « bâtiments des galériens » de 1769 ; Mariam reconstitue pour nous l'histoire des bâtiments, qui comportent un lazaret, une corderie, une chapelle (« double ration pour les nouveaux convertis » !), une vieille forge...



Depuis la darse, une heure de bateau suffit pour être au-dessus d'une profondeur de 2 500 m et d'une grande faille géologique. L'Atlantique, qui vient compenser la baisse de niveau (1 m par an) de la Méditerranée via le détroit de Gibraltar, enrichit ainsi la *Mare Nostrum* de ce plancton étudié à la station ; Villefranche, seule station européenne en eaux profondes, permet au long de son existence

la découverte de 130 espèces. Les prélèvements, quotidiens, permettent d'établir des mesures de toute nature.

Mariam nous ouvre ensuite la salle des filets, comportant le bureau reconstitué de Grégoire Trégouboff, célèbre océanographe qui fut directeur de la station dans les années 50. Place ensuite à la découverte de la merveilleuse bibliothèque qui, sous les bons soins de Martine Fioroni, détient une importante collection de livres rares sur le plancton et de très anciens appareils d'étude de la biologie des organismes marins ; les lieux recèlent aussi d'autres trésors, tels que des livres colorisés avec les dessins de grands biologistes du XVIII^e au XX^e siècles. Lars Stemmann, professeur à l'Université Paris 6, directeur-adjoint de l'IMEV, nous présentera ensuite activités et programmes de recherche de la station.

Michel Petit, dont l'entregent a rendu possible cette visite, a reçu des remerciements très appuyés. Après avoir remercié aussi Mariam, le groupe se restaure à « La grignotière », fort agréable petit restaurant déniché par François dans le vieux Villefranche.

Ensuite, direction Monaco, où le car nous dépose en sous-sol, sous le « Rocher » ; l'ascension vers le Musée océanographique de Monaco nous mène de nouveau dans le domaine maritime. Le musée a été fondé par le prince Albert I^{er} de Monaco il y a plus d'un siècle, dans un palais de 6 500 m² dédié à la mer. La guide



nous embarque pour une magnifique visite sous-marine dans la zone « aquariums », puis dans le nouveau domaine consacré à l'exploration sous-marine, dont « La Calypso » en hommage à Cousteau.

La muséographie, récente, a été très appréciée, notamment avec son cabinet de curiosités géant et sa coque de bateau en bois abritant des espaces interactifs. Sans oublier tous les poissons des

aquariums. « Ça nage pour moi » !

La visite s'est ensuite poursuivie à travers le Rocher, devant le Palais, la Cathédrale et les multiples ruelles, sous les explications de Danièle Olivier. La journée se terminera par une visite en car de lieux emblématiques, Monte-Carlo et son circuit, le casino, Sainte-Dévote... , le tout commenté par Alain, notre chauffeur.

Mardi 9 octobre : La Colle-sur-Loup/Grasse

Nous sommes attendus à Grasse pour la visite, guidée par Anaïs, du musée International de la Parfumerie. Anaïs, un prénom de circonstance, car évoquant le parfum éponyme de Cacharel. Grasse était jadis réputée pour ses tanneurs et c'est Catherine de Médicis qui lança la mode des vêtements parfumés, tels les gants en cuir parfumé avec trois plantes. Au XIX^e siècle l'usine est dans la ville qui acquiert ainsi le statut de capitale du parfum.

Anaïs nous fait voyager à travers toutes les étapes des parfums au gré d'effluves pas toujours agréables... Le 1^{er} niveau est consacré au berceau de la parfumerie que les historiens situent en Orient, soulignant le rôle majeur joué par l'Égypte dans son rayonnement :



Le parfumeur du XVII^e

les Égyptiens furent les premiers à « attraper » les odeurs. Nous suivons alors le développement et l'évolution des parfums au travers des siècles, depuis les flacons que l'on portait sur soi jusqu'à l'industrialisation. Les Grecs introduisirent le commerce du parfum avec de petits pots en terre cuite. Telle odeur, tel dieu. Les Romains ont préféré le verre, propre et transparent. Le Moyen Âge, très hygiéniste, a été bouleversé par la peste : l'on pensait que l'eau était le vecteur de diffusion. On crée ainsi le vinaigre

des quatre voleurs et on adopte une hygiène basée sur l'alcool et les parfums. Ah, Marie-Antoinette et ses malles de voyage ! Ce sont

ses parfums qui la firent reconnaître à Varenne... Au XIX^e siècle on vit enfin l'enfleurage à froid.

Place ensuite à Jérôme Golébiowski (INC / CNRS-UNSA) dont la conférence intitulée « Sentir et goûter, de la perception à l'émotion » sera un véritable succès où chacun d'entre nous aura participé en se prenant au jeu des senteurs.

Jérôme Golébiowski a été traumatisé lorsque son fils de 16 ans répondit à la question « que préférez-vous laisser tomber entre votre odorat et votre smartphone ? »... « l'odorat » ! Pas sûr que le fait que 50% des 7 000 jeunes adultes interrogés aient fait la même réponse soit de nature à le rasséréner... Il fut aussi agacé de voir sa femme abuser, à tort et à travers, d'huiles essentielles...

Il avait pourtant des réponses à leur apporter ! Sur le plan physiologique en premier lieu : le bulbe olfactif a 5 millions de cellules sur 2 cm²... Ses neurones sont renouvelés tous les 45 jours grâce à des cellules souches. L'apprentissage olfactif se fait jusqu'à 16 ans et diminue passé 60 ans... pauvres de nous ! On dénombre 1 000 milliards d'odeurs différentes, et nos 400 récepteurs ont cette capacité discriminatoire. Pour détecter une odeur il faut activer 400 gènes différents, c'est comme si l'on jouait sur un piano à 400 touches ! Soyons sexistes : les femmes ont un meilleur odorat...

Les plus scientifiques retiendront que le signal chimique atteint un cil au bout du neurone. Une cascade biochimique se produit avec propagation d'ions le long de l'axone jusqu'au centre d'intégration du signal. Le cortex orbitofrontal est interrogé sur les émotions générées par cette odeur...

Le conférencier nous interroge sur l'aspect psycho-physiologique des odeurs en proposant des tests de dictée en présence ou non de certaines odeurs. La meilleure performance est obtenue avec l'odeur de poisson pourri ! À appliquer lors de votre prochain *talk* : vous parlerez distinctement, rapidement et sans faiblir ! Sa deuxième recommandation sera la création d'un « mix » de bien-être grâce à l'étude des réactions du système nerveux autonome à l'inhalation d'huiles essentielles.



Le périple se poursuit dans le cadre paradisiaque du golf de Saint-Donat où nous attend un excellent déjeuner.

Le soleil est de la partie et nous permet de profiter pleinement de la Villa Ephrussi de Rothschild : quelle beauté ! Et quelles merveilles que ces multiples jardins espagnol, florentin, lapidaire, japonais, de Sèvres, à la française, exotique et là, au bout, la roseraie...

Mais il faut déjà repartir car une soirée nous attend à l'Astrorama du Col d'Eze, installé dans une ancienne batterie de 1880 rachetée par l'association PARSEC il y a 30 ans.

Alain, notre charmant chauffeur, prend néanmoins le temps de nous offrir, grâce à un arrêt judicieux, un splendide point de vue sur la rade de Villefranche. De là, par temps clair, on peut voir la Corse ! La route s'élève ensuite, longe le vieux village d'Eze avant d'atteindre le col. Nous y sommes accueillis par Jean-Louis Heudier, astronome à l'Observatoire de la Côte d'azur de 1967 à 2009, avec l'apéritif local dénommé Apollo-Soyouz, étonnant et... détonnant si on en abuse !

Nous approchons l'Univers et verrons Jupiter, Mars, Saturne... tandis que Jean-Louis, qui nous transporte à travers les galaxies, nous présente Tycho Brahé, Kepler, Galilée... Il nous rappelle aussi que notre galaxie a une étoile, le soleil, huit planètes, cinq planètes naines, quelques centaines de bulles, quelques millions d'astéroïdes et quelques milliards de comètes.

Le retour sur terre est aux bons soins de Jean-François qui pilote non pas une navette spatiale mais notre car avec dextérité jusqu'au Belambra, via Nice *by night*.

Mercredi 10 octobre : La Colle-sur-Loup/Saint-Jean-d'Angely

Au Centre St-Jean d'Angély de l'Université de Nice, nous sommes accueillis par Pierre Coulet, ancien vice-Président de l'UNSA, Chargé Recherche et innovation, qui nous présente avec enthousiasme l'exposition sur l'œuvre d'Edmond Vernassa, artiste-physicien et plasticien de l'Ecole de Nice, ouverte pour nous en avant-première.

Edmond Vernassa est un autodidacte à l'origine de la découverte du plexiglas, matériau auquel il n'eut de cesse de faire subir dès 1950 contraintes, déchirures, froissures, reflets... à des fins techniques puis artistiques.



Il fit ainsi de la mécanique ondulatoire sans le savoir, ainsi que de l'optique et de la géométrie ! Si les mathématiciens et physiciens ne purent que constater son génie expérimental, lui ne pouvait com-

prendre comment ces hommes arrivaient à tout expliquer avec des mathématiques.

L'œuvre de Vernassa intègre une perception simultanée, multisensorielle, et les constructions qui en sont issues mettent en scène des phénomènes que les physiciens explorent et théorisent en usant de la démarche hypothético-déductive. Cette œuvre rare permet de s'interroger sur les différences de nature et de procédures de ces démarches respectives.

Edmond Vernassa utilise également les premiers dynamismes qui résultent du mouvement circulaire de disques dissimulés dans les boîtiers de ses « Ciné optiques ». Le ballet formel naissant sur les écrans de celles-ci, qu'elles paraissent tourner, aller de l'arrière vers l'avant de l'écran, ou partir d'un point central pour s'étendre jusqu'à ses côtés, résulte toujours de la rotation de disques perforés d'orifices colorés, de façon à laisser passer la lumière d'une source située en arrière d'eux. Lorsque les rayons lumineux traversent l'écran de plexiglas, les propriétés optiques de sa trame suscitent les formes changeantes qui fascinent le spectateur.

Au terme de cette visite exceptionnelle, Pierre nous accompagne pour le déjeuner au « Jardin d'Hélène ».

À 13 h 30, nous rejoignons le musée Chagall, construit pour abriter les œuvres religieuses de l'artiste, dans l'objectif d'y créer un sentiment de paix et d'entente par son ouverture à toutes les confessions. Un sentiment effectivement ressenti par les visiteurs.

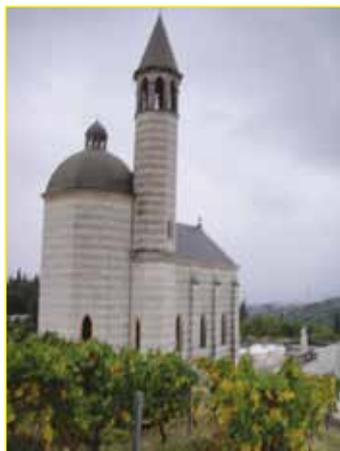


François Rocca évoqua au cours de la visite une anecdote des années 80, lorsqu'il avait invité deux Russes à l'occasion d'un colloque, et que, répondant à leur supplique, il organisa pour eux une entrevue avec Chagall, biélorusse immigré. Si François eut donc le plaisir de participer à la ren-

contre, elle s'avéra néanmoins très frustrante car les trois hommes s'entretenaient en russe (langue qu'il ne connaissait pas) pendant deux heures et surtout parce que le maître offrit une de ses lithographies à chacun des Russes...

Un peu plus tard, une pluie battante (nous étions en vigilance orange) devait hélas écourter la visite aux arènes, aux thermes et au jardin du monastère de Cimiez...

S'il paraît qu'« en France, tout finit par des chansons », en Alpes-Maritimes c'est au vignoble que les Rencontres se termineront, et nous ajouterons avoir fait « en vin » le détour qui... s'imposait ! C'est



ainsi au long de jolies routes de campagne que le car nous transporte jusqu'au Château de Bellet, lieu chargé d'une histoire qui remonte au XVI^e siècle et se fond avec celle des Barons de Bellet.

Le vignoble, en culture biologique, culmine à une altitude de 200 m, dans un décor où se dessinent en toile de fond les contreforts enneigés des Alpes dominant l'azur méditerranéen et le cap d'Antibes. Après la

visite du chai, édifié en 2015, semi enterré et semi circulaire, nous terminons dans la Chapelle par une dégustation intimiste à l'intérieur de la crypte.

De quoi adoucir la dernière soirée de ces Rencontres...

Jeudi 11 octobre : La Colle-sur-Loup/retour

Après un ultime détour par Sophia Antipolis et sa technopole, arrive l'heure de se dire au revoir et de déposer qui à l'aéroport, qui à la gare.

Remerciements à :

Jean-Marc Gambaudo, Président d'Université Côte d'azur qui nous a accueillis dans le magnifique domaine de Valrose.

Benoit Debosque, Délégué régional du CNRS Côte d'azur et Magali Parenti, son assistante, qui nous ont soutenus et aidés pour la logistique de ces rencontres.

Nos conférenciers : Véronique Thuin-Chaudron pour la visite du vieux Nice, les membres de l'Association CASP de Thalès, Mariam Cousin

et Lars Stenmann pour la visite de l'IMEV, Jérôme Golébiowski au musée International de la parfumerie, Jean-Louis Heudier pour sa conférence à l'Astrorama, Pierre Couillet pour sa présentation de la préexposition Edmond Vernassa.

Michel Petit, notre Président d'honneur, pour nous avoir ouvert les portes de l'IMEV et du Musée océanographique de Monaco.

François Rocca et Françoise Ferlampin-Cambrou, nos collègues locaux, pour l'organisation de ces rencontres.

Les « CDC », chefs de choc comme ont été surnommées nos Secrétaires générales Lysiane Huvé-TeXier et Françoise Balestie, pour avoir assuré avec efficacité auprès des participants ce périple. Françoise a même été comparée par Marie-Alix au berger qui compte et recompte ses moutons !

Notre trésorière, Anne Jouve, pour en avoir assuré le suivi financier.

Fabrice Bonardi, notre rédacteur en chef de l'A3 Magazine pour avoir collationné les comptes rendus et les avoir mis en musique.

Nos merveilleux chauffeurs : Adeline, Philippe, Alain, Jean-François, Gérard pour nous avoir conduits sereinement et avec professionnalisme tout au long de ce périple.

Et enfin tous les participants* sans lesquels ce séjour n'aurait pas eu lieu !

** Des participants dont beaucoup ont, dès leur retour, adressé des messages de remerciements et de vives félicitations aux organisateurs des Rencontres. Ce qui est de bon augure dans la perspective d'une troisième édition en région Nouvelle-Aquitaine du 27 septembre au 3 octobre 2019.*

Préprogramme de la saison 3 des « Rencontres scientifiques et culturelles » en Aquitaine

du 27/09 au 3/10/2019 dans le cadre des 80 ans du CNRS

Visite guidée de la ville de Bordeaux, de la dune du Pilat, du village de la Teste et des exploitations d'huîtres, des cabines tchanquées et du bassin d'Arcachon, du château Observatoire d'Abbadia à Hendaye avec arrêt au Rocher de la Vierge à Biarritz, du Laser Mégajoule (CEA), du CENBG (Centre études nucléaires de Bordeaux-Gradignan - CNRS-IN2P3), de Lascaux IV, du château de Beynac en Périgord, de l'archéopôle d'Aquitaine ou de la cité Frugès et du domaine viticole du Pape Clément avec dégustation.

Hébergement : Campus Atlantica à Artigues/Ambarès (dîners, nuitées, petits déjeuners).

NB : tous les dîners seront sous forme de buffet à l'exception du dîner de gala le 2 octobre.

Prix : 750 € maximum, n'incluant pas le transfert région/Bordeaux et le retour.

Contact : Lysiane Huvé-TeXier : huve.lysiane@orange.fr



30 ans du Web, les débuts en France

La naissance du premier serveur Web français à l'Institut national de physique nucléaire et de physique des particules (CNRS-IN2P3)



Daniel Charnay était ingénieur de recherche au Centre de calcul de l'IN2P3-CNRS à Lyon dans le domaine des réseaux. À partir de 1993, il se passionne pour les technologies du Web et développera diverses plateformes comme celle de visioconférence RMS¹, ou Démocrite² pour les documentalistes de l'IN2P3. Il assurera de nombreuses formations et dirigera plusieurs écoles d'informatiques orientées technologies du Web et bases de données. Avec Philippe Chaléat, il écrira un des premiers livres sur la programmation Web qui, diffusé à plus de 50 000 exemplaires, deviendra une référence. À partir de de l'année 2000, avec le physicien Franck Laloë, il crée le CCSD, unité du CNRS où sera développée l'archive ouverte HAL³, une autre plateforme renouant avec les origines du Web⁴: la communication scientifique directe ! Chargé de mission au ministère

de l'Enseignement supérieur et de la recherche, il organisera en 2013 à l'Académie des sciences, la signature, par tous les établissements de recherche et les universités, de l'accord faisant définitivement de HAL l'archive ouverte de la recherche française. Daniel Charnay a reçu le Cristal du CNRS en 2003.

```
<html><head><title>Centre de Calcul IN2P3</title></head>
<body><h1>Centre de Calcul de l'IN2P3</h1>
<h2>27 boulevard du 11 novembre 1918<br>69100 VILLEURBANNE<br>Télex 306 906
<p><img src=>cc.gif</p>
<a href=>http://info.cern.ch</a> -
<a href=>http://slac.stanford.edu</a> -
<a href=>http://desy.de</a></h2>
<p><i><a href=>mailto:webmaster@in2p3.fr</a></i></p></body></html>
```



Fig 1 – Le code et la première page, avec un NeXT cube au premier plan

« Le Web sera le cauchemar des historiens parce qu'il évolue sans cesse sans laisser de trace »

Robert Caillau co-inventeur du Web avec Tim Berners-Lee

Qui se souvient du premier site Web français ? En trouve-t-on encore la trace ? La mémoire du Web, web.archive.org, ne se souvient qu'à partir de 1997 des premiers sites Web dont celui du CERN, le tout premier au monde, ou celui de l'IN2P3 vraisemblablement le quatrième. Or, c'est en 1992, que Wojciech Wojcik (Woj) et Daniel Charnay, ingénieurs au Centre de calcul de l'IN2P3 à Lyon installent sur un serveur NeXT⁵, info.in2p3.fr, le premier site Web français. Retour sur les origines du Web en France.

info.in2p3.fr, naissance du premier site Web français

En septembre 1992, Woj rentre d'une conférence à Annecy⁶ sur le calcul en physique des particules. Dans cette discipline, le besoin d'échange d'informations entre les collaborations internationales autour des expériences du CERN est crucial. Tim Berners-Lee et Robert Caillau ont inventé le Web, mais il y a moins de cinq serveurs Web sur la planète. Ils essaient de diffuser leur technologie dans les conférences de la discipline, le CERN n'a en effet manifesté pour le Web qu'un intérêt poli, sans enthousiasme.

Tim et Robert ont développé le premier moteur des serveurs Web, sur NextStep le système d'exploitation issu d'Unix des ordinateurs NeXT ; c'est une chance, au CC-IN2P3 nous avons cru aussi en cette nouvelle génération de stations de travail et nous en avons acquis une dizaine. Lors d'un passage de Robert Caillau au CC-IN2P3, on

1- Plateforme utilisée par l'ensemble de l'ESR français. Elle sera reprise ensuite par Renater pour devenir Renavisio.

2- Première application Web de gestion de bibliothèque et de références bibliographiques en réseau.

3- Programmation HTML et Javascript – Eyrolles, 12 éditions entre 1996 et 2005

4- <http://hal.archives-ouvertes.fr>

5- NeXT, la station de travail révolutionnaire conçue par Steve Jobs lorsqu'il avait quitté Apple. Son système d'exploitation NeXTstep sera repris à son retour chez Apple pour devenir Mac OS X

6- CHEP (Computing in High Energy and Nuclear Physics), LAPP Annecy 1992

installe un serveur rudimentaire et, avec 10 lignes d'HTML, une photo du centre de calcul et trois ou quatre liens hypertextes⁷, on met en ligne, sur le NeXT de Woj la première page Web française !

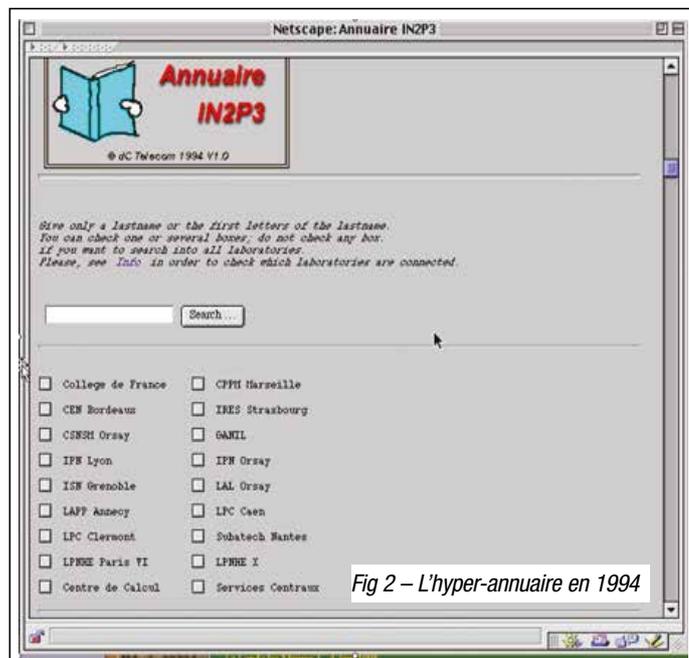


Fig 2 – L'hyper-annuaire en 1994

La figure 1 montre une reconstitution approximative de cette page dont nous n'avons gardé aucune trace. Elle donnait quelques informations sur le Centre de Calcul (dont le Telex !) ainsi que trois pointeurs vers les seuls sites qui existaient alors. L'adresse du site est « info » et non « www » ; on a copié le CERN et si l'on parle du World Wide Web l'adresse des serveurs n'a pas encore ses lettres de noblesse, les trois W. A la fin de 1992, le Web que l'on connaît aujourd'hui n'est pratiquement que cela, 5 ou 6 serveurs sur la planète qui discutent de physique des particules !

Cette reconstitution est toutefois inexacte, car elle est présentée dans le navigateur Mosaic développé au NCSA⁸ et diffusé à partir de 1993 ; je n'avais plus de NeXT opérationnel avec le premier navigateur du CERN pour la présenter dans son environnement originel.

Du manque d'enthousiasme et de l'incrédulité des débuts...

Dans mon souvenir, cette première page est restée en l'état « quelque temps ». Peut-être ne savions-nous pas qu'en faire et nous ne percevions sans doute pas la puissance de cette invention. Ce qui est certain, c'est qu'en découvrant HTML et la programmation CGI⁹, nous n'imaginions pas encore l'essor fantastique et le bouleversement qu'allait apporter le Web, l'impact que cela aurait sur la société.

Il est à remarquer qu'à l'instar de la direction du CERN, les directions de l'IN2P3 n'ont pas mesuré non plus la révolution qui se préparait.

Je me souviens des regards amusés des ingénieurs d'un très grand constructeur informatique (en 3 lettres) lors d'une démonstration au Centre de Calcul de son journal papier *webifié*, farci de liens hypertextes et allant piocher quelques informations dans une base de données. On lisait leur sentiment dans les yeux de chacun, même dans ceux de mon directeur qui m'avait demandé de réaliser cette maquette : le Web c'est pour amuser les informaticiens, dans 2 ans on n'en parle plus. Microsoft ne disait pas autre chose et préparait *the Microsoft Network*, le *Web killer* !

C'est vrai ! L'aspect ludique, la simplicité des protocoles, la permisivité du code faisant que bien ou mal programmée une page Web s'affichait toujours, a contribué à ce que cette technologie essaime si rapidement, bien au-delà du monde de la recherche. C'est un peu le hasard et la nécessité, cette invention arrivait au moment où le réseau Internet se déployait, où la communication devenait un enjeu stratégique ; le monde entier se l'est appropriée.

...aux premières applications

Si les physiciens ont immédiatement utilisé le Web au quotidien pour communiquer et échanger des documents, faire des serveurs Web la plateforme applicative, le lieu unique où on prépare et active des programmes et où on recueille les résultats, a été un plus long.

Il fallait bien apprendre, et une des premières applications que nous avons réalisées a été un annuaire en réseau (Fig. 2) pour les 18 laboratoires de l'IN2P3. Une seule interface Web devenait suffisante pour interroger et afficher les résultats collectés dans les 18 bases de données réparties sur le territoire. Si la technique n'était pas très complexe, le premier écueil lié à la protection des données privées est apparu. Cet annuaire était par essence accessible du monde entier et diffusait sur Internet des données contenant des informations à caractère nominatif. Nous avons dû contacter la CNIL ; le responsable sécurité de l'IN2P3, Bernard Perrot leur a fait découvrir le Web ; c'est, je crois, la première fois que cette institution en entendait parler.

L'âge de raison

Le serveur de l'IN2P3, le premier site Web français a, tour à tour, été un site expérimental, le Web indifférencié de l'IN2P3 et de son Centre de Calcul. On est en 1996, les sites commencent à se multiplier sur la planète, et les directions découvrent que les Webmasters auto-proclamés ont la mainmise pour diffuser de l'information sur Internet sans aucune validation institutionnelle. Claude Detraz, directeur de l'IN2P3 me demande, avec la direction de la communication de fédérer les sites de l'Institut. On parle charte graphique et ligne éditoriale, la communication s'empare de www.in2p3.fr et info.in2p3.fr disparaît définitivement derrière cc.in2p3.fr. Le Web de Tim Berners-Lee s'éloigne de la communication scientifique pure !

7- Les sites de physique des particules : Le CERN à Genève, le SLAC, National Accelerator Laboratory à Stanford, USA, DESY, Deutsches Elektronen-Synchrotron à Hambourg. Sans doute avions nous mis aussi le NCSA.

8- NCSA, National Center for Supercomputing Applications aux USA, un des premiers acteurs du Web.

9- CGI (Common gateway interface) C'est la passerelle qui, sur un serveur, fait communiquer le monde des applications non Web avec le Web. (Par exemple distribuer sur une page Web les résultats d'une recherche effectuée dans une base de données)

Cette année-là, NeXT est en train de disparaître, Steve Jobs prépare son retour chez Apple, je transfère le Web de l'IN2P3 sur une des premières machines Unix du Centre de Calcul ; la première page française a disparu sans laisser de traces. Dans le grand public, on commence à oublier où est né le Web et, lorsque dans les formations au développement Web je demande qui en est l'inventeur, une fois sur trois on me répond Microsoft ! L'internet et le Web commencent à se fondre en une seule notion.

Au début de l'année 1997, le Web a déjà cinq ans. Je rencontre au CC-IN2P3 Pascale Bukhari de la Direction de la communication du CNRS ; elle vient s'entretenir des serveurs Web et ouvrira bientôt le premier site institutionnel du CNRS.

2019, les 30 ans du Web, « Tim Berners-Lee déçante, sa créature lui a échappé¹⁰ »

Le Web est né du hasard et de la nécessité, l'Internet est devenu le Web¹¹ et en ce sens il ne pouvait rester confiné dans l'espace des scientifiques, ce n'était d'ailleurs pas le souhait de Tim Berners-Lee. Le besoin était trop grand, une technologie simple et efficace venait de naître, son développement allait être dicté par les industries de l'information et du commerce. Les GAFAs vont peu à peu prendre le pouvoir.

Tous consommateurs, mais aussi tous producteurs d'information va ouvrir la voie aux dérives de la désinformation, les *fake news*, et

au cyberharcèlement. La captation de nos données personnelles va permettre le ciblage des individus, voire leur manipulation (l'affaire Cambridge Analytica). Le pouvoir du numérique devient de plus en plus inquiétant.

En faisant du smartphone le terminal privilégié, l'accès au Web se modifie dangereusement. Les *apps* remplacent peu à peu les navigateurs et si la technologie sous-jacente d'accès aux serveurs (http) reste d'actualité, les interfaces utilisateurs n'utilisent plus vraiment le HTML ; elles sont programmées dans d'autres langages (C++ ou Swift pour le monde Apple par exemple). Souvent plus efficaces que leurs équivalents « Web natives » elles présentent l'inconvénient majeur d'être distribuées exclusivement sur les *stores* (Apple store et Google play). Chaque fois que l'on télécharge une application sur son smartphone on laisse à Apple ou Google seul le soin de décider de ce qui est bon pour l'utilisateur, on facilite un système où le paiement des applications deviendra peut-être le modèle. Chaque fois que l'on télécharge une application sur son smartphone on tue un peu plus le Web !

Références - vidéothèque

- Les 20 ans du Web – La tête au carré, interview de Daniel Charnay par Mathieu Vidard : <https://hal.archives-ouvertes.fr/medihal-01074679v1>
- Web90 – Patrimoine, Mémoire et histoire du Web dans les années 1990, Wojciech Wojcik et Daniel Charnay : <http://web90.hypotheses.org/?s=charnay+wojcik&submit=Recherche>

10- Frédéric Joignot, *Le Monde*, 14 février 2019

11- François Flückiger préface du livre de Philippe Chaléat et Daniel Charnay « HTML et la programmation de serveurs Web » Eyrolles 1995

PASSION D'ADHÉRENT

Jean-Yves Roncin

Itinéraire d'un chercheur de la spectroscopie moléculaire à la paléographie Editions Opéra, 2017, 183 pages.

Les premiers chapitres débutent par une chronique de la vie quotidienne dans l'Ouest de la France, d'abord à la veille de la seconde guerre mondiale puis sous l'Occupation allemande et dans l'immédiat après-guerre. Ce faisant l'auteur s'efforce de montrer comment, de l'enfance à l'adolescence, une soif de savoir l'a conduit irrésistiblement vers le métier de chercheur. Ce livre se propose de relater le parcours d'un chercheur lambda en essayant d'expliquer au lecteur en quoi a consisté sa tâche consacrée essentiellement à l'étude de la structure électronique des molécules diatomiques les plus simples : H₂, N₂, CO, NO, par spectroscopie électronique dans le domaine de l'ultraviolet du vide.

Ces expérimentations ont donné lieu à des résultats sans égal au plan international. Après la thèse de doctorat d'État il a obtenu



une bourse pour séjourner pendant un an dans un laboratoire du Conseil national de recherches du Canada à Ottawa, considéré à l'époque comme la Mecque de la spectroscopie, dirigé par Gerhard Herzberg lauréat d'un prix Nobel en 1971. Pour avoir participé à des conseils scientifiques de laboratoires et d'université, et siégé dans des commissions, l'une du CNRS, l'autre du Conseil national des universités, il témoigne, vu de l'intérieur, de l'organisation de la recherche ainsi que des attraits aussi bien que des travers d'une profession qui reste encore hermétique pour le grand public, surtout dans le domaine des sciences dites dures. Depuis la retraite il s'est tourné vers la paléographie et la recherche historique et généalogique. Il a écrit plusieurs ouvrages publiés par la société historique et archéologique La Diana à Montbrison dans la Loire. Il s'agit de répertoires filiatifs de contrats de mariage et de testaments portant sur les cantons de Noiretable et de Saint-Jean-Soleymieux, ainsi qu'un gros ouvrage en collaboration présentant des généalogies descendantes des familles Caemard en Livradois-Forez sur 10 générations depuis la fin du XV^e siècle jusqu'à la Révolution.

Rencontre à Nancy

Procès-verbal de l'Assemblée générale du 7 juin 2018

(sous réserve de sa validation lors de la prochaine AG)

Préambule

En présence de Sophie Chevalier, Agent comptable secondaire, Responsable du service financier et comptable de la Délégation CNRS Centre Est et représentante de la Déléguée régionale Muriel Sinanidès, retenue au siège du CNRS à Paris-Michel-Ange, Liliane Gorrichon souhaite la bienvenue à tous les membres et ouvre la séance à 10 h au siège de l'INIST - Technopole Henri Poincaré.

Après le mot d'accueil de Sophie Chevalier qui souligne les très bonnes relations entre notre Représentation régionale A3 et la Délégation du CNRS, Bernard Marty, professeur à l'université de Lorraine - au Centre de recherche pétrographiques et géochimiques (CRPG-UMR 7358-CNRS-UL), présente sa conférence sur le thème « Les apports scientifiques de la mission internationale ROSETTA ».

La séance de l'Assemblée générale de l'Association « Rayonnement du CNRS - Association des Anciens et Amis du CNRS » est ouverte à 11 h 45 par Liliane Gorrichon qui remercie les membres présents et les organisateurs de ces journées.

Sont inscrits : 73 personnes avec les conjoints(es).

Membres présents : 65 dont 17 membres du Conseil d'administration et 12 Représentants régionaux ;

240 pouvoirs ont été reçus : total des votants : 305.

Procès-verbal de l'Assemblée générale du 18 mai 2017

Approuvé à l'unanimité des présents et représentés.

Rapport moral

Les principales réalisations

- L'avenant pour une nouvelle période de 3 ans à compter du 1^{er} janvier 2018 faisant suite à la Convention de partenariat avec le CNRS ; la dotation du CNRS augmentée et portée à 18 000 euros ;
- La demande de reconnaissance d'intérêt général, afin, entre autres, de défiscaliser les cotisations ;
- L'accord de partenariat avec l'Université Inter-Âges de Créteil et du Val-de-Marne (UIA 94) et celle avec la Société Archéologique de Touraine (SATouraine) pour collaborer, informer et convier nos adhérents respectifs à des manifestations que chacune des parties organise : conférences, colloques, rencontres scientifiques et culturelles au cours desquels des personnalités de haut niveau présentent une question ou un sujet d'actualité scientifique ou non et ses applications potentielles et en débattent avec les participants invités ;
- La poursuite des activités habituelles de l'A3 auxquelles vous êtes attachés : visites, conférences, A3 Magazine, voyages, ouverture sur la formation professionnelle et l'industrie, « Petits Déjeuners de la Science et de l'Innovation (PDSI) » : que tous les bénévoles qui contribuent à les animer acceptent ici nos remerciements ;
- Les facilités apportées à la diffusion de l'information pour et à partir des régions, et auprès de nos adhérents, depuis la mise en place avec un prestataire de service « Assoconnect » :
 - d'une nouvelle base de données qui a permis une amélioration des inscriptions et règlements des cotisations « en ligne »,
 - d'un nouveau site WEB. Ce site (www.a3cnrs.org), par lequel transitent beaucoup d'informations, a pour vocation d'être interactif et sa vitalité dépend des échanges pratiqués. Nous remercions notre webmestre, Dominique Simon, pour l'attention qu'elle y porte et nos adhérents pour leur concours, ainsi que Daniel Charnay, notre responsable informatique, pour son efficacité et son soutien permanent. En outre, nous sommes, depuis fin mai, soumis au Règlement général de protection des données (RGPD). Dans ce cadre, Daniel Charnay a accepté d'être notre correspondant informatique et liberté (CIL) et nous l'en remercions ;
- La mise en place d'un Groupe A3 CNRS sur Facebook (une centaine de personnes, dont des membres de l'Académie, nous ont rejoints) ;
- La mise en place au sein de la Région Aquitaine d'un Conseiller auprès de la Présidence, André Calas (Professeur des universités (émérite) -Institut interdisciplinaire de neurosciences- UMR 5297) devenu Représentant régional suite à élections locales, validées lors du dernier CA. Il remplace Philippe Pingand, démissionnaire que nous remercions pour le travail et l'aide fournis depuis la création du premier site ;
- La mise en place au sein de la Région Bretagne d'un nouveau Représentant régional, André Perrin (Directeur de recherche au CNRS (retraité) -Institut des sciences chimiques de Rennes- UMR 6226 CNRS-Université de Rennes 1), en remplacement de Patrick Saubost qui a démissionné de cette fonction après avoir rejoint la région parisienne ;

- Les contacts pris pour créer une Représentation régionale en Normandie ;
- La vitalité de l'Association dans les autres régions se retrouve dans les présentations transmises par les représentants régionaux et de l'intérêt des rencontres et échanges qui nous permettent de découvrir la richesse et la diversité des activités mises en place. Ce sont eux qui contribuent efficacement à faire connaître notre association et à étendre le réseau des anciens et amis du CNRS. Nous les remercions vivement pour leur engagement et le soutien qu'ils apportent au développement de notre association ; l'assemblée applaudit.

Quelles perspectives pour l'avenir ?

Elles sont en partie liées à la nomination récente d'un nouveau Président-directeur général du CNRS, que nous devons rencontrer le 29 août prochain. Elles dépendront de ses éventuelles propositions et de l'intérêt qu'il portera à nos projets. Parmi ceux-ci sont prévus :

- La poursuite des rencontres scientifiques et culturelles en Région : la prochaine programmée du 05/10 au 11/10/2018 sera en région Côte d'azur-Alpes Maritimes ;
- La poursuite d'accords de partenariat avec d'autres associations. Nos représentants régionaux ont la charge de contacter des associations régionales afin, au travers d'accords de partenariat, de mutualiser les actions pour augmenter l'impact de conférences de haut niveau. En effet, beaucoup d'actions ou d'événements ont lieu en région et il serait intéressant de les rendre plus visibles ;
- La participation avec le CNRS, en 2018, aux 25 ans de la création du siège Paris Michel Ange-Campus Gérard Mégie ;
- La participation avec le CNRS, en 2019, aux 80 ans du CNRS par l'organisation d'un colloque sur « Histoire et Mémoire du CNRS » ;
- La participation en collaboration avec d'autres associations et l'aide gestionnaire de l'Académie des sciences par exemple ou autres, à des Prix ou des soutiens à de jeunes doctorants ou chercheurs.

Je tiens à souligner que depuis plus d'un an nous n'avons plus de secrétariat au sein de l'association en raison de l'état de santé des deux secrétaires mises à notre disposition par le CNRS. Je leur souhaite un prompt rétablissement et espère les retrouver très rapidement à nos côtés. Je tiens à remercier nos Secrétaires générales, Lysiane Huvé-Textier et Françoise Balestie, notre trésorière, Anne Jouve qui assurent, depuis ces absences, la gestion de l'association et les contacts avec vous.

En outre, je remercie l'assemblée de son attention, notre conférencier pour cette remarquable ouverture vers l'espace, et tout particulièrement Bernard Maudinas et Jacqueline Frühling lesquels, avec l'aide de la Délégation régionale du CNRS Centre-Est et celle du Secrétariat général de notre Association, se sont mobilisés pour organiser ces journées ; je suis heureuse de constater que, malgré les difficultés de transport, elles ont reçu une importante participation.

Le rapport moral est approuvé à l'unanimité des présents et représentés.

Rapport financier

Liliane Gorrichon donne la parole à Anne Jouve pour présenter le rapport financier :

Anne Jouve commente le document intitulé « RESULTAT EXERCICE 2017 ET BUDGET PRIMITIF 2018 » envoyé à tous nos adhérents.

Le rapport financier est approuvé à l'unanimité des présents et représentés sous réserve d'une faute de frappe à corriger.

Election des membres du Conseil d'administration

Cette procédure, comme l'an dernier, a demandé un surcroît de travail pour le Secrétariat général (en l'absence de secrétaires mais heureusement grâce à l'aide de la trésorière et celle spontanée de certains de nos adhérents) : recensement des adhérents à jour de cotisation (2017-2018), pointage, envoi de 1 400 courriers avec explications. Le résultat a été positif car nous avons eu 585 retours.

À la suite des 585 votes, Liliane Gorrichon annonce **les résultats entérinés par l'Assemblée générale** : 585 votants dont 30 blancs et nuls soit : 555 suffrages exprimés avec un quorum de 278 voix. Les candidats ayant tous obtenu un score supérieur au quorum, **la Présidente proclame le résultat des 9 membres réélus ou élus, par ordre alphabétique** : Alain Foucault, Vivienne Gianinazzi, Liliane Gomet, Anne Jouve, Jean-Claude Lehmann, Véronique Machelon, Jean-Pierre Regnault, Dominique Simon, Abderrhamane Tadjeddine.

Prochaine Assemblée générale

En 2019, l'Assemblée générale se tiendra à Paris, prévue sur le site Paris-Michel-Ange, en présence si possible d'Antoine Petit, Président-directeur général du CNRS (période mi mai - mi juin).

Questions diverses

• Aide aux régions

À la suite de la demande de Représentants régionaux, Anne Jouve leur rappelle qu'ils ont « un droit de tirage » de 5 € par adhérent, si nécessaire, et qu'elle est à leur disposition pour apporter son aide.

• Relations scientifiques locales pendant les voyages

À la suite de la question posée par Jean-Claude Vanhoutte de l'intérêt de coupler les voyages avec des rencontres scientifiques locales, Lysiane Huvé-Textier rappelle que notre collègue, responsable des voyages, Annick Périllat, seule pour les organiser, n'est pas du milieu scientifique et que les programmes journaliers au cours de ces voyages sont chargés. Liliane Gorrichon précise que c'est du ressort des participants, s'ils en ont l'opportunité et compte tenu du programme de voir les possibilités et d'en référer à Annick Périllat.

La séance est levée à 13 h.

Liliane Gorrichon
Présidente

Lysiane Huvé-Textier
Secrétaire générale

De l'Art nouveau à Artem, histoire d'un Campus du troisième millénaire

Les adhérents A3, présents à l'AG nationale à Nancy le 7 juin 2018, ont pu bénéficier d'une visite guidée sur le site Artem (Art, technologie et management) des installations et des instrumentations scientifiques majeures de l'Institut Jean Lamour (IJL). En introduction à la visite, Stéphane Mangin, professeur à l'Université de Lorraine, a présenté les différentes structures du site et les activités de recherche de l'Institut.

À la fin du XIX^e siècle, un mouvement de rénovation des arts décoratifs, de l'architecture et des sciences survient en Europe de l'ouest et aux États-Unis. La Lorraine, particulièrement touchée par les événements politiques et sociaux dans les conflits franco-allemands, est paradoxalement stimulée par l'arrivée des Alsaciens Lorrains qui fuient les territoires occupés par l'ennemi. Nancy devient alors une capitale intellectuelle et artistique, avec une économie locale en forte expansion avec les activités minières (fer) et industrielles (brasseries, tanneries, verreries, ...).

L'Art nouveau s'installe en réaction au machinisme dominant de plus en plus. La notion d'Art investit toutes les productions artisanales : architecture, mobilier, vaisselle, porcelaines, verres, bijoux, tapisseries, autant de marques d'un nouveau style de vie au quotidien. Art et Science sont de plus en plus interconnectés. L'École de Nancy, fondée en 1901, représente la parfaite alliance provinciale des industries d'art. L'exposition universelle de Paris en 1889, l'exposition d'arts décoratif et industriel lorrains de 1894 puis l'exposition universelle de l'est de la France en 1909 sont autant d'événements internationaux illustrant l'excellence du savoir-faire lorrain. Les noms d'Henri Poincaré, Émile Gallé, Eugène Vallin, Antonin Daum, Louis Majorelle, Victor Prouvé, Charles-Désiré Bourgon, Bastien Lepage, Émile Friant, Lucien Weissenburger, Jacques Gruber... restent encore aujourd'hui très connus dans le monde entier. A la fin de la première guerre mondiale, le style 1925 « Art déco » supplante l'Art nouveau qui va entrer dans un déclin progressif au cours du temps.

Et les milieux universitaires ?

En France, l'université a été longtemps tenue à l'écart de la formation des cadres pour l'Industrie. Depuis la révolution de 1789, cette

formation était assurée par des écoles spéciales créées en fonction des besoins particuliers comme l'École polytechnique et le CNAM (Conservatoire national des arts et métiers) en 1794, l'Enam en 1806 et l'École centrale et des arts en 1829... La Faculté des sciences de Nancy est créée en 1854 et l'enseignement supérieur sera renforcé au nom d'un « patriotisme de la frontière » après la sévère défaite de 1870 et la dissolution des facultés françaises par le gouvernement impérial allemand en 1872. Pourtant entre 1875 et 1878, à Strasbourg, une nouvelle université accueillera plus de mille étudiants confirmant la volonté politique prussienne d'accorder une importance particulière à l'université dans la germanisation des pays annexés.

À Nancy, les anciennes institutions strasbourgeoises sont accueillies dans des conditions difficiles, dispersées dans la ville notamment dans les locaux vétustes du Palais universitaire place Carnot. Avec le soutien du ministère de l'enseignement supérieur, l'alsacien Albin Haller et le lorrain Ernest Bichat, jeunes universitaires, créent en 1889, dans le cadre de la Faculté des sciences, un institut chimique à l'image des instituts allemands. Ce n'est qu'à partir de 1894 que les milieux scientifiques et les milieux universitaires se rencontrent au sein de la Société des industriels de l'Est. Le principal - voire le seul - mécène, l'industriel belge Solvay se distingue par l'importance et la constance de ses dons qui ont permis notamment les créations du Laboratoire d'électrochimie (1897), de l'Institut d'électrotechnique (1900), de mécanique (1905) et de géologie (1908).

L'Institut métallurgique et minier est créé en 1919, avec une direction bicéphale comprenant un professeur de la faculté des sciences et un ingénieur du Corps des mines, au sein de l'université. L'École des mines de Nancy (EMN) reste toujours sous la tutelle du ministère de l'Enseignement supérieur et non du ministère de l'Industrie comme à Paris ou à Saint-Etienne.

Avec l'arrivée de Bertrand Schwartz en 1947 à la tête de l'EMN, l'école acquiert les bâtiments en cours de construction et initialement prévus pour un hôpital d'enfants. En 1957 B. Schwartz est élu professeur associé et chargé de la direction de l'administration et des études aux côtés du professeur René Faivre directeur de la recherche. La « réforme Schwartz » propose un programme ambitieux de formation des ingénieurs pour l'ensemble des écoles françaises. Le colloque de Caen (1956) avait déjà souligné l'insuffisance du nombre de chercheurs et donc la nécessité d'intégrer des

laboratoires de recherche dans les écoles. Pour ce faire, des postes au CNRS sont notamment réservés pour les élèves ingénieurs volontaires. En 1970, l'EMN devient l'École nationale supérieure de la métallurgie et de l'industrie des mines (ENSMIM) et rejoint les autres ENSI au sein de l'Institut national polytechnique de Lorraine (INPL) nouvellement créé. L'ENSMIM tisse alors de nouvelles alliances avec l'École de commerce de Nancy, en pleine restructuration et au statut particulier, à la fois universitaire par ses liens avec la faculté de droit et privé par ses liens avec la Chambre de commerce et d'industrie (CCI) de Meurthe-et-Moselle.

A l'origine en 1999, avec l'opération nationale « Université du troisième millénaire », le projet ATM (Arts, technologies, management) ambitionnait de réunir, sur le même site et avec le même groupement interdisciplinaire, l'École des mines, l'Institut commercial de Nancy (ICN) et l'École des Beaux-Arts de Nancy. Les directeurs pionniers étaient respectivement Claude Cremet, Serge Vendemini et Patrick Talbot.

Nous n'aborderons pas ici les détails de l'extrême complexité d'un tel dossier ni les multiples péripéties politico-administratives universitaires locales et nationales pour ne retenir que les principales étapes dans l'historique de ce projet majeur et novateur. Nous ne mentionnerons pas non plus les nombreux intervenants, parfois acteurs positifs ou opposants résolus. L'originalité statutaire de ces deux établissements (EMN et ICN) a sans doute favorisé leur rapprochement dans l'élaboration du projet ATM dès 1996-1997, celui-ci visant la création du premier pôle français d'excellence en Sciences de l'ingénieur et Sciences du management, l'ensemble dans une structure de groupe respectant l'identité de chacune des composantes. Parmi les campus « Enseignement supérieur-Écoles-Entreprises » prévus en 1998, on peut citer Lyon, Strasbourg, Grenoble, Toulouse, Lille, Rennes, Évry en l'absence de Nancy qui respectait pourtant déjà le cahier des charges pour le label « Pôle universitaire de province » (PUP). Dans un sursaut régional lorrain, le maire André Rossinot souhaite que l'université soit le fer de lance du Grand-Nancy. La reconstruction de l'ENSMIM figure parmi les projets prioritaires, après les travaux d'extension de l'ENSIC et la plateforme d'étude du traitement des déchets !

Le projet Artem prend largement en compte les conclusions du rapport Attali (1998) remis à Claude Allègre alors ministre de l'Enseignement supérieur et de la recherche. C'est un appel à l'innovation dans ce secteur, tenant compte du cadre mondial de plus en plus concurrentiel. (J'avais d'ailleurs participé à l'étude demandée à l'INPL par le ministère de tutelle, pour la valorisation de ses travaux de recherche). Au sein de l'INPL, rassemblant les grandes écoles nancéiennes, l'EMN a toujours cultivé sa différence et affirmé son désir d'autonomie. De 1991 à 2001, Claude Cremet (ingénieur des Mines) dirige l'EMN. Au sein de l'École, il accentue les valeurs du monde industriel et réactive l'Alliance avec les autres écoles des mines. Le directeur joue encore de plus d'ambition en intégrant une dimension artistique avec l'École d'Art de Nancy aux côtés des deux autres établissements déjà mentionnés. Artem apparaît alors comme un objet

de métamorphose de l'École de Nancy et s'inscrit dans la continuité de l'histoire nancéienne. L'ancienne École municipale de dessin et de peinture, qui avait contribué à la formation d'artistes de talent comme Émile Friant, Louis Hestaux et Victor Prouvé, devient en 1882 l'École municipale et régionale des Beaux-Arts puis, en 1919, Victor Prouvé obtient le titre d'École Régionale des Beaux-Arts et Arts appliqués. Le projet Artem représentera une chance historique pour cette école à la recherche d'une nouvelle dynamique.

Dans les années 80, l'abandon par les militaires de plusieurs casernes au centre de Nancy offre alors une opportunité foncière pour la construction des futurs locaux, dédiés à Artem, sur le site de la caserne Molitor. Le projet universitaire rejoignait, de ce fait, la politique urbanistique du « Grand-Nancy » avec le développement d'un quartier de ville doté de nouvelles constructions de logements, de bureaux, de commerces et de services de proximité.

L'année 2000 marque la volonté industrielle forte du soutien au projet Artem et en 2005 a lieu l'assemblée générale constitutive de l'Association « Artem Nancy » avec la tenue en 2006 de la première Assemblée générale chargée de la concrétisation du projet. En 2009 est officialisée la création de l'ISAM-IAE (Institut d'administration et de management) attaché au réseau des IAE (Institut d'administration des entreprises). L'ICN devient École de management lié, pour la recherche au Cerefige (Centre européen de recherche en économie financière et gestion des entreprises) et reste dans le monde concurrentiel des écoles de commerce.

C'est en 2008 que commence véritablement le chantier conçu par l'architecte Nicolas Michelin. L'École des Mines occupe 18 500 m², l'ICN *Business School* et l'ISAM-IAE 13 600 m² et l'ENSA (École nationale supérieure des arts de Nancy) 8 600 m², pour une enveloppe globale excédant les 25 millions d'euros ! Une vaste galerie transparente de 700 m, au toit rose et bleu, est ouverte au public lors de manifestations scientifiques ou culturelles. En 2012, l'EMN s'installe sur le campus suivie en 2016 par l'ensemble ICN-ISAM, l'Institut Jean Lamour (IJL) et enfin en 2017 par l'ENSA.

L'IJL, unité mixte Université de Lorraine-CNRS, est indépendante de l'association Artem mais bénéficie de tous les aménagements annexes (restaurant universitaire, médiathèque, maison des langues et de la culture, ...). Les premières réflexions sur sa future création remontent aussi à l'émergence du projet Artem. L'IJL emploie aujourd'hui environ 500 personnes dont près de 200 enseignants-chercheurs. Vingt-trois équipes de recherche, représentant quatre départements, s'investissent dans la physique de la matière et des matériaux, la physicochimie des solides et des surfaces, la science et l'ingénierie des matériaux, la métallurgie, les nanomatériaux, l'électronique et le vivant. L'Institut dispose de plus de 1 800 instruments scientifiques dont le tube DAUM (Dispositif d'analyse ultraviolette de nanoMatériaux), unique au monde et long de 70 m. Cette instrumentation permet de stabiliser et d'étudier les atomes dans un environnement ultra pur et il est à noter que 30 m du tube sont réservés aux utilisations des entreprises extérieures. Un laboratoire international

vient d'être créé avec l'université de San-Diego en Californie, sans compter les nombreuses collaborations de recherche en Europe et dans le monde entier, dont la Chine.

En 2019, la villa Artem devrait voir le jour pour faciliter le passage entre les études et l'emploi des jeunes diplômés. Cet incubateur offrira pendant deux ans les conditions matérielles nécessaires à l'éclosion d'un projet entrepreneurial par exemple. L'association Artem entreprises réunit plus de quarante chefs d'entreprises pour une meilleure fertilisation croisée des savoirs et des pratiques. L'originalité du projet pédagogique est de faire travailler ensemble, dans des équipes pluridisciplinaires, des ingénieurs et des élèves ingénieurs culturellement différents mais aptes à communiquer et à faire preuve de créativité.

Ultérieurement, un collège et un centre de formation pour adultes (CFA) seront implantés également sur le même site géographique. La scolarité sera ainsi possible, dans le même lieu, du collège au doctorat, avec un large choix de formations tout au long de la vie professionnelle. Ce sont déjà plus de 4 000 étudiants qui travaillent sur le campus Artem, partie intégrante du technopôle Henri Poincaré (pôle santé, sciences, techniques, enseignement supérieur, recherche et

entreprises, rassemblant plus de 15 000 personnes), fleuron de la Métropole du Grand-Nancy.

La longévité politique exceptionnelle de Monsieur André Rossinot (maire de Nancy de 1983 à 2014 puis Président de la Métropole) a, sans aucun doute, facilité l'élaboration et la réalisation de ce complexe mais passionnant dossier, en partenariat avec tous les responsables locaux et nationaux concernés. Nous ne pouvons que souhaiter une longue et fructueuse vie au jeune campus universitaire nancéien Artem qui représente aussi un véritable challenge pédagogique et socioéconomique.

Pour approfondir cet article, les deux ouvrages ci-dessous sont à recommander :

- Sciences et techniques en Lorraine, MJC Pichon (2001) et L'École des mines de Nancy 1919-2012, Françoise Birck, Éditions universitaires de Lorraine (2013).
- Ainsi que le site en ligne : <https://www.nancy.fr/etonnante/grands-projets/artem-179.html>

Bernard Maudinas



Entrée d'Artem (Photo Alain Foucault).

Rencontre à Paris les 20 et 21 mai 2019 : Une Assemblée générale extraordinaire ainsi que l'Assemblée générale annuelle se tiendront, à cette occasion, au siège du CNRS - Campus Gérard-Mégie, 3, rue Michel Ange, 75016 Paris.

Le Secrétariat général de l'A3 (Mmes Lysiane Huvé-Textier et Françoise Balestie), la représentation régionale d'Ile-de-France (Mmes Véronique Machelon, Dominique Ballutaud, Solange Lassalle avec l'aide de Mmes Catherine Loudes, Maryvonne Sanchez et M. Dominique Grouselle) vous proposent :

Lundi 20 mai : Assemblées générales après l'accueil par Antoine Petit, Président-directeur général du CNRS, déjeuner sur le site dans les salons du château suivi d'une conférence débat, dans le cadre des 80 ans du CNRS, par Denis Guthleben, Attaché scientifique au Comité pour l'histoire du CNRS, sur « Le CNRS de 1939 à nos jours », puis d'une visite guidée des Invalides et d'un dîner au Grand Bistrot de Breteuil.

Mardi 21 mai (en option) : Grande halle de la Villette avec visite guidée de l'exposition Toutânkhamon ou visite de l'exposition « L'Orient des peintres - Du rêve à la lumière » au musée Marmottan Monet, déjeuner libre puis conférence débat par Denis Herlin, directeur de recherche au CNRS à l'IReMus sur le thème : « L'univers symboliste de Debussy : la librairie de l'Art indépendant (1890-1895) » au siège du CNRS.

Nouveauté sur le site internet

Les relevés de décisions prises par le Conseil d'administration lors de ses séances ainsi que les comptes rendus des réunions des Représentants régionaux sont désormais sur le site.

Colloque « Histoire et mémoire » :

Dans le cadre des 80 ans du CNRS, l'A3 organise, en partenariat avec le Comité pour l'histoire du CNRS, un colloque intitulé « Histoire et Mémoire ». Ce colloque se tiendra le 4 novembre 2019 de 9 h à 18 h sur le Campus Gérard Mégie du CNRS, 3 rue Michel-Ange, 75016 Paris dans l'auditorium Marie Curie.

Il est organisé autour de tables rondes animées à partir des différentes assises de la recherche qui se sont tenues depuis la création du CNRS et leurs impacts sur cet organisme. Devraient participer à ces tables rondes des anciens qui ont vécu le monde de la recherche et celui du CNRS : Jean-Pierre Chévènement, Pierre Papon, Serge Feneuille, Catherine Bréchnignac, Philippe Didier, Alain Pavé, Gilbert Morvan, Maurice Godelier et bien d'autres...

Ce colloque sera clôturé par Antoine Petit, Président-directeur général du CNRS.

Contact : Dominique Simon dominique.simon75@gmail.com

Les 90 printemps d'Edmond Lisle

L'un de nos présidents d'honneur ayant atteint en 2018 la dignité de nonagénaire, il est apparu que, comme témoignage d'affection, plutôt qu'une manifestation officielle, un simple déjeuner serait bien apprécié par Edmond, Ping et Bérengère. Le mardi 13 novembre une bonne trentaine de convives se sont donc retrouvés au restaurant chinois bien nommé « Pays du sourire ».

Ce groupe, forcément restreint, était à l'image, non du nombre d'amis d'Edmond, mais de la diversité des disciplines scientifiques, des niveaux hiérarchiques, des métiers de la Recherche et des activités de l'A3. Y ont été associées des personnalités extérieures, responsables de quelques uns des nombreux centres d'intérêt du jubilaire, comme la Fondation Maurice Allais, le Comité pour l'histoire du CNRS, ou la Fraternité d'Abraham. Certains, empêchés, se sont manifestés à distance. Les prises de parole se sont succédé, avec chaleur ou émotion, mêlant joyeusement les souvenirs amicaux et professionnels : Oxford, voyage en Chine, les SHS et bien sûr l'aventure A3. Edmond y a répondu à chaque fois avec précision, verve et humour.

Des petits cadeaux ont consisté en quelques livres significatifs d'inspiration française, anglaise et chinoise : *The Theory of Moral Sentiments*, d'Adam Smith ; *Brief Answers to the Big Questions*, de Stephen Hawking ; *L'Espace du Rêve (mille ans de peinture chinoise)*, de François Cheng ; *Histoire de la pensée chinoise*, d'Anne Cheng.

Ils ont été complétés par une invitation au concert en janvier : l'opéra Nabucco de Verdi, à la nouvelle salle de la Seine Musicale de Billancourt (dont on voit la coupole depuis Bellevue), par le Chœur Philharmonique International, dont notre confrère Alfred

Schwartz est l'un des 150 choristes. Le chœur emblématique « *Va pensiero* » en a été le grand moment et a même été bissé.

Notre amie Pascale Zanéboni s'est non seulement investie dans cette festivité, mais a composé tout naturellement son acrostiche de circonstance.

Paul Gille

à Edmond LISLE

Q uatre-vingt-dix ans cette année, une belle histoire.
U ne aventure à plein temps pour profiter
A parcourir tous les jours les sentiers et partager
T ant de choses et de moments pour s'associer.
R avie d'être présente, je suis heureuse de pouvoir
E n cet instant, vous offrir mon respectueux attachement.

V oilà le secret pour vivre heureux ! Vivre le présent.
I l ne passe qu'une fois, il est le sel de votre existence.
N aturellement, je vous souhaite de continuer cette
G rande odyssée de l'aventure qui comble votre retraite.
T oujours vivre ce mystère de la vie qui vous est cher.

D ouble vie, une génération, c'est comme la musique
I l faudrait être en mesure de l'écouter deux fois.
X y z, je vous souhaite de belles « zané » s et plein de « boni » s

A ces temps qui adviennent, écartant de vous toutes peines,
N ourrissant d'un espoir intensif, le désir d'une vie plus sereine,
S incèrement, merci pour tout, vous êtes un modèle.

Pascale Zanéboni

Alpes-Dauphiné

Programme de l'année 2019

- **6 mars à 14 h au CNRS, avenue des Martyrs, Grenoble** : Andes, la fin des glaciers ? Influence sur le climat - Film et débat avec Bernard Francou, directeur de recherche émérite à l'IRD
- **19 mars de 14 h à 17 h** : visite guidée de la Centrale nucléaire de St Alban-du-Rhône et sortie « Sur les traces des civilisations celtiques et gallo-romaines »
- **Du 22 au 25 mai** : Exposition ArKe-Aube à Troyes : « Des premiers paysans au Prince de Lavau » : visite du Trésor et de la Dame de Vix à Châtillon-sur-Seine, Dijon, Troyes et halte au chantier médiéval du château de Guédelon
- **6 juin** : Visite guidée de la Société bioMerieux à Marcy-l'Etoile, en partenariat avec nos collègues de la section Lyon - Rhône Alpes - Auvergne
- **11 et 12 octobre** : Soirée découverte au Centre d'Astronomie de Saint-Michel-l'Observatoire en Haute-Provence et quelques autres visites dans les villages environnants, Forcalquier, etc

Découverte historico-volcanologique du Cantal

Octobre 2018

Accompagnés du soleil et des couleurs d'automne, c'est un périple de 1 200 km qui nous a conduits de Grenoble à Aurillac à la découverte des beautés du massif volcanologique cantalien, un espace de 2 500 km² constitué de 385 km³ de produits répandus.



Massif cantalien vu du Puy Mary (Photo C. Bourguignon)

Nicole Vatin Pérignon, géologue, spécialiste en volcanologie et membre de l'A3-CNRS nous a guidés patiemment avec talent et passion pour initier nos yeux de profanes à la lecture des reliefs parcourus. Au fur et à mesure de notre avancée à travers les vallées glaciaires de la Jordanne et de la Cère ou vers les sommets du Puy-Mary (1 783 m), du Puy Griou, où le cirque de Mandailles, les termes de planèze, caldeira, écoulements pyroclastiques, nuées ardentes ou avalanches de débris se remplissaient peu à peu de sens et nous permettaient de mieux comprendre les paysages traversés, d'identifier les coulées basaltiques parfois cristallisées en orgues comme dans le socle spectaculaire de la ville de Saint-Flour où les coulées

de débris, amoncelées en amas sédimentés selon la longueur de l'avalanche (parfois 40 km depuis le centre du volcan) repérées le long des talus ou des failles.

Ces paysages surprenants nous donnaient à voir une histoire volcanologique de plusieurs millions d'années (-9 Ma à -4 Ma) où de soulèvements en effondrements s'était constitué ce strato-cône immense (24 km de diamètre, 100 km²) bordé de plateaux basaltiques sur lesquels les glaciations quaternaires ont laissé leur empreinte après le retrait définitif des glaces il y a 10 000 ans.

L'emblématique pyramide du Puy-Mary offre un panorama à 360° dévoilant sept vallées glaciaires qui rayonnent en étoile autour du sommet et une vue sur l'ensemble des sommets cantaliens.

Encore un détour par Chaudes-Aigues où la source du Par qui surgit à 82° (la plus chaude d'Europe continentale) nous a montré comment vit et respire la terre.

Nous avons complété cette plongée vertigineuse dans le « temps géologique » en découvrant le vieil Aurillac dont les vestiges de onze siècles d'histoire de cette abbaye bénédictine fondée par Géraud d'Aurillac et par une étape vers un temps historique plus récent, en visitant le Rocher de Carlat auquel est attachée une histoire inattendue et plutôt surprenante. En effet, pourquoi le drapeau monégasque flotte sur le rocher de Carlat ? Tout simplement parce que ce territoire est propriété de la famille Grimaldi depuis qu'en 1641, par le traité de Péronne, Louis XIII accorde à Honoré II, prince de Monaco, en contrepartie de son soutien dans la guerre contre les Espagnols, différentes « Terres de France », comme le Comté de Carladès, le Duché de Valentinois et le marquisat des Baux.

C'est encore un retour vers l'histoire que nous a offert la visite passionnante de la forteresse d'Anjony (XV^e siècle.) à Tournemire, guidée par le propriétaire des lieux, le marquis Robert de Léotoing d'Anjony qui vit encore avec sa famille dans ce site prestigieux. Les riches intérieurs de cette austère demeure sont décorés de fresques remarquables, religieuses et profanes, en particulier la légende des Preux.



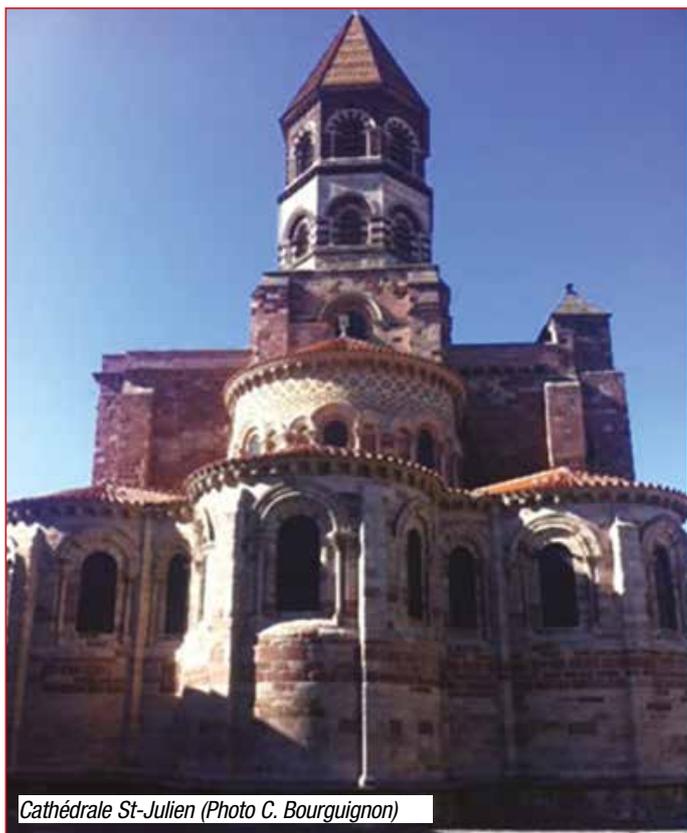
Château d'Anjony (Photo C. Bourguignon)

Autre étape incontournable de notre circuit, Salers, ensemble unique du XVI^e siècle, ses hôtels particuliers et ses maisons aux tourelles en pierre volcanique. Parmi les richesses patrimoniales de cette cité fortifiée, l'église Saint-Mathieu présente 5 tapisseries d'Aubusson et une mise au tombeau en bois polychrome magnifique.



Salers – Eglise St-Mathieu, Mise au tombeau (Photo C. Bourguignon)

Encore une halte à Brioude pour s'émerveiller de la cathédrale Saint-Julien, joyau de l'art roman couvert de fresques somptueuses avant de reprendre le chemin du retour.



Cathédrale St-Julien (Photo C. Bourguignon)

Ce parcours de quelques jours dans cette région voisine nous a enthousiasmés tant par l'importance du site volcanologique, la diversité et la beauté des paysages que par le sentiment maintenant rare de circuler dans une région préservée.

Christiane Bourguignon

Centre-Val de Loire

Hubble, l'astronautique en Val de Loire

Pour la Fête de la science 2018, la représentation A3 a coorganisé plusieurs événements grand public sur le thème de l'astronomie lointaine. Ce domaine repose sur les télescopes terrestres et spatiaux, qui sont des instruments prodigieux, mais non sans souci d'entretien. En partenariat multiple (Mairie de Saint-Cyr-en Val, DR08 CNRS, OSUC, LPC2E, Observatoire de Nançay, Centre Sciences), nous avons fait appel à des scientifiques très complémentaires dans leur spécialité, leur origine, leur âge.



Sortie extra-véhiculaire (Photo C. Nicollier).

« **Les Pulsars, horloges de l'Univers** » par Lucas Guillemot, jeune astronome à l'OSUC, a ouvert la Fête le 5 octobre. Spécialiste des pulsars, Lucas réalise des observations extrêmement complémentaires de Hubble : les ondes radio à l'aide du radiotélescope de Nançay (Cher), et les rayons gamma grâce à l'observatoire spatial Fermi de la NASA.

Petites étoiles plus massives que le Soleil, véritables toupies, les pulsars nous informent sur les propriétés de la matière dans des conditions extrêmes ou sur la détection des ondes gravitationnelles.

« **Hubble, le défi et la récompense** », par Claude Nicollier le 20 novembre, a été le grand moment attendu. Claude, chercheur émérite en astrophysique à Lausanne est ami et *alter ego* du Français Jean-François Clervoy. Il a été d'abord pilote militaire et civil, puis astronaute de l'ESA et formé à la NASA sur la navette spatiale. Il a passé plus de 1 000 heures dans l'espace lors de quatre missions entre 1992 et 1999, dont deux visites de maintenance du télescope orbital Hubble, avec une sortie extravéhiculaire de plus de 8 heures. Il est membre du « *Swiss Space Center* » à Lausanne et Professeur honoraire à l'EPFL. Il donne un cours au niveau Master intitulé « *Space Mission Design and Operations* », également accessible en ligne comme un cours MOOC sur la plateforme edX.

Claude nous présenta avec brio l'extraordinaire performance de l'instrument Hubble pour l'observation des étoiles, des galaxies

et des « champs profonds », mais aussi les perspectives d'avenir avec le « *James Webb Space Telescope* ». Le public éclectique très nombreux (450 personnes) a été fasciné par son expertise et sa pédagogie, particulièrement envers les (très) jeunes auditeurs, qui ont maintenu le dialogue bien au delà de l'heure prévue!

Le lendemain, Claude a rentabilisé son déplacement en donnant une seconde conférence « Le télescope spatial Hubble, science et technique », à l'usage des scientifiques du campus d'Orléans La Source, en captivant tout autant les chercheurs et les étudiants. Tout le monde s'est retrouvé à l'invitation de l'OSUC pour une festivité et des discussions passionnées.

Paul Gille

Hauts-de-France

Contacts avec l'Association des « Ch'tis Chinois »



« La pierre qui pousse » et les légendes associées aux mégalithes. (Photo J.-C. Vanhoutte).

Dans le cadre du Projet « Groupe Chine » l'A3 - Hauts-de-France a souhaité développer une action spécifique. Plutôt que de s'intéresser aux chercheurs « sortants », nous avons pris contact avec les étudiants « primo-entrants » pour les aider à leur intégration en première année universitaire. Ce contact fut facilité par

l'intermédiaire d'une Association d'étudiants Français et Chinois de l'Université des sciences de Lille 1 : « Les Ch'tis Chinois ». En accord avec les responsables de cette association, nous avons, dès le début, décidé de développer une « approche culturelle » par des rencontres dans les familles ou lors d'activités socio-culturelles. Cette manière de faire présente l'intérêt de leur faire côtoyer des Français (de tout âge) et de les aider à assimiler notre langue durant les six premiers mois passés en France.

Pour ce faire, nous les avons invités, par petits groupes de trois-quatre étudiants et/ou étudiantes, à participer :

- A diverses fêtes traditionnelles :
 - Chasse aux œufs à Pâques
 - Anniversaires en famille
 - Carnavals régionaux
- A des sorties culturelles :
 - Découverte des pierres mégalithiques et des légendes de la vallée de la Sensée (et des pierres mégalithiques du Hainaut-Cambrésis)
 - A la rencontre d'entreprises ou associations pour la rédaction de leur rapport de stage de fin d'année

- A des rencontres/repas pour les aider dans leurs rapports avec l'entreprise de stage

En retour :

- ils nous ont invités lors du « Nouvel an chinois »
- ils sont venus dans les familles pour faire la cuisine, à l'occasion de leur fête annuelle du « Bateau Dragon »

Le projet s'est arrêté après la dissolution de l'association des « Ch'tis Chinois ». Les contacts avec une autre association régionale d'étudiants chinois n'ont pas, pour l'instant, abouti.

Une autre idée est « en gestation » : prendre contact avec le Bureau Japon, qui s'est installé dans les mêmes locaux que la Délégation régionale CNRS DR 18, mais... cela ne semble pas simple.

Jean-Claude Vanhoutte

Ile-de-France

Programme des visites et conférences 1^{er} semestre 2019

Janvier

- 8 janvier : conférence amphi M. Curie PMA, Helena Perroud : Un regard franco-russe sur Vladimir Poutine (ou la Russie de Poutine aujourd'hui)
- Vendredi 18 janvier 2019 : visite de l'exposition « Cités millénaires », Institut du Monde Arabe
2 groupes : 13 h 15 et 13 h 45

Février

- Mardi 5 février, 14 h 15 : Musée des arts décoratifs, Japon-Japonismes, 1867-2018, résonances artistiques entre la France et le Japon
- Mardi 12 février : conférence amphi M. Curie PMA : François Tronche : Epigénétique, stress et comportement. *Une visite du laboratoire de F. Tronche aura lieu à l'automne.*
- Mardi 19 février : conférence amphi M. Curie PMA : R. Lehoucq : Parlons de sciences grâce à la fiction

Mars

- Vendredi 15 mars, 10 h 30 : Ateliers manufacture de Sèvres
- Jeudi 21 mars, 15 h 30 : Centre Georges Pompidou, Vasarely

Avril

- Mardi 16 avril 2019, 14 h 15 : musée d'Art et d'histoire du judaïsme, Helena Rubinstein

Mai

- Jeudi 16 mai, 14 h 45 : Musée d'Orsay, le modèle noir de Géricault à Matisse

Juin

- Jeudi 27 Juin, 14 h 30 : Musée d'Orsay, Berthe Morisot, femme impressionniste,

Dominique Ballutaud, Solange Lassalle, Véronique Machelon

Visite de Tours

Septembre 2018

Pour répondre au désir des adhérentes et adhérents de faire des balades d'une journée en région parisienne ou dans des régions limitrophes de la région parisienne, nous avons proposé, pour commencer, une excursion d'une journée à Tours à l'instigation d'Evelyne Jautrou, adhérente A3 de la représentation Val-de-Loire, amoureuse de sa ville et de sa région et heureuse de contribuer à nous la faire découvrir. Cette initiative nous a permis de rencontrer les représentants de la Société archéologique de Touraine (SAT avec laquelle l'A3 a signé un partenariat) qui nous ont reçus très chaleureusement à la Chapelle Saint-Libert, une chapelle du XII^e siècle devenue, après une superbe restauration, le siège de leur association. Dans cet endroit prestigieux, nous avons pu écouter deux très intéressantes conférences, l'une donnée par le Président de l'Association, Yves Cogoluègues, sur l'histoire de la ville de Tours et l'autre par Bernard Fleury sur les chapiteaux de la cathédrale Saint-Gatien. On ne pouvait pas rêver meilleure introduction à la visite de la ville de Tours et de sa cathédrale prévue l'après-midi sous la conduite savante de Bernard Fleury. Le déjeuner organisé sur place à Saint-Libert a joint l'utile à l'agréable sans perte de temps, ce qui nous permet de remplir le programme qui s'est prolongé pour ceux qui le désiraient par une visite guidée de la ville.



Cathédrale St-Gatien (Photo Evelyne Jautrou)

Brève histoire illustrée de la ville de Tours par Yves Cogoluègues

Tours fut créée par les Romains le long de la Loire à l'aube du premier millénaire. Nous n'avons malheureusement pas de traces écrites de la date de la fondation, probablement sous l'Empire romain. Les Turons (gaulois) étaient établis à Amboise qui comptait, à l'époque, 5 000 habitants. Le nom Turon donnera Touraine.

Située entre deux cours d'eau, la Loire et le Cher, la « Tours » romaine a deux particularités : un pont en bois sur la Loire et un grand amphi-

théâtre pouvant contenir jusqu'à 30 000 personnes. A l'époque, la Loire est plus large qu'aujourd'hui et s'étend jusqu'à l'arrière de l'abbaye Saint-Julien. Plus tard, l'amphithéâtre est fortifié. Par la suite, la ville romaine est déconstruite pour créer une fortification. Sur le parvis de Saint-Lambert, on a une coupe du mur romain.

Après Constantin, cette partie de la ville abrite l'évêché tandis que le monastère de Marmoutiers se trouve sur l'autre rive de la Loire. L'évêque saint Martin a vécu dans la zone de Saint-Libert. Il meurt en 397. Autour de son tombeau, aujourd'hui dans la basilique Saint-Martin, une ville (la *Martinopole*) se crée. Elle se développe de la fin du IV^e siècle à 1350. Le premier pont en pierre date de 1034. En 1610, on construit de nouvelles fortifications dans le style de Vauban. En 1780, un nouveau pont est construit. Les premières fortifications ont disparu au XIX^e siècle.

En 1780, on creuse une tranchée qui part des coteaux au-delà du Cher. C'est la route d'Espagne, celle qu'empruntent les pèlerins qui vont à St-Jacques-de-Compostelle. En ville, c'est la rue Royale qui devient ensuite la rue Nationale. Pour des raisons de perspective, le pont de pierre qui est construit est très large. Un arc de triomphe datant de l'époque de Louis XIV est détruit à cette occasion. Au XIX^e siècle apparaît le chemin de fer. En 1820, le canal Cher-Loire est construit pour faciliter la circulation. Du Second Empire à 1920, la zone au-delà des fortifications est urbanisée. A l'époque où Jean Royer était maire, la zone située au-delà du Cher est aménagée.

Saint-Libert se trouve dans la partie romaine. L'archevêché qui est aujourd'hui le musée des Beaux-Arts est construit sur le rempart. Le vieux Tours est autour du tombeau de saint Martin. La Basilique Saint-Martin, construite autour du tombeau, s'effondre au XIX^e siècle. Reste une tour que l'on peut toujours voir. Une nouvelle église est construite dans le goût du Sacré Cœur de Paris.

L'histoire de Saint-Libert

C'est une église du XII^e siècle redécouverte en 1858 par la Société archéologique de Touraine. Saint Libert est né en Auvergne. Il vit à Marmoutiers au temps de Grégoire de Tours (VI^e siècle). La charpente du XII^e siècle a été restaurée en 1483. La chapelle devient un lieu de sépultures au XVI^e siècle. Sous la dalle, se trouvent 52 squelettes, probablement des protestants. On a retrouvé aussi deux matrices de four à cloche datant de la fin du XII^e siècle ainsi qu'une statue polychrome du XII^e siècle. Les ouvertures ont été couvertes de vitraux modernes (Ateliers Loire à Chartres).

Eglise désaffectée, désacralisée, elle est vendue au début du XIX^e siècle à un marchand de bois puis à un salpêtrier qui récupère le tuffeau pour fabriquer le salpêtre, base de la poudre à canon. La fabrique fonctionne plus de 80 ans. Le lieu devient ensuite une conserverie de champignons puis un dépôt avant d'être rachetée par la SAT en 2011. En septembre 2011, les travaux de fouilles commencent avec les archéologues de la ville. Fin des fouilles en avril 2013 et fin des travaux d'aménagement deux ans plus tard en 2015.

Une grande salle de réunion et d'expositions est aménagée ainsi que quelques bureaux. Depuis 1840, la SAT a accumulé des collections considérables. Deux galeries en abritent une partie.

Le gothique fantastique à la cathédrale de Tours au XV^e siècle par Bernard Fleury

Récemment, ont été redécouverts grâce à Bernard Fleury toute une série de chapiteaux imagés datant du XV^e siècle. Ils sont placés au niveau des grands vitraux placés très haut (2^e galerie) et n'ont pu être observés de près et photographiés que grâce aux échafaudages mis en place à l'occasion de travaux de restauration effectués dans la cathédrale. Ils servent de support aux grandes verrières reprises récemment et témoignent de la grande virtuosité des sculpteurs. En tout, 300 chapiteaux sculptés ont pu être décrits. Dans l'avant-nef (bas-côté sud), les chapiteaux racontent la légende de sainte Marguerite avalée par le monstre selon la légende dorée de Jacques Voragine. On peut aussi y voir des monstres émergeant de végétaux. Dans le « remplage » aveugle contre la tour Sud, on peut apercevoir des têtes de lion, un oiseau de nuit avec des pattes de chien, une tête de cheval, un masque grimaçant crachant des rinceaux. Sur le côté sud, on voit un chanoine buvant au tonneau ; sur le côté nord des masques, un chien qui mord une tête, des sculptures végétales très frisées. On y voit aussi une tête de cerf, un vrai chef d'œuvre. Plus loin un joueur de cornemuse. Sur le triforium nord, un ange présentant les armes des chanoines, sur l'autre côté une chimère lion-oiseau, un ange regardant vers la porte où se trouve saint Maurice. Grâce à Bernard Fleury, nous avons pu découvrir et admirer tous ces trésors lors de notre visite de la cathédrale l'après-midi.

Véronique Machelon

Napoléon et de Gaulle, deux héros français

Conférence de Patrice Gueniffey

Le mardi 9 octobre, nous avons eu le plaisir d'accueillir Patrice Gueniffey dans l'amphi Marie-Curie du campus Gérard-Mégie du CNRS à Paris dans le cadre des conférences.

Directeur d'études à l'EHESS, il est l'un de nos grands historiens français actuels. Spécialiste entre autres de l'histoire napoléonienne, il est venu nous parler de deux figures de proue de l'histoire de la France contemporaine : Napoléon et de Gaulle. L'un et l'autre incarnent la figure du sauveur, assise sur une légitimité très forte qui va au-delà du clivage des partis. Si beaucoup de choses les séparent, à commencer par le



siècle où ils vécurent, ils ont en commun une quête de la grandeur nourrie d'une certaine idée de la mission de la patrie et de sa vocation à éclairer le monde et nous ont laissé l'un et l'autre un

héritage sur lequel nous vivons encore. A travers ces deux personnages hors norme, c'est à une analyse de la France que notre orateur s'est livré, celle d'hier et d'aujourd'hui. Analyse que vous pourrez retrouver dans le livre qu'il a publié en 2017 chez Perrin « Napoléon et de Gaulle, deux héros français ».

Véronique Machelon

De l'œnologie à la viticulture : des traditions aux innovations, quelles recherches pour quels enjeux ?

Conférence de Jean-Louis Escudier

Ce jeudi 8 novembre, nous avons eu le plaisir d'accueillir Jean-Louis



(Photo Maryvonne Sanchez).

Escudier dans le cadre des conférences dans l'auditorium Marie-Curie du campus Gérard-Mégie du CNRS à Michel-Ange. Actuellement chargé de mission à l'Inra de Pech Rouge dans l'Aude, unité expérimentale viti-vinicole, qu'il a dirigée jusqu'en 2011, Jean-Louis Escudier est expert pour la France à l'Organisation internationale de la vigne et du vin. Il a récemment publié « De l'œnologie à la viticulture » dans lequel il donne un aperçu complet sur la viticulture et le vin ; éditions QUAE.

Savez-vous que la Chine est le premier pays du monde en surface de vignes produisant 12,6 tonnes de raisin par an, soit à peu près le double de la France ?

Très sensible aux maladies (oidium et mildiou), la vigne exige 6 à 25 traitements phytosanitaires par an. Peut-on imaginer un jour se passer de pesticides ? Parmi les quelques milliers de cépages conservés à l'Inra (1^{er} collection mondiale), certains, obtenus par hybridation, se sont révélés résistants au mildiou et à l'oidium, ce qui a permis de faire un jus de raisin, tout ce qu'il y a de plus bio, et que nous avons eu le plaisir de goûter à l'issue de la conférence. Mais au-delà des pesticides utilisés pour la vigne, environ une vingtaine d'additifs, composants exogènes, rentrent dans la fabrication du vin. Pour les vins bio, ces additifs sont d'origine bio. Quant aux vins naturels, ils ne contiennent pas d'additif mais, revers de la médaille, ils sont de qualité irrégulière. L'évolution climatique, les maladies de la vigne, la compétitivité économique, autant de défis à relever pour imaginer ce que sera le vin de demain.

Véronique Machelon

Histoire et prospective, une expérience chez Renault.

Conférence d'Yves Dubreil

A l'invitation de la Représentation A3-IdF, Yves Dubreil, président de Renault-Histoire, a donné le 4 décembre dans l'amphi Marie-Curie

du campus Gérard-Mégie à Paris, une conférence intitulée : **Histoire et prospective, une expérience chez Renault.**

Rentré à l'École polytechnique à 19 ans, Yves Dubreil a, dans la foulée, passé 40 ans chez Renault, le temps d'y déployer une brillante carrière en tant que Directeur de programmes, notamment dans l'innovation et la prospective. Responsable du projet X06 qui donnera naissance à la Twingo, Yves Dubreil a été à l'origine d'un des plus grands succès de la firme. La sortie, en 1992, de cette voiture aux formes inédites et aux couleurs acidulées fut une véritable révolution. Qui n'a pas eu ou rêvé d'avoir sa Twingo ?

Et comme on ne quitte pas si facilement une entreprise à laquelle on a consacré sa vie professionnelle, il perpétue les liens avec cette grande maison en présidant depuis 10 ans l'Association Renault-Histoire, une association qui s'est donné pour objectif « d'entreprendre et promouvoir tous travaux historiques sur le Groupe Renault ».

Passionné d'automobile, riche de son expérience professionnelle et nourri de l'histoire de l'entreprise Renault, Yves Dubreil nous a livré ses réflexions, nous donnant sa façon de penser « le futur » dans le monde de l'entreprise, « *il ne s'agit pas d'optimiser la chrysalide, mais d'inventer le papillon* », brossant le portrait du leader idéal, favorisant le travail coopératif, encourageant les différences, sachant prendre les décisions, conscient que « toute décision est un renoncement »... Beaucoup de questions à l'issue d'un exposé qui a retenu l'attention de tous et qui donna lieu à de nombreux échanges.

En conclusion, un moment qui, nous l'espérons, incitera nos adhérent(e)s à revenir très nombreux aux prochaines conférences.

Véronique Machelon

Languedoc-Roussillon

Le volcanisme en Bas-Languedoc

Cette excursion organisée par l'A3 LR, initialement prévue le 13 avril, avait dû être reportée d'une semaine pour des raisons météorologiques. Le 20 avril, nous étions 10 personnes (adhérents d'A3 LR et aussi du Centre pour l'enseignement et la recherche en géosciences et applications, Cerga) sous la tutelle de Jean-Marie Dautria, ancien professeur à l'Université de Montpellier. Ce spécialiste du volcanisme nous a guidés sur divers sites dans le voisinage d'Agde. Le but était de montrer *in situ* les divers éléments de ces appareils volcaniques, d'expliquer leur dynamisme et leur diversité et, *in fine*, de proposer un scénario pour la mise en place des structures spectaculaires observées le long de la plage du Cap d'Agde.

Les volcans de l'Hérault se situent le long d'un axe nord-sud, principalement sur 3 zones : le Larzac (plateau de l'Escandorgue), le Lodévois, et les volcans de la basse vallée de l'Hérault qui se

succèdent jusqu'au cap d'Agde, y compris en mer. Notre excursion était consacrée à l'extrémité sud de cet axe entre Saint-Thibéry et le Cap d'Agde où ce volcanisme, d'âge relativement jeune (moins d'un million d'années), a laissé des traces évidentes, bien reconnaissables dans le paysage.

Le premier arrêt sur l'un des Monts Ramus, près de Saint-Thibéry a permis de présenter un appareil volcanique de type strombolien : le cône volcanique qui a été largement exploité pour extraire la pouzzolane montrant les restes de l'appareil superficiel en coupe sur environ 80 m de hauteur : le neck ou conduit d'alimentation



Photo 1. Neck du Mont Ramus, basalte noir massif. (Photo Guy Vasseur).

(Photo 1), les produits stratifiés provenant de l'éjection des structures pré-volcaniques (Photo 2) puis des tufs volcaniques (roches résultant de l'agrégation de fragments volcaniques ou non, éjectés lors de l'éruption et généralement stratifiés au moment du dépôt par taille des fragments). J.-M. Dautria explique comment est intervenue cette éruption dite phréato-magmatique : arrivée du magma (avec une vitesse de l'ordre du mètre par seconde) depuis la base de la



Photo 2. Reste de l'anneau des tufs du Mont Ramus. (Photo Guy Vasseur).

lithosphère (où localement le taux de fusion est de l'ordre de 2 à 5%), interaction avec la nappe phréatique où la vaporisation engendre une suite de violentes explosions et de nuées déferlantes. Ce mécanisme permet de construire le cône volcanique sur une période courte (de quelques semaines) en projetant autour du conduit d'alimentation un anneau de tufs phréato-magmatiques provenant d'abord du substratum puis de scories volcaniques dont le dépôt forme des strates caractérisant chaque éruption.

Le second site, dans la ville de Saint-Thibéry permet d'illustrer les coulées de lave massives qui sont associées au même phénomène et proviennent d'ailleurs de l'un des monts Ramus : à partir de fissures dans le cône de tufs, des laves très fluides se répandent horizontalement vers la vallée puis refroidissent au contact de l'air et du sol froids. La coupe (Photo 3) permet de montrer la zone dite des « orgues » où la contraction de la lave induit des colonnes verticales de basalte de géométrie régulière et presque hexagonale. Cette zone est surmontée par un entablement où les prismes apparaissent tordus et irréguliers puis par une couche de blocs erratiques.



Photo 3. Coulée de basalte de Saint-Thibéry. (Photo Guy Vasseur).

Enfin le troisième site sur la plage de la Grande Conque à Cap d'Agde offre une magnifique coupe de la structure interne de plusieurs appareils volcaniques. Cette coupe permet d'illustrer la nature des débris (blocs scoriacés, bombe en choux fleur, bombes véhiculées, bombes en bouse de vache...), de définir la direction du transport horizontal par les structures provenant de la chute des gros débris,



Photo 4. Détail des couches de tuf du Cap d'Agde. (Photo Guy Vasseur).



Photo 5. Suivi des couches de tuf le long de la plage du Cap d'Agde. (Photo G. Vasseur).

de mettre en évidence les structures de dune et d'antidune associées au déferlement des divers dépôts (Photo 4). L'examen des structures de dépôt le long de la plage (Photo 5) conduit notre guide à proposer un scénario de mise en place en plusieurs stades : certains seraient de type strombolien (avec peu d'eau, donc peu

d'énergie explosive) et d'autres de type dit « Sturtseyen » car avec une quantité d'eau plus importante. L'excursion se termine vers 18 h.

Vous pouvez retrouver sur : <https://www.youtube.com/watch?v=7f30lhfm6EA> une petite vidéo de cette visite réalisée par notre ancien collègue de CNRS Audiovisuel, Michel Raulet.

Guy Vasseur

Le Laboratoire d'Informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier (LIRMM)

Ce 12 juin 2018, nous avons visité le LIRMM. Cette visite était conjointe avec celle d'un groupe de la Société des ingénieurs et scientifiques de France (IESF). Nous avons été accueillis par son directeur, Philippe Poinet qui nous a présenté le laboratoire (Photo 1).



Photo 1. Philippe Poinet, directeur du LIRMM, présente le laboratoire

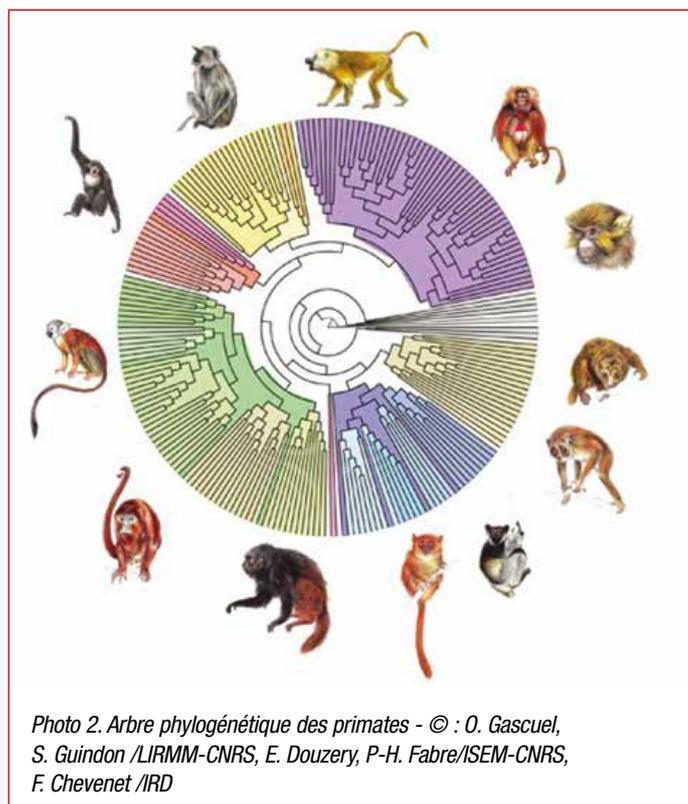
Le Laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier ou LIRMM (<http://www.lirmm.fr/>) est une unité mixte de recherche, dépendant conjointement de l'université de Montpellier et du Centre national de la recherche scientifique. Il a fêté ses 25 ans d'existence en 2017. Les recherches sont conduites au sein de trois départements scientifiques : Informatique, Microélectronique et Robotique, eux-mêmes organisés en 22 « équipes-projet » comprenant 3 équipes de l'Institut national de recherche en informatique et automatique (Inria) et une équipe de l'université de Perpignan. Plus de 400 personnes permanentes ou non-permanentes y travaillent.

Les thématiques du département Informatique nous ont été présentées par son directeur, Gilles Tronbettoni. Elles s'étendent des frontières des mathématiques à la recherche appliquée : algorithmique des graphes, bioinformatique (voir exemple ci-après), cryptographie, réseaux, génie logiciel, intelligence artificielle, interaction homme-machine et bases de données et systèmes d'information. Cette dernière thématique englobe l'exploration de données, connue aussi sous l'expression « *Data Mining* ». Il a pour objet l'extraction

de connaissances à partir de grandes quantités de données, le « Big Data », par des méthodes automatiques ou semi-automatiques en utilisant des algorithmes issus des statistiques ou de l'intelligence artificielle, pour construire des modèles à partir des données, c'est-à-dire trouver des structures intéressantes ou des motifs selon des critères fixés au préalable, et d'en extraire un maximum de connaissances.

Le Département microélectronique mène des recherches sur la conception et le test de systèmes intégrés et microsystèmes en mettant l'accent sur les aspects architectures, modélisation et méthodologie. Enfin, le département Robotique s'intéresse à des problèmes de synthèse, de supervision et de gestion de systèmes dynamiques complexes (robots, interface robot/vivant), mais aussi de navigation, localisation et de pilotage de véhicules autonomes. Au final, théorie, outils, expérimentations et applications sont présents dans tous les domaines de compétence scientifique du laboratoire. Notre parcours s'est poursuivi par les visites de la plateforme de Robotique et du Département de microélectronique. Pour limiter la longueur de ce compte rendu, nous ne présenterons ici que trois flash, un par département : le développement d'algorithmes phylogénétiques, la sécurité matérielle des puces électroniques et les robots sous-marins.

La phylogénie est une branche de la biologie qui étudie les relations évolutives entre êtres vivants. Ces relations sont représentées par des arbres phylogénétiques, construits à partir de données moléculaires ou sur la base de caractères morphologiques, anatomiques et fonctionnels. Ils sont ainsi une représentation graphique des relations de parenté entre groupes d'êtres vivants (Photo 2). L'apport de la biologie moléculaire et du séquençage



de l'ADN conduit à des arbres phylogénétiques moins subjectifs et ambigus que ceux basés sur d'autres caractères et d'inférer de relations évolutives entre des organismes très éloignés. De plus ces caractères évoluent généralement de manière plus continue et homogène que les caractères morphologiques ou fonctionnels. Et enfin, les données moléculaires peuvent être facilement quantifiées. Face à ces énormes masses d'information, il faut des algorithmes pour reconstruire l'histoire évolutive, la phylogénie de séquences d'ADN ou de protéines. Plusieurs de ces algorithmes ont été développés au LIRMM. Ils sont disponibles sur la plateforme de bioinformatique <http://atgc.lirmm.fr/phyml/>. Leur succès s'explique par la qualité des approches statistiques et leur rapidité qui ont rendu réalisables des analyses qui étaient tout simplement impossibles il y a peu de temps encore. Aujourd'hui, ils sont utilisés dans divers domaines. Ils ont permis d'établir le « phylome » humain qui répertorie tous nos gènes ainsi que leurs homologues dans les autres espèces. Le fait de disposer de la phylogénie facilite les recherches visant à établir la fonction des gènes. En parasitologie et en virologie, ces phylogénies permettent de retracer l'histoire des épidémies. Des avancées significatives sur le génome du virus d'immunodéficience humaine (VIH) viennent d'être publiées dans « Nature ».

Chacun d'entre nous a été confronté à un cheval de Troie logiciel. Ce programme d'apparence inoffensive en contient un autre, malveillant celui-là et qui est installé par l'utilisateur lui-même, ignorant qu'il fait pénétrer un intrus sur son ordinateur. C'est par analogie que ce type de programme a été baptisé « cheval de Troie », en référence à la ruse qu'Ulysse utilisa pour contourner les défenses adverses. La sécurité informatique concerne surtout la sécurité des logiciels. Qu'en est-il de la sécurité matérielle ? Cette problématique doit-elle rester cantonnée au seul domaine de la défense ? Les circuits intégrés encore appelés puces électroniques sont présents dans de multiples appareils de la vie courante (voitures, ordinateurs, consoles de jeu vidéo, téléphones mobiles, carte vitale, moyens de paiement, domotique). Fabriquer une puce électronique, c'est réaliser sur quelques millimètres carrés et quelques microns d'épaisseur un assemblage d'une multitude de composants interconnectés et ceci en un grand nombre d'exemplaires. Elle contient principalement des transistors, jusqu'à deux milliards aujourd'hui (1 750 000 000 transistors sur les microprocesseurs Intel de nos ordinateurs personnels en 2015-2016). Vous avez bien lu, presque deux milliards et seulement 2 250 en 1971. La taille des motifs minimaux voisine actuellement les 10 nanomètres. Un seuil de 5 nanomètres semble une limite physique liée à l'apparition de phénomènes quantiques et aux difficultés d'évacuation de la chaleur émise par son fonctionnement (Photo 3).

Plusieurs étapes de lithographie sont nécessaires pour réaliser les puces dans l'environnement ultra-confiné des salles blanches. La mondialisation de la production et les procédures délocalisées n'interdisent pas que lors de ces pérégrinations la puce hérite de quelques « transistors malveillants ». Pour détecter ces éven-

tuels chevaux de Troie matériels, le département effectue des recherches pour analyser les puces par thermographie infrarouge à ultrahaute résolution. Nous avons vu qu'un des problèmes liés à la miniaturisation était la dissipation thermique. Le cheval de Troie en action évacue de la chaleur et sa présence peut ainsi être mise en évidence !



Photo 3. Pascal Nouet, directeur du département de microélectronique, nous présente la problématique de la sécurité des puces électroniques

Les fonds sous-marins restent difficiles d'accès. Leur exploration et leur exploitation raisonnée constituent des enjeux majeurs. Nous distinguons les robots sous-marins autonomes qui se déplacent dans l'eau de manière autonome, contrairement aux ROVs. Un ROV, ou « *Remotely Operated Vehicle* » (que nous pourrions traduire par véhicule téléguidé, est un petit robot sous-marin contrôlé à distance par un câble ombilical qui transmet électricité, commandes et images en direct. Leur déplacement se fait à l'aide de petits moteurs. D'inspiration biomimétique, il existe même un robot-tortue doté de quatre nageoires indépendantes motorisées. Les ROVs équipés de préleveurs et/ou de divers capteurs facilitent l'évaluation subaquatique, notamment les inventaires de la biodiversité et les suivis des conditions de l'environnement, en offrant un meilleur accès à la faune et à la flore pour un dérangement minimal. Ainsi, un robot-aspirateur des fonds marins, Flipper (30 kg ; 65x50x45 cm) (Photo 4), né au LIRMM, a été utilisé dans les eaux de Mayotte, un hot-spot de biodiversité où l'on recense 70 espèces de cônes. Ces coquillages produisent des venins aux propriétés pharmacologiques très prometteuses. Un antalgique plus puissant que la morphine existe dans le venin du cône magicien (*Conus magus*). Doté de plusieurs caméras HD et d'une pompe qui permet d'aspirer les coquillages en les séparant du sable qui les enrobe. Flipper présente plusieurs avantages sur des plongeurs humains. Il peut fonctionner en continu pendant plusieurs heures et atteint des profondeurs supérieures à 50 mètres (aujourd'hui limite légale pour la plongée de recherche).

A la fin d'une telle visite, nous voilà un peu moins décontenancés devant des termes comme intelligence artificielle (IA pour les initiés), robots humanoïdes, « *Deep Learning* », « *Machine*

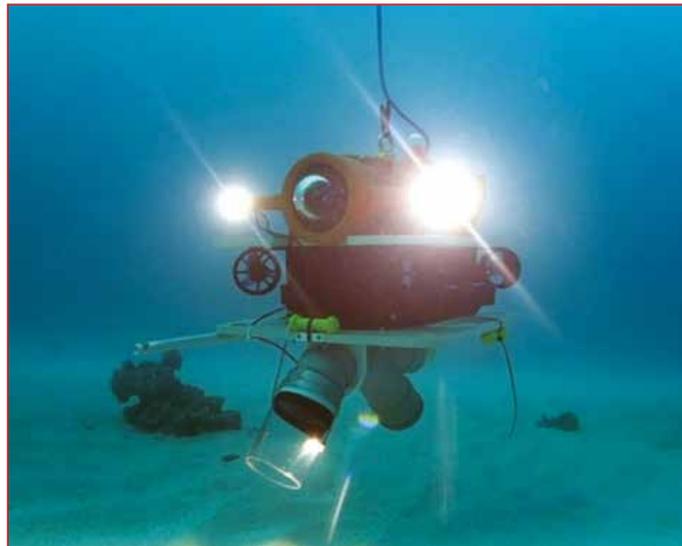


Photo 4. Flipper en action dans les eaux de Mayotte. © Bruno Garell/ Agence française pour la biodiversité, CNRS, Université de Montpellier

Learning » et méga données ou « *Big Data* ». En 2016, AlphaGo bat le meilleur joueur de Go du monde. A présent, des voitures autonomes « Google car » sillonnent la Californie. Comme nous l'avons vu lors de notre visite, les développements qui s'opèrent au LIRMM sont prometteurs pour nos qualités de vie et pour la qualité de notre environnement. Les robots chirurgicaux deviennent des assistants incontournables de la médecine du futur. Des solutions neuroprothétiques réalistes émergent dans la prise en compte des déficiences sensori-motrices. Par contre, sommes-nous totalement rassurés sur ce que nous mijotent les géants du net, les GAFAM (acronyme de Google, Amazon, Facebook, Apple et Microsoft) avec leurs budgets quasi-illimités et leurs soifs de puissance. L'état de droit suppose que le citoyen connaisse à l'avance les règles qui lui seront appliquées et qu'il puisse contester la façon dont elles sont appliquées et exclure l'utilisation d'algorithmes opaques. Le principal danger réside dans l'attrait que les solutions magiques ont pour les prises de décisions. La perspective de traiter de grands volumes de données à faibles coûts est si séduisante que l'on peut en omettre les biais possibles. Tous les deux jours, l'humanité produit autant d'information que ce qu'elle a généré depuis l'aube de la civilisation jusqu'en 2003 ! La transparence des critères de choix est une condition nécessaire du débat démocratique. Dans ce contexte, l'algorithme, le « c'est la machine qui décide » ne doit pas conduire à dissimuler des choix politiques inavoués. La surveillance de 15 millions de chinois au sein du « pilier social » conduit à la quantification de leurs comportements à partir de critères déduits du « *Big Data* ». Cette dérive Orwellienne se met en place avec un peu de retard. « 1984 » a été publié en 1949. Ne voyons-nous pas le « *Big Data* » se substituer au « *Big Brother* » et le Smartphone au télécran ?

Serge Rambal

Midi-Pyrénées

Visite du Musée Aeroscopia

Mardi 20 mars 2018

Il faisait un froid glacial quand nous sommes arrivés, en ce premier jour du printemps, sur le site d'Aeroscopia. Ce musée, créé à Toulouse en 2015 au voisinage de la chaîne de montage d'Airbus et de l'aéroport de Blagnac, se veut le témoin de l'histoire de l'agglomération toulousaine qui a vu naître l'aviation qui est devenue la première plateforme aéronautique d'Europe. Très beau et très moderne, ce musée est une vitrine qui reçoit de très nombreux visiteurs français et étrangers.



Photo du panneau représentant les pionniers de l'Aéropostale.

Dans un grand hall d'une architecture extrêmement moderne, sous une charpente métallique qui présente l'aspect d'un long tube courbe d'une centaine de mètres, nous attend une magnifique collection d'avions datant de la première guerre mondiale à nos jours. Cette collection est en grande partie l'aboutissement du rêve d'une poignée de passionnés, réunis au sein de l'association des Ailes Anciennes ou de l'association de l'Aérothèque, qui ont restauré des avions venus des quatre coins de France et d'ailleurs. Dès l'entrée, nous sommes éblouis par ces avions de rêve que sont le Concorde, l'A300 B et le Super Guppy que nous allons pouvoir visiter. Le long des murs, sur 50 m, se déroule une longue fresque relatant l'histoire des pionniers de l'aviation.

Pendant une heure, une guide va nous accompagner au travers du musée en commençant par l'évocation de ces héros qui, au péril de leur vie, par leur goût du défi, leur courage, leur désir d'aller jusqu'au bout de leurs rêves, ont permis d'explorer de nouveaux horizons donnant naissance à l'aviation.

Parmi ces grandes figures de l'aviation, nous allons revoir tout d'abord, Clément Ader qui fut le premier qui, s'inspirant du vol des oiseaux, a fait en 1890 avec Eole ses premiers « bonds » au-dessus du sol. Ensuite vint Otto Lilienthal, puis les frères Wright qui, partant sur de nouvelles bases, ont réalisé un aéronef qui a réussi, en 1905, à voler sur 35 km. Puis il y eut Blériot dont on peut admirer une réplique exacte de son avion qui a été le premier à traverser la Manche en 1909 ; puis encore Roland Garos qui, en 1912, va traverser la Méditerranée. La liste est longue de ces héros dont les noms sont arrivés jusqu'à nous mais que l'on ne peut pas citer tous : Guynemer, Mermoz (« l'archange »)... sans oublier des femmes comme Maryse Bastié ou Jacqueline Auriol...

Après la guerre de 1914, on va voir le développement des messageries qui seront les premières lignes commerciales. Latécoère, qui s'était lancé dans la construction d'avions pendant la guerre, a été le premier, à Toulouse, à avoir l'idée d'utiliser les avions de l'époque pour transporter le courrier. C'était le début de l'épopée de l'Aéropostale créée officiellement en 1927 avec, aux commandes, des hommes comme Mermoz, Saint-Exupéry, Guillaumet, etc. En 1933, l'Aéropostale va fusionner avec quatre autres compagnies pour donner naissance à Air France, le groupement aéronautique le plus important d'Europe.

Devant cette grande fresque, des vitrines présentent les maquettes des avions de Dewoitine créés entre 1892 et 1979. Nous passons ensuite à une grande maquette de la Caravelle, avion phare, créé en 1955, symbole d'une évolution réussie. De conception révolutionnaire, elle était déjà le fruit d'une industrie aéronautique européenne utilisant les compétences de partenaires comme Fiat en Italie et Rolls-Royce en Angleterre. Ce fut un succès commercial de longue durée puisque la Caravelle a volé jusqu'en 2005.



Visite du Concorde (Photo Nicole Paillous).



Maquettes de différentes versions de l'Airbus A300.
(Photo Nicole Paillous).

Après ce voyage à travers le temps, nous allons admirer les avions « stars » qui, après leur retraite, sont venus dormir dans ce musée. Nous entrons avec émotion tout d'abord dans le Concorde, exposé ici, qui est un des six exemplaires à avoir servi pour les essais en vol en 1969 et qui présente son instrumentation de bord d'origine. Ce bel oiseau blanc, aux lignes magnifiques, merveille technologique qui volait à Mach 2, cher aux Toulousains, a été abandonné en 2003 après l'accident qui, en 2000, a coûté la vie à 113 personnes. Nous entrons ensuite dans un A300 B qui est le premier gros porteur biréacteur. Il a été réaménagé pour nous montrer son cockpit, sa soute et sa structure interne. Sa cabine présente trois possibilités d'aménagements plus ou moins luxueux avec salle de bain, salon, chambre... En complément et à ses côtés, figurent les maquettes de l'A320, l'A330, l'A340, l'A380 qui sont des déclinaisons de l'A300. A côté de ces avions prestigieux, nous pouvons voir, dans ce hall, une collection d'aéronefs militaires ainsi que des avions dédiés au transport d'affaires, à la recherche ou aux loisirs. Nous termi-

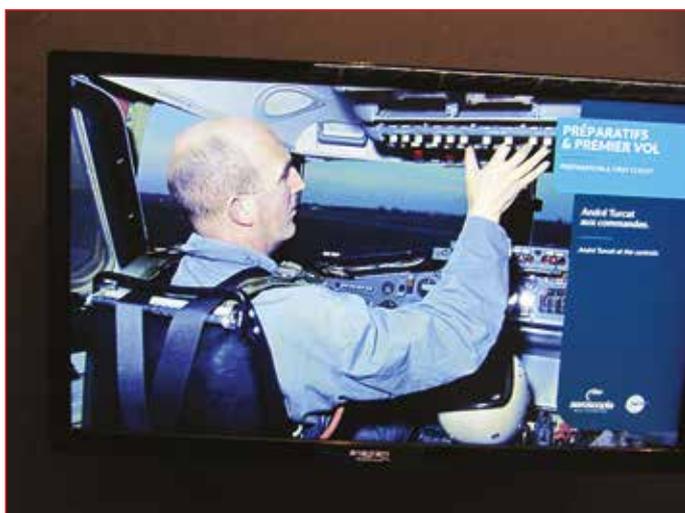


Photo de la reconstitution de la cabine de pilotage du Concorde d'André Turcat (Photo Nicole Paillous).

nons la visite guidée par un Super Guppy, grandeur nature, énorme puisque destiné à convoyer des morceaux de l'A380 réalisés dans différents pays d'Europe et assemblés à Toulouse. Il est présenté en configuration chargement/déchargement, cabine pivotée, ce qui permet de montrer la capacité de transport tout à fait considérable de cet appareil : son volume atteint 1 408 mètres cubes, sa charge utile est de 25 tonnes. A ses côtés, on peut admirer la maquette du Beluga, plus fonctionnel, qui lui a succédé.

Nous flânon ensuite dans le musée où des simulateurs de vol et de nombreux avions nous attendent encore pour clore une visite très riche qui nous a fait rêver.

Nicole Paillous

Visite du Bâtiment du futur pour la transition énergétique au LAAS

Mardi 10 avril 2018, Université Paul-Sabatier

Le LAAS (Laboratoire d'analyse et architecture des systèmes) est un des laboratoires-phares de l'Université Paul-Sabatier à Toulouse. Nous y étions allés, il y a deux ans, pour voir le département « robotique ». Nous y sommes revenus cette année à l'initiative de notre collègue, Mme Ippolito, pour découvrir les systèmes développés par le LAAS pour une gestion intelligente de l'énergie.



(Photo Nicole Paillous).

Nous avons été reçus tout d'abord par M. Liviu, directeur du laboratoire, qui nous a fait une présentation générale du laboratoire. Ce laboratoire, créé en 1968, est une Unité propre du CNRS rattachée à deux instituts : l'Institut des sciences de l'ingénierie et l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions. Il comprend 700 personnes dont 300 permanents, 26 équipes de recherche, 10 services communs. Qu'y fait-on ? Depuis sa création, le LAAS a développé des compétences dans quatre champs disciplinaires : informatique, robotique, automatique et micro et nano structures. Actuellement, le LAAS a établi des programmes transversaux qui impliquent tous les laboratoires afin de répondre aux grands défis interdisciplinaires que posent les systèmes émergents. Quatre axes stratégiques ont été définis : intelligence ambiante, vivant, énergie, espace.

Sous la conduite de Maryse Bafleur, DR au CNRS, déléguée scientifique de l'axe stratégique Énergie au LAAS, nous sommes allés visiter le Bâtiment du futur dont elle est responsable. Le projet s'inscrit dans l'objectif d'une « Smart City », c'est-à-dire d'une ville intelligente, celle dans laquelle les technologies de l'information et de la communication seront traitées au mieux pour rendre le meilleur service aux habitants. Dans cette ville, la question de l'énergie est cruciale et doit provenir au

maximum des énergies renouvelables (géothermie, énergie solaire). Pour le bâtiment du futur, l'Adream, la feuille de route consiste à long terme à réaliser un bâtiment qui soit autonome en énergie, un bâtiment intelligent qui va produire par lui-même autant d'énergie que ce dont il a besoin. L'objectif va être d'optimiser le rapport entre production, consommation et stockage de l'énergie.

Le bâtiment, futuriste, allie beauté, technologie et développement durable. Tout d'abord, sa température interne est régulée par la terre via un système de puits canadiens que l'on peut voir au rez-de-chaussée : de l'air circule dans de gros tuyaux enterrés à l'horizontale à 5 m de profondeur où il règne une température constante de 15°C. L'air provenant de l'intérieur est rafraîchi en été et réchauffé en hiver. Une autre source de chaleur est formée par un ensemble de 18 sondes géothermiques plongeant à 100 m de profondeur. En véhiculant un liquide caloporteur, l'édifice peut être réchauffé ou refroidi en exploitant le différentiel de température avec le sol. La façade sud comporte, en bas, de grandes surfaces vitrées (720 m²) inclinées à 60° et, en haut et sur une partie du toit, de grandes surfaces de panneaux photovoltaïques. Une partie de cette surface (40%) est constituée de panneaux interchangeables qui permettent de tester de nouvelles technologies, tout comme les onduleurs qui servent à transformer le courant continu issu des panneaux, en courant alternatif.



(Photo Nicole Paillous).

Ce bâtiment héberge des laboratoires de recherche qui travaillent sur les robots et les nouveaux capteurs, et consomment une partie de l'énergie produite. En complément, un réseau de capteurs internes mesure tout ce qui est fourni et tout ce qui est consommé. Un logiciel centralise ces données et donne un bilan énergétique en temps réel. Ce bilan énergétique va permettre de piloter les systèmes de chauffage, de ventilation et d'éclairage pour une optimisation de l'ensemble des systèmes. Actuellement, le bâtiment produit 60% de ses besoins en énergie. Les recherches se poursuivent pour obtenir à long terme un bâtiment 0 watt c'est-à-dire complètement autonome.

Nicole Paillous

Sortie dans l'Ariège

Visite de la Station d'écologie théorique et expérimentale du CNRS de Moulis, UMR 5321 CNRS-UPS et de la jolie ville de Saint-Lizier
Jeudi 17 mai 2018

Beaucoup d'entre nous souhaitaient depuis longtemps voir le laboratoire souterrain de Moulis situé sur les contreforts des Pyrénées. Ce laboratoire, très ancien, a été fortement rénové il y a quelques années. Une de nos collègues, Martine Defais, a pu organiser pour nous une visite de ce laboratoire qui est maintenant un pionnier, mondialement reconnu de la recherche expérimentale en sciences environnementales.

Nous étions une trentaine ce jeudi 17 mai dès 7 h 30 pour aller passer la journée en Ariège. Arrivés vers 9 h à Moulis, nous avons été accueillis par le nouveau directeur de la station d'écologie théorique et expérimentale du CNRS, Olivier Guillaume, responsable des plateformes et de la communication, qui nous a fait l'historique de la station. Ce laboratoire fût créé en 1948 sous l'impulsion du professeur René Jeannel en raison de la richesse exceptionnelle de la faune cavernicole pyrénéenne et de la présence d'une grotte aménageable. Equipé par le Professeur Albert Vandel, zoologiste et spéléologue, en vue de l'étude et de l'élevage dans leur milieu naturel d'espèces endémiques cavernicoles, ce laboratoire souterrain a été inauguré par le CNRS en 1954. Pendant 50 ans, il a été le cœur de la recherche en biospéléologie.



Elevage de protées dans le laboratoire souterrain de Moulis.
(Photo Nicole Paillous).

Dans les années 2000, pour suivre les nouvelles exigences de productivité des tutelles, une grande reconversion vers la biologie évolutive a été effectuée par Jean Clobert qui dirigea la station pendant 10 ans. Ses effectifs sont passés de 10 à 65 personnes. Les objectifs actuels sont d'affiner des modèles théoriques élaborés pour décrire le fonctionnement des systèmes écologiques et d'en tirer des prévisions en terme de conséquences des altérations environnementales majeures dues à la modification des habitats naturels et aux changements climatiques. De nouvelles infrastructures ont vu le jour, telles que des serres (750 m²) divisées en 12 cellules identiques à pilotage climatique programmé indépendamment, des volières divisées en 48 cellules équipées de systèmes d'acquisition de données automatiques par caméras et capteurs pour de petites

populations de passereaux et mésanges, des salles d'élevage pour invertébrés, amphibiens, poissons et reptiles. L'installation d'un Méta Aquatron pour eau stagnante (144 mares connectées) et courante avec 5 m de rivière est programmée pour l'étude des effets du climat sur les écosystèmes aquatiques en particulier en relation avec le changement climatique. Toutes ces infrastructures sont ouvertes à la communauté scientifique nationale et internationale. L'unité a reçu des soutiens financiers (2 plans de plus de 6 millions) des plans État-Région, de la Communauté de communes, de l'Europe et un soutien fort de l'INEE du CNRS.

Notre visite a commencé par la grotte via une entrée artificielle qui permet de préserver les conditions atmosphériques internes. Nous avons ainsi fait connaissance avec le Protée, Amphibien urodèle (de la famille des tritons et des salamandres) originaire de Croatie et Slovaquie, seul vertébré strictement cavernicole d'Europe et qui a sans doute colonisé le milieu souterrain depuis le Pléistocène. Élevé et étudié dans la grotte depuis 1952, il est aveugle, dépigmenté et possède des branchies externes. Sa longévité est estimée à 80 ans, sa maturité sexuelle à 15 ans. Moulis est le seul endroit où sa reproduction a été obtenue. Il y a actuellement 200 individus dédiés à la recherche, principalement pour la compréhension des mécanismes de l'évolution et l'adaptation des espèces aux conditions environnementales. Nous avons également vu des axolotls, endémiques au Mexique et des euproctes, gros tritons endémiques des Pyrénées.

Nous sommes ensuite partis à 15 km dans la commune de Caumont-en-Ariège pour voir le Métatron. Cet écotron, unique au



Installations du Métatron (Photo Nicole Paillous).

monde, qui s'étale sur 4 ha de terrain, comprend 48 « cages à populations » de 100 m² de surface sur 2 m de hauteur, peuplées d'une communauté d'espèces animales et végétales auxquelles sont imposées des conditions de température, d'humidité et d'ensoleillement variables et contrôlées. Les cages sont reliées par des passages qui permettent aux espèces de migrer si elles en sentent le besoin. Dans chaque cage, on peut faire varier les conditions de façon extrêmement précise. Cet appareil remarquable permet

d'étudier et de prédire les conséquences des changements climatiques sur le fonctionnement des systèmes écologiques. Un projet de 10 ans est en cours sur des invertébrés, reptiles, amphibiens et papillons. Le taux d'utilisation est de 70% sauf en été (100%).

Après avoir chaudement remercié M. Guillaume de son accueil, nous avons repris le car vers 12 h 30 pour nous rendre à la ville de Saint-Lizier, située à 30 km, que nous devons voir l'après-midi. Nous sommes allés directement dans la ville haute. Il faisait beau et nous avons eu le plaisir de découvrir, de la terrasse du Palais des évêques, un magnifique panorama sur les Pyrénées enneigées. Là, nous attendait, le restaurant « le Carré de l'Ange » dont la cuisine réputée nous a permis de passer un moment très convivial.

Nous avons entrepris ensuite une grande visite guidée de la ville de Saint-Lizier qui est une cité chargée d'histoire. Ancienne cité



Fresques de la cathédrale N.-D.-de-la-Sède à Saint-Lizier. (Photo Nicole Paillous).

gallo-romaine, elle devint, dès le V^e siècle, suite à l'action de St-Valier puis de St-Lizier, le siège d'un important évêché. A la fin du XI^e siècle, période de renouveau de la ville, l'évêque entreprit de faire construire, pour donner du prestige au petit diocèse du Couserans, deux cathédrales. D'une part dans la partie haute de la ville, la cathédrale Notre-Dame-de-la-Sède, point culminant de la ville, située dans l'enceinte du Palais des évêques, en surélévation des remparts. Cette cathédrale, aux dimensions

modestes, était le siège épiscopal (La Seda en langue d'Oc). D'autre part dans la partie basse, le bourg où se situait un ancien sanctuaire qui abritait la sépulture de saint Lizier, il entreprit la construction d'un édifice qui se devait d'être beaucoup plus imposant et digne des reliques du saint, la cathédrale de St-Lizier. Comme on peut le voir au niveau architectural, la construction de ces deux édifices s'est étalée simultanément sur plusieurs siècles en fonction des aléas de l'histoire et des périodes plus ou moins fastes. Plus de 79 évêques s'y sont succédé jusqu'au concordat de 1801 qui supprima l'évêché du Couserans.

Notre visite a commencé tout d'abord par la partie haute de la ville où se trouve le Palais des Evêques, bâtiment aux dimensions imposantes, qui abrite un très beau musée départemental, ainsi que la cathédrale Notre-Dame-de-la-Sède. Cette cathédrale est d'un style roman très simple. Elle comprend : un portail en arc brisé sans tympan, abrité par un porche charpenté pavé de galets, (XIV^e) ;

à l'intérieur, une nef unique à trois travées voutées en croisées d'ogive et deux petites chapelles gothiques (fin du XV^e) ; un chœur qui comprend de belles stalles en bois de noyer et de chêne de la fin du XVII^e. Mais ce qui fait la beauté de cette cathédrale dès que l'on entre, ce sont de magnifiques fresques de la Renaissance qui ornent les murs et les voûtes. Redécouvertes en 1990 et restaurées récemment, nous découvrons avec émerveillement ce que l'on appelle ici la « petite chapelle Sixtine » alors même que notre guide nous conte l'histoire de ces sibylles, patriarches ou autres personnages anciens qui revivent sous nos yeux, ravis.

Après cette première plongée dans l'histoire de Saint-Lizier, nous sommes redescendus par un petit chemin, à travers champ, pour



Apothicairerie de l'Hôtel-Dieu

rejoindre la partie basse de la ville, avec ses belles maisons anciennes et sa cathédrale que nous allons également visiter. De proportions plus importantes que la Sède, cet édifice se caractérise par un clocher octogonal en brique de style toulousain. On peut y admirer en entrant un chœur roman comportant également un ensemble monumental unique de fresques romanes du XI^e et une nef de style gothique toulousain. L'édifice a conservé son cloître du XII^e qui est

l'unique cloître roman de l'Ariège. Du cloître, on accède au Trésor des évêques qui comprend de nombreux témoignages de la vie épiscopale à St-lizier et en particulier un très beau buste renaissance de St-Lizier. Ces reliques ont attiré pendant longtemps les pèlerins qui faisaient le Chemin de St-Jacques-de-Compostelle.

Notre visite nous mène ensuite à l'Hôtel-Dieu situé au sud de la cathédrale. C'est un grand bâtiment, anciennement hôpital de la Cité, qui renferme encore un trésor : une ancienne apothicairerie du XVIII^e siècle parfaitement conservée où nous terminons en beauté cette balade dans l'Ariège profonde.

Martine Defais et Nicole Paillous

Sortie dans le Limouxin

Visite des Caves de « Sieur d'Arques » à Limoux et de Rennes-le-Château - Octobre 2018

Sous un ciel particulièrement menaçant qui n'allait pas tarder à nous gratifier d'un « évènement cévenol », nous étions une bonne trentaine à prendre le car pour rejoindre le cœur du vignoble de Limoux, en moyenne vallée de l'Aude. La journée était placée tout à

la fois sous les signes de l'authenticité d'un terroir viticole réputé et de mystères dont on espérait connaître les clés. Par quelle singulière alchimie s'opère la vinification de la célèbre blanquette de Limoux ? Allait-on enfin lever le voile sur l'étrange Abbé Saunière et son « trésor » de Rennes-le-Château ?

Dès 10 heures, notre groupe est accueilli à la Cave coopérative « Sieur d'Arques » de Limoux où notre guide, Sylvie, nous conte avec enthousiasme et compétence l'histoire d'une remarquable réussite technique et humaine, fleuron de l'économie locale. Une maquette révèle, dans le musée, l'étendue des structures qui, autour d'un effectif de 120 personnes, gèrent la production de plus de 250 vigneronns adhérents, couvrant plus de 2 000 hectares. On comprend rapidement que la gestion automatique de l'ensemble des opérations est un atout d'efficacité. En cette période fébrile des vendanges, nous ne pourrions pas (hélas !) avoir accès aux unités d'accueil et de traitement des raisins.

En 1531, un moine de l'Abbaye bénédictine de Saint-Hilaire, proche de Limoux, constate qu'un vin mis en bouteille bouchée de liège « prend mousse » : la Blanquette -premier brut du Monde- est née... avant le Champagne ! Dès 1544, le Sieur d'Arques, seigneur de la région, prend pour habitude de célébrer ses victoires en « lampant des flascons » de blanquette. Quatre siècles plus tard, la Cave honore sa mémoire en adoptant son nom. Le terme « blanquette » trouve son origine dans la couleur argentée que prend le dessous des feuilles de vigne lorsqu'elles vibrent dans le vent. L'aire d'exploitation couvre les coteaux à pentes douces d'une terre calcaire, légère et caillouteuse où prospèrent trois cépages fondamentaux : le Mauzac (cépage local traditionnel), le Chardonnay (cépage bourguignon) et le Chenin (cépage du Val-de-Loire). Quatre types de terroir sont différenciés : méditerranéen, autan, océanique et haute vallée. Trois appellations sont proposées pour les vins effervescents : blanquette, crémant, méthode ancestrale. Elles représentent des proportions différentes de jus, à l'exception de la dernière appellation uniquement constituée de Mauzac. En moindres quantités, la cave offre aussi de délicats « vins tranquilles » (Chardonnay) et d'excellents vins rouges prennent en compte des cépages Cabernet, Merlot, Malbec et Syrah. Fruit d'un labeur soutenu, la « Première Bulle » est la dernière-née. Une politique très rigoureuse de gestion de chaque parcelle, de la floraison à la vendange, assure une parfaite traçabilité des produits qui, en contrepartie des contraintes imposées, assure au vigneron une plus-value conséquente de son travail.

Décrire les étapes de l'alchimie de la vinification serait fastidieux. Retenons seulement, ce qui, au fil de la visite, apparaît comme un véritable « parcours du combattant » : pressurage strict de la vendange (manuelle), débouillage, conditions de la fermentation alcoolique et malolactique, élevage en barriques pour les vins tranquilles, collage, filtration, contrôle de pression, etc. qui s'achève, comme par miracle, avec l'élimination par le froid (à -25°C) du bouchon (le « bidule ») pollué de levure. L'ajustage avec bouchage final sous 5 bars de pression et voici le pétillant produit prêt à honorer nos tables !

Depuis 1989, la politique de communication a été largement développée. Ainsi, tous les ans, le dimanche des Rameaux, a lieu une vente aux enchères de barriques (4 sélectionnées par chacune des 42 communes du terroir) sous la présidence de Chefs renommés (Troisgros, Bocuse, Blanc, Ducasse...). De longs tunnels regroupent, en sous-sol, les précieuses barriques. Le bénéfice de la première vente fut consacré à la réfection de l'une des églises du terroir de la Blanquette, et la tradition est maintenue pour contribuer, à tour de rôle dans les communes, à la restauration du patrimoine et des structures agraires. Cette manifestation, baptisée « Toques et Clochers » attire de 30 à 50 000 personnes. Une dégustation est venue régaler nos papilles, clôturant de façon très agréable notre matinée. Par bonheur, le ciel est redevenu miraculeusement bleu, ce qui augure bien de la poursuite de notre escapade de l'après-midi, après un repas convivial pris à Limoux.

Remontant la vallée de l'Aude jusqu'à Couiza et son robuste château des Ducs de Joyeuse, quelques km d'une route étroite et sinueuse nous permettent d'atteindre, à 582 m d'altitude, le modeste village de Rennes-le-Château (71 âmes en 2015). Ancien oppidum gallo-romain, puis cité wisigothe prospère, Redae devient au IX^e siècle le siège du Comté du Razès, Marche d'Espagne de l'Empire carolingien. *Castellum Redae* est mentionné dans les cartulaires dès 1 022. Détruit par les Espagnols, le bourg est réduit à l'Eglise Marie-Madeleine et à quelques maisons, dominées par la silhouette du manoir édifié par la famille d'Hautpoul au XVI^e siècle. Il faut attendre la fin du XIX^e siècle pour comprendre pourquoi cette modeste commune accueille de nos jours près de 50 000 visiteurs par an, venus du monde entier.

Notre guide Stéphanie va-t-elle enfin nous révéler le(s) secret(s) de l'énigmatique histoire de l'Abbé Bérenger Saunière ? L'ecclésiastique prend ses fonctions le 1^{er} juin 1885. En quelques années, il bouleverse le destin de ce village audois de 300 habitants, isolé de tout. Il entreprend des travaux d'un coût exorbitant en regard des ressources modestes habituellement associées à une cure de cette nature. Il est alors question de millions de francs-Or qu'une découverte fortuite sous une dalle de la crypte aurait livrés à ce curé de campagne ou encore de manuscrits d'une valeur exceptionnelle (introuvables, comme le trésor), dissimulés dans un pilier de l'église ou enfin d'un crâne rempli de pièces d'or. Dès son installation, le voici se construisant un logis Renaissance (la Villa Bethania), une tour-bibliothèque, crénelée (la Tour Magdala), une serre exotique avec Orangerie, un jardin d'agrément entouré d'un superbe chemin de Ronde. De ce belvédère unique, la vue panoramique est exceptionnelle en ce début d'automne. Dans le même temps, il ne lésine pas sur la réfection de l'église Marie-Madeleine qu'il charge de peintures murales néogothiques, de statues polychromes d'un goût douteux, de scènes sophistiquées du Chemin de Croix, d'un haut relief monumental (« Venez à moi »), puis de vitraux. Des réceptions fastueuses jalonnent les trois décennies de son existence dispendieuse au cours desquelles il recevra les notables et grands de ce monde (Le

prince de Habsbourg, par exemple !). Très rapidement, son comportement suscite maints commentaires et sanctions, dont celles de sa hiérarchie... dont il n'a que faire ! Le presbytère, aménagé en musée, est riche de documents, objets et images dont la simple énumération serait fastidieuse. La visite de la propriété, du musée et de l'église, valorisée par l'érudition de notre guide, nous laissent totalement interrogatifs !

Comme tout mortel, l'Abbé Saunière disparaît en 1917, léguant ses biens et... les secrets de sa fortune à Marie-Denarnaud qui, mourante, les remet à son tour à Noël Corbu... sans avoir eu le temps de lui révéler la (ou les) cachette(s). Le mystère reste entier ! Depuis lors, les spéculations (et les fouilles) vont bon train, à la recherche du pactole.



La tour Magdala à Rennes-le-Château (Photo Francis Dabosi).

Toujours est-il que, devant l'afflux de curieux et les désordres générés par de prétendus chercheurs, l'usage de la « poêle à frire » est désormais prohibé...

Cette journée, marquée par le caractère singulier de l'alchimie du vin et l'éсотérisme de l'incroyable histoire de l'Abbé Saunière, nous a permis de joindre l'agrément gustatif des bulles généreuses des Crémants à l'imaginaire débridé d'un bien étrange serviteur de la foi.

Francis Dabosi

Rhône

Visites de sites scientifiques à vocation internationale

La région Rhône-Alpes abrite plusieurs centres de recherche avec un statut international, bénéficiant d'équipements et d'infrastructures spécifiques lourdes, et qui sont des centres d'accueil pour la communauté scientifique internationale. Dans le domaine de la physique, la présence du CNRS, tant en personnels qu'en équipements, y est importante. Les personnels CNRS et universitaires en activité constituent des contacts et des guides précieux pour l'animation des visites.

L'A3 Rhône, en étroite collaboration avec nos collègues A3 Alpes-Dauphiné, a proposé d'en visiter deux au cours du premier trimestre 2018 : le CERN (laboratoire mondial de physique des particules à Genève/Pays de Gex) en février et mars, après le laboratoire souterrain de Modane en janvier.

Visites du CERN (février 2018)

Le CERN dispose, depuis 2010, du plus puissant accélérateur du monde, le LHC (*Large Hadron Collider* : collisionneur de protons ou de plomb), permettant d'expérimenter, en laboratoire, les conditions extrêmes qui ont existé quelques picosecondes (dans le cas des collisions proton-proton) ou microsecondes (dans le cas des collisions Pb-Pb) après le Big-Bang.

Comme en 2017, nos visites concernent essentiellement les grandes expériences du LHC, plus particulièrement l'expérience CMS (située à CESSY dans le pays de Gex) qui a découvert avec l'expérience ATLAS en 2012 le boson de Higgs. Ces visites ont un caractère privilégié car elles se font en hiver (janvier-février), lors de l'arrêt hivernal du LHC, ce qui permet de descendre auprès du gigantesque détecteur de 14 000 tonnes situé à 100 m sous terre. C'est certainement la meilleure façon d'avoir, dans notre région, un aperçu de ce que l'on appelle la « Big Science », mettant en œuvre des moyens et infrastructures gigantesques. La visite est guidée et commentée par des chercheurs CNRS de CMS associés à l'Institut de physique nucléaire de Lyon (UMR Lyon 1-CNRS). Dès mi-mars, les sites des détecteurs et du LHC sont refermés avant le redémarrage en avril.

Ces visites d'environ 2 h, limitées à une douzaine de personnes, ont lieu sur le site du puits P5 comprenant, en surface, les infrastructures du complexe CMS (salle de contrôle, fermes informatiques, halls de montage, cryogénie, etc.) situé en marge du village de Cessy près de Gex. Elles sont complétées par la visite libre des deux expositions didactiques du CERN, le « Globe de la science et de l'innovation » et « Microcosme » situées à l'entrée officielle du CERN en Suisse (Meyrin). Ces expositions explicitent le contexte des recherches entreprises au CERN : la « Physique des deux infinis », de l'infiniment petit à l'infiniment grand, et les moyens/instruments mis en œuvre : aimants, détecteurs de particules, électronique, acquisition des données...

La pause déjeuner a lieu, pour chaque visite, à la cafeteria principale du CERN, au milieu des physiciens, thésards, ingénieurs, techniciens, administratifs qui, chaque jour, travaillent au CERN (plusieurs milliers de personnes venant de presque tous les pays du monde, sans compter les très nombreux lycéens européens qui viennent par bus entiers passer une journée d'étude avec leurs professeurs).

Visite du 26 janvier 2018 consacrée au détecteur CMS

Organisée par l'A3 Rhône, elle a réuni essentiellement des membres de l'Association des amis de l'université de Lyon (AAUL) avec laquelle nous partageons certaines activités/visites. Jean Fay (DR

CNRS, physicien de l'IPNL) et Maxime Guilbaud (post doc CERN) étaient nos guides.

Visite du CERN du 19 février consacrée aux détecteurs CMS et ALICE



Cliché de la chambre à étincelles du « Globe » pris lors du passage de 2 traces (rosées) descendantes (détection/matérialisation de rayons cosmiques) (Photo B. Ille).

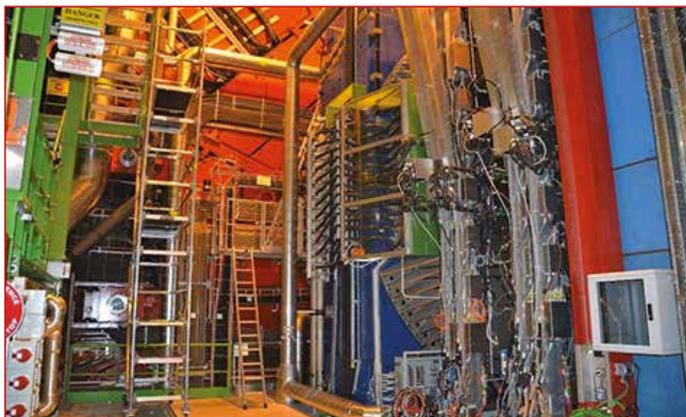
Dix adhérents A3 Rhône ont participé à cette visite qui comprenait, outre le « Globe », la descente auprès du détecteur CMS en fin de matinée et la descente auprès du détecteur ALICE dans l'après-midi.

En matinée, Jean Fay a animé la visite de l'expérience CMS, détaillant, en expert, les différents composants de ce détecteur complexe et retraçant les différentes étapes de la découverte du boson de Higgs, responsable de la masse des particules élémentaires, dont on attendait l'observation depuis les années 60. Nous avons pu voir des jeunes physiciens et personnels techniques qui intervenaient sur le détecteur à traces au cœur du détecteur CMS, avant la fermeture proche du détecteur.



Dans le puits, à proximité du détecteur, le Dr Jean Fay explique le fonctionnement de CMS (Photo B. Ille)

L'après-midi fût consacrée à la visite de l'expérience ALICE située dans le puits P2 à proximité du village de Saint-Genis-Pouilly. A la différence des expériences CMS et ATLAS dédiées à l'étude des interactions proton-proton à 13 TeV (observation de ce qui s'est passé quelques picosecondes après le Big Bang), l'expérience ALICE se consacre à l'étude d'interactions Pb-Pb permettant d'obtenir un état de la matière très particulier appelé « plasma de quarks et de gluons » (ou « quagma »), qui a existé quelques microsecondes après le Big Bang et qui s'apparente plutôt à un liquide parfait. Nos guides étaient deux chercheurs



A droite, le bras « di-muons » situé à l'une des extrémités du détecteur ALICE (Photo B. Ille).

CNRS de l'IPNL, membres d'ALICE : le Dr Brigitte Cheynis et le Dr Antonio Uras.



Le Dr Brigitte Cheynis détaillant certains aspects des services d'ALICE (Photo B. Ille).

Visite du 2 mars 2018

Cette dernière visite hivernale de CMS a été organisée pour deux jeunes étudiants en Master de Lyon 2 (Master Cinéma et Audiovisuel), dont le projet de fin d'année universitaire est de réaliser un film consacré au LHC (comme aventure scientifique, humaine, culturelle). Notre guide était le Dr Maxime Guilbaud de CMS. Valentin Rougeyron (porteur du projet) et son cadreur ont pu filmer toutes les installations, enregistrer les commentaires de notre guide qui s'est prêté, en fin de visite, à une séance d'interview sur le site P5 de CMS. Pour finir en fin de journée et en guise de conclusion, nos deux cinéastes ont eu l'honneur de filmer le Dr Daniel Denegri, DR CNRS émérite de Saclay, qui a retracé sa longue carrière de chercheur en physique des particules (lire son article passionnant « The CMS collaboration : a *Photographic journey* » dont le lien Web est indiqué ci-dessous). Gageons qu'il en sortira une création cinématographique originale et intéressante qui constituera un bon mémoire de Master (pour la fin mai 2018) et une bonne publicité pour l'A3 et le rayonnement du CNRS !

Quelques liens pour en savoir plus :

Site du CERN : <https://home.cern/fr>

Site de CMS : <https://cms.cern>

Article du Dr. Denegri : https://cds.cern.ch/record/2297246/file/CMS_25_booklet.pdf

Liliane Gomet

Visite de l'Herbier de l'Université Claude-Bernard

L'Herbier de l'Université Lyon 1, intégré dans la fédération de recherche CERES (Centre de ressources pour les sciences de l'évolution) est l'un des plus grands herbiers au monde. Il est situé sur le campus de La Doua, à Villeurbanne, et abrite environ 4,4 millions de plantes séchées d'une grande richesse scientifique et patrimoniale. Son acronyme international est LY. Il est agrémenté d'un circuit botanique parcourant le parc de l'Université Claude-Bernard Lyon 1.

Le matin du 20 mars 2018, une douzaine d'adhérents et amis de l'A3 ont été accueillis par M. George Barale, professeur émérite, responsable de la vulgarisation et ancien directeur de l'herbier, Président de l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Lyon, qui nous a présenté les 5 grands « herbiers » existants à l'université. M. Barale accompagne les étudiants durant leurs recherches et communique sa passion des plantes aux lycéens et collégiens lors de la manifestation « Sciences en fête ».

L'herbier LY contient 5 grands herbiers réalisés par des collectionneurs ayant marqué de façon indélébile l'histoire de la Botanique : le prince Roland Bonaparte, l'abbé Gandoger du Beaujolais, le lyonnais Alexis Jordan, le grand descripteur de la flore de France Rouy et Jules Alexandre Parseval Grandmaison de Mâcon. On y trouve également de très nombreux et riches « petits Herbiers » et l'une des plus belles collections de champignons aphylophorales (qui ne possèdent pas de lames) d'Europe.

M. Barale nous a précisé que l'herbier de l'Université Lyon 1 est l'un des plus importants herbiers au monde. Sa collection la plus emblématique mais aussi la plus impressionnante avec ses 3 millions de spécimens est sans nul doute celle du prince Roland Bonaparte qui sera détaillée ci-dessous.

Ensuite, le groupe a été reçu par le Dr Mélanie Thiébaud, ingénieur Lyon 1, responsable de l'Herbier de l'Université Lyon 1 qui nous a présenté la salle et les meubles dédiés au rangement de l'herbier en « classeurs verticaux » et nous a expliqué le grand chantier actuel qu'elle dirige qui est la numérisation de l'herbier du Prince Roland Bonaparte.



Le prince Roland Bonaparte

La collection du Prince Roland Bonaparte

L'herbier abrite de nombreuses collections mais ses responsables ont choisi de numé-



Mobilier présentoir des planches verticales de l'herbier réunies dans des boîtes rangées dans des casiers. Les meubles font plus de 3 m de hauteur (nécessité de locaux spéciaux). En tout 7 920 boîtes.

riser en priorité la plus emblématique : celle du prince Roland Bonaparte qui est aussi la plus impressionnante avec ses 3 millions de spécimens ! En effet, Roland Bonaparte, prince et petit-neveu de Napoléon 1^{er}, explorateur et géographe reconnu par l'Académie des sciences se lança à la fin du XIX^e siècle dans le projet du plus grand herbier privé au monde.

L'herbier ainsi constitué était entretenu par une dizaine d'employés et occupait à lui seul plusieurs pièces de l'opulent hôtel particulier que Roland Bonaparte fit construire avenue d'Iéna à Paris et inaugura en 1899. Cet herbier prit de telles proportions que le Muséum national d'histoire naturelle ne put l'accueillir à la mort du prince, excepté les fougères. C'est donc à la ville de Lyon que la princesse de Grèce, Marie Bonaparte, en fit don en 1925. Un convoi de 22 wagons permit d'acheminer jusqu'à la chapelle désaffectée du petit séminaire de Saint-Just, les cartons d'herbier, le mobilier en bois, la correspondance et la bibliothèque de botanique du prince. Accompagné des autres collections du laboratoire de botanique, cet ensemble fut par la suite accueilli à la faculté des sciences, quai Claude-Bernard, avant de s'installer définitivement sur le campus de La Doua, en 1971, où un bâtiment spécifique lui fut construit.

L'originalité de la présentation de cet herbier réside dans le fait que les cartons sont positionnés verticalement comme les livres d'une bibliothèque.

Le projet de numérisation : la vie éternelle pour ces plantes si fragiles et précieuses à la fois !

La numérisation de l'herbier est devenue un enjeu majeur pour sa valorisation : par l'ouverture et l'accès direct aux spécimens qu'elle offre à l'ensemble de la communauté des botanistes professionnels et amateurs passionnés. Grâce au programme national RECOLNAT (plan d'investissement d'avenir) sous l'égide



Exemple de planche : un laurier rose. Chaque plaque est répertoriée avec un numéro, la date et le lieu de la collecte et éventuellement le nom du cueilleur, avec le nom du genre et de l'espèce.

du Muséum national d'histoire naturelle, nos collections profitent d'un banc de numérisation industriel de 13 m de long, qui, installé dans les locaux, digitalise depuis octobre 2017 à la vitesse impressionnante de 3 000 planches d'herbier par jour, une partie de la collection, mais seulement une partie ! La chance qu'un banc revienne un jour pour finir de numériser cette collection est infime, c'est pourquoi il faut en profiter tant qu'il est sur place pour amasser des fonds et finir le travail. Sinon c'est plusieurs décennies qu'il faudra aux équipes de l'herbier avec les moyens de numérisation habituels pour y arriver !!

Une campagne de financement participatif a été lancée du 26 février au 18 mai 2018 afin de soutenir le projet.

Après cette visite très intéressante grâce à la passion et aux compétences des intervenants, le déjeuner de midi a eu lieu dans un salon privé du restaurant des personnels, le DOMUS de l'Université Lyon 1.

Visite de la collection de paléontologie de l'Université Claude-Bernard

Conférence de Christian Le BRUN à l'amphithéâtre de la Délégation régionale du CNRS

A 13 h 30, le groupe du matin, augmenté de deux personnes, a été accueilli par le Dr Emmanuel Robert, ingénieur de recherche CNRS, responsable de la collection de paléontologie de l'Université Lyon 1.

Nous avons donc déambulé sur plusieurs étages au sein du bâtiment Darwin afin d'admirer les collections de géologie de l'Université Claude-Bernard Lyon 1 qui sont les premières collections universitaires françaises par leur ampleur, et parmi les vingt premières mondiales. Elles sont visitées par des chercheurs du monde entier. Outre de belles collections minéralogiques et archéologiques, les collections paléontologiques conservent plus de 10 millions de fossiles récoltés depuis plus de 200 ans.

Sur deux étages :

- 14 salles, 25 000 portoirs,
- 2 millions de boîtes,
- 10 millions de spécimens.



La grande fresque du bâtiment Darwin du sculpteur Morog (1970) qui fait toute la longueur du bâtiment

Les collections de géologie représentent un très grand nombre de groupes animaux et végétaux, provenant de presque tous les pays du monde et couvrent la totalité de l'histoire de la biosphère, depuis le Précambrien jusqu'à l'Actuel. Grâce au témoignage de ses spécimens, elles illustrent l'histoire de la biosphère, sa diversité, ses évolutions et ses crises, des premières traces de l'activité biologique aux œuvres de nos ancêtres de la préhistoire.



A gauche, le Dr Emmanuel Robert, responsable des collections

Un peu d'histoire

Les collections de géologie sont nées avec la création de la Faculté des sciences de Lyon en 1808. Elles deviennent des collections d'intérêt scientifique, quoiqu'encore régionales, avec la nomination de Jean-Baptiste Fournet à la première Chaire de géologie créée en 1838. L'essor de ces collections a lieu en 1889 avec l'arrivée du professeur Charles Depéret qui entreprit les fouilles de grands sites paléontologiques du Sud de la France et qui est à l'origine de l'École de géologie lyonnaise. Regroupant les matériels d'étude des chercheurs lyonnais jusqu'en 1970, elles se sont depuis considéra-

blement enrichies grâce aux dons d'autres collections universitaires (Collège de France, Université catholique de Lyon, Université de Clermont-Ferrand), de collections privées mais aussi au dépôt des collections de l'École nationale supérieure des mines de Paris.

Nous avons associé à ces visites, toujours sur le site de La Doua, une conférence animée par Christian Le Brun, intitulée :

Les effets de l'intermittence des énergies renouvelables dans la production d'électricité

Cette conférence s'est déroulée à l'amphithéâtre de la Délégation régionale Rhône Auvergne du CNRS de 16 h à 17 h 30. Une vingtaine de personnes étaient présentes et Christian a su passionner son auditoire en lui présentant un diaporama et en répondant aux nombreuses questions que cette présentation a suscitées.

Un mot sur le conférencier

Christian Le Brun, directeur de recherche CNRS à la retraite, est un physicien expert en physique subatomique qui a exercé de nombreuses responsabilités au sein du CNRS et plus particulièrement de son Institut national de physique nucléaire et des particules (CNRS-IN2P3), ainsi que dans d'autres instances scientifiques universitaires : Directeur du LPC Caen (Laboratoire de physique corpusculaire de Caen, UMR 6534), Responsable du GDR 2287 Gedepeon (Gestion des déchets et production d'énergie par des options nouvelles), Président du conseil scientifique de l'IN2P3, membre des sections relevant des domaines de physique subatomique du CoNRS (Comité national de la recherche scientifique).

Il est membre du GIRE (Groupe pour une expertise indépendante et rationnelle sur l'énergie) à Grenoble. Ce groupe comprend quatre physiciens réfléchissant sur les questions énergétiques (Cf. le lien www.realisticenergy.info).

Depuis sa retraite, Christian Le Brun a choisi de s'impliquer dans les questions d'énergie qui l'ont toujours intéressé. Comme il le dit lui-même « *je suis particulièrement concerné par la précarité énergétique dans le logement et plus généralement par le lien entre énergie et habitat, où je m'applique en tant que physicien à faire la part entre ce qui relève des lois de la nature et ce qui relève des décisions politiques* ». Son exposé a traité plus spécifiquement (et quantitativement) de ce qui relève des lois de la nature régissant le solaire et l'éolien...

Une journée qui a débuté à 8 h 45 pour se terminer à 17 h 30, passionnante et passionnée, et bien optimisée pour l'ensemble des participants.

Liliane Gomet

Voyages du 4^e trimestre 2019

Sept jours à la découverte de l'Émilie-Romagne

Voyage inter-génération du 22 au 28 octobre 2019

Avec 2 mythes pour voisines, Venise et Florence, Bologne fait ici figure de petit poucet. Mais la capitale de l'Émilie-Romagne n'a pas à rougir de son patrimoine avec son magnifique centre historique médiéval, son cadre de vie agréable et sa divine gastronomie.

Maranello, avec sa position centrale en Émilie-Romagne, est le point de chute idéal pour découvrir la ville et cette région prospère. À moins d'une heure, on découvre cinq superbes villes d'art : Ravenne, Ferrare, Modène, Mantoue et Sabbioneta... toutes inscrites au patrimoine mondial de l'Unesco.

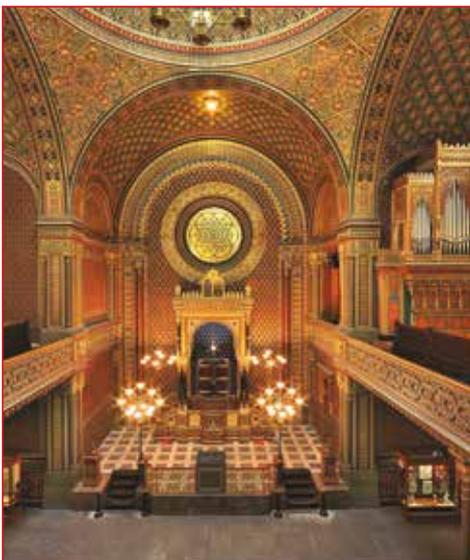
- 1^{er} jour : Paris (par avion) Bologne - Maranello
- 2^e jour : Parme - Roncole Verdi
- 3^e jour : Ferrara
- 4^e jour : Carpi - Modène - Castelvetro
- 5^e jour : Mantoue - Sabbioneta
- 6^e jour : Ravenne
- 7^e jour : Bologne (par avion) Paris

Séjour (hébergement à l'hôtel à Maranello)

Tarifs : adulte (chambre double) à partir de 1 290 €. Enfant de 6 à 12 ans partageant la chambre de 2 adultes : réduction de 60 €.

Marché de Noël à Prague

Du vendredi 6 au lundi 9 décembre 2019



Synagogue espagnole de Prague.

Suggestions de visites :

- Marché de Noël de la Place de la Vieille Ville
- Le Château de Prague
- Le Palais de Lobkowitz
- Les églises, cathédrales et synagogues de Prague

4 jours / 3 nuits :

Petits déjeuners à l'hôtel. Journées pour découvertes personnelles de la ville. et du marché de Noël. Repas libres. Nuits à l'hôtel.

Tarif : 570 € par personne (base 25 à 35 participants).

Le programme complet et le bulletin d'inscription de ces deux voyages sont disponibles sur le site :

<https://www.a3cnrs.org/page/63079-voyages>

Annick Périllat, responsable des voyages

Croisière Magie des Rivages Celtes

Du 29 avril au 9 mai 2018



Le château du Loch Ness (sans Nessie à l'horizon...) - (Photo C. Loudes).

Cette croisière nous a entraînés autour de la Grande-Bretagne depuis le port de Hambourg. La traversée de la mer du Nord fut houleuse, et certains d'entre nous n'en ont pas gardé le meilleur souvenir ! Près des côtes, la mer s'est calmée et nous avons pu découvrir les ports et la campagne écossaise, les rivages irlandais, l'île de Treco au sud-ouest de l'Angleterre et enfin, après avoir longé la côte sud de l'Angleterre et fait escale à Douvres, la belle cathédrale de Canterbury. La nouvelle traversée de la mer du Nord, cette fois au calme, nous a ramenés au port de Hambourg.



Eh oui, nous sommes bien en Grande-Bretagne ! Les jardins méditerranéens de l'île de Treco (Photo C. Loudes).

Pour ce beau périple, nous avons navigué sur le MS Hamburg, un bateau très confortable de taille moyenne (380 passagers au maximum). Les cabines y sont spacieuses et confortables, les restaurants, ponts promenades très agréables... et l'équipage aux petits soins. Ne parlons pas de la cuisine, délicieuse, très variée et à profusion ! Nous avons eu la chance de voyager avec les participants de la « croisière du savoir » de la revue « Science et Avenir », ce qui nous a permis de bénéficier de conférences et de tables rondes

organisées sur le thème de l'évolution de l'homme et la conquête de l'espace. Ces conférences avaient été préparées par la rédactrice en chef de « Science et Avenir », Dominique Leglu. Nous avons ainsi écouté les interventions passionnantes et pleines d'humour d'Yves Coppens sur la paléanthropologie, celles de Francis Rocard à propos des expéditions sur Mars, de Sylvie Vauclair qui nous a parlé de la découverte des exoplanètes et enfin de Jean-François Clervoy, astronaute français, qui nous a fait vivre ses expéditions dans l'espace. Lors de promenades sur le pont ou au restaurant, nous avons pu retrouver ces intervenants et leur poser nos questions.

N'oublions pas les deux conférences du commandant Homet qui nous ont beaucoup appris sur les mers sur lesquelles nous voguions tout en nous faisant rêver à partir de textes poétiques bien choisis. Ni les petits intermèdes du matin, pendant lesquels sa voix suave achevait de nous réveiller en nous décrivant les paysages, quelquefois sous-marins, que nous avions longés pendant la nuit, ainsi que ceux que nous allions découvrir.



Tresco. La maison des coquillages.
(Photo M.-F. Gille).

Nous avons fait escale dans un port différent chaque jour et une partie du charme de la croisière a résidé dans l'observation des manœuvres d'accostage et d'appareillage du bateau depuis les ponts-promenade. Nous avons même eu la chance, en Écosse, d'être accompagnés en musique pendant ces manœuvres par des orchestres locaux de cornemuse.

Les excursions avaient lieu par demi-journées. Elles nous ont conduits sur un grand nombre de sites intéressants et permis d'admirer de beaux paysages : châteaux écossais, Loch-Ness - hélas, pas de monstre sortant de l'eau, mais un très joli château éclairé par les rayons du soleil -, chaussée des Géants en Irlande du Nord, Dublin et ses maisons géorgiennes, beaux jardins exotiques de l'île de Tresco avec leur végétation de type méditerranéen et enfin Canterbury et sa splendide cathédrale illuminée par un soleil radieux. Les imperméables et parapluies prévus pour affronter la traditionnelle pluie britannique ne sont d'ailleurs jamais sortis de nos bagages !

Tous les soirs, un spectacle nous était proposé : chansons, répertoire classique ou la magie... Il y en avait pour tous les goûts. Et, le dernier soir, un commandant inattendu nous a entraînés dans... la croisière du démon !

Nous devions accoster aux îles Hébrides et découvrir ces paysages sauvages qui ont été si bien décrits dans les livres du romancier écossais Peter May. Malheureusement le débarquement sur ces îles ne peut se faire que par chaloupes et la mer étant assez mauvaise, le commandant de bord a annulé cette étape et l'a remplacée par un arrêt imprévu qui nous a permis d'aller visiter le château de Mey. Ce château est situé à l'extrême pointe nord-est de l'Écosse dans un paysage sauvage de landes des Highlands. Il avait été acheté en 1952 par la reine mère. Quasiment à l'abandon à l'époque, elle l'a entièrement restauré. Elle y a passé tous ses étés jusqu'à sa mort (en octobre 2001), au cœur de cette région qu'elle affectionnait particulièrement. Tout a été laissé en état comme si « Queen Mum » allait arriver d'un jour à l'autre. Dans chaque pièce, une personne qui avait été à son service nous a raconté quelques anecdotes. Nous avons ainsi eu l'impression d'être des invités de la Reine Mère et nous nous attendions à la voir surgir d'un moment à l'autre pour nous demander de partager son dîner et la coupe de champagne qu'elle prenait tous les soirs !!!

Une croisière qui nous a emmenés découvrir de merveilleux paysages écossais et irlandais. Mais qui nous a fait voyager aussi bien sur la mer que dans l'espace, dans le passé aussi bien que dans le futur. A la fois reposante et enrichissante, elle nous aura fait rêver...

Christiane Coudray et al.

Voyage au Monténégro

Du 14 au 21 juin 2018

Cela a commencé par 8 heures d'attente à Roissy. Une réparation de notre avion avait besoin d'être validée par Véritas. Oui mais voilà, dixit Véritas : « Véritas ne passera que lundi prochain ». A la demande de Shaira (notre ange gardien A3), La Cordée (notre voyageur) a obtenu qu'Air Monténégro « dépêche » un avion du Monténégro à Paris pour venir nous chercher. Fin de l'histoire le lendemain matin et transfert vers notre hôtel : l'hôtel Princesse à Bar. Bah ! Ce n'est qu'à 2 h de l'aéroport. Le séjour avait été conçu comme « rayonnant », avec un seul hôtel. C'est bien, parce que cela évite les changements d'hôtel journaliers, mais cela impose de grands trajets en bus pour se rendre sur les lieux de visite. A part cela, le Monténégro est un beau pays montagneux et verdoyant. Le programme de visites était très intéressant mais n'est pas conseillé aux personnes ayant des problèmes de déplacements à pied.

Trêve de pleurnicheries

Parmi les coins visités, j'ai particulièrement apprécié la visite de la ville de Kotor, située au fond des bouches de Kotor dans le nord du pays. C'est une ville moyenâgeuse bâtie à flanc de montagne et entièrement entourée de fortifications.

Un point d'histoire

Parmi les puissances étrangères qui ont marqué Kotor, la France occupe une toute petite place. Après la Révolution française, les Russes prennent la place des Vénitiens. Il faut empêcher l'arrivée des Français à Kotor. Mais Kotor passe néanmoins aux mains des Français suite au traité de Presbourg en 1806. Ce nouveau passage de main permet d'introduire la liberté de culte, et de fonder des écoles. Mais la résistance pousse les Monténégrins à s'unir avec les Frères de Kotor et à bouter les Français hors de la ville en 1813.

L'essor de la ville a été périodiquement remis en question par la calamité locale : les tremblements de terre. Mais c'est celui de 1667 qui provoqua les dégâts les plus grands. Preuve en est, sur la Grand-Place, la Tour qui penche vers l'avant depuis cette catastrophe. Lors de la visite de la ville, on peut aussi, entre autre, découvrir une ruelle si étroite qu'elle est appelée « Laisse-moi passer », des boutiques moyenâgeuses avec leur ensemble porte/fenêtre que l'on appelle des



« Fenêtres à genoux », qui sont à l'origine de l'expression « Trier sur le volet ». On y trouve aussi, c'est du jamais vu : un musée des chats.

La publicité pour le Monténégro disait : une époustouflante diversité de paysages et un patrimoine d'une grande richesse dans un espace restreint, voilà la magie du Monténégro.

Il n'y a rien à ajouter.

Jean-Claude Vanhoutte

Week-end à Cracovie

Du jeudi 31 mai au dimanche 3 juin 2018

Découverte du centre ancien

A l'arrivée, avec Grazyna Nenko, notre première guide, nous déjeunons au restaurant Jarema de style traditionnel polonais, puis nous découvrons le centre ancien de Cracovie. Ancienne capitale des rois de Pologne, elle n'a subi aucun dommage, du fait d'être devenue capitale de l'entité administrative « Gouvernement général » pendant la dernière guerre. La voie royale, parcours du cortège de couronnement, conduit à la cathédrale de Wawel au sud de la ville. Son point de départ était en effet l'église Saint-Florian (XVII^e siècle). Nous passons devant l'École des Beaux-Arts et le monument à Jan Matejko (1838-1893), considéré comme le plus grand peintre historique polonais de tous les temps, puis nous arrivons devant le reste des fortifications médiévales de la Porte St-Florian et la Barbacane, forteresse qui protégeait par le nord l'entrée de la ville de la menace ottomane. De style gothique, construite sur un plan circulaire à la fin du XV^e siècle, elle est surmontée de pinacles et dotée d'ouvertures où pouvaient être placées des pièces d'artillerie.



La Barbacane

C'est l'unique porte conservée de la muraille encerclant la ville sur 4 km de long. Son entrée est disproportionnée à la suite des relèvements successifs du sol, de 2,5 m en cinq siècles. Les remparts en partie détruits au XIX^e siècle, car ils n'étaient plus efficaces face à l'artillerie, ont été remplacés par des jardins (les Planty). Deux portes sur

7 subsistent et 2 donjons sur 47, tous occupés par les corporations. Tout près de là, le Théâtre (Opéra) Juliusz Slowacki, dont la façade ressemble à celle de l'opéra Garnier, puis l'église Sainte-Croix (XVI^e siècle) dont la voûte est soutenue par une seule colonne. Tout près, l'Hôtel de la Roza est réputé pour avoir abrité Balzac et Madame Hanska.

La place du Marché (Rynek)

C'est une des plus grandes places médiévales d'Europe (XIII^e siècle). Sa fonction principale a été toujours le commerce. Au centre se dresse la Halle aux Draps à côté du Donjon de l'ancien Hôtel de Ville, détruit au XIX^e siècle. La Halle aux Draps (les Sukiennice) est l'un des plus beaux monuments de Cracovie, elle accueille des commerces d'artisanat et des collections de peintures et sculptures du XIX^e siècle. A l'intérieur, un long et large couloir et des marchands serrés les uns contre les autres. En bordure de la place se trouve la basilique Notre-Dame et en face se dresse la statue d'Adam Mickiewicz, poète venu en France avec Chopin. Cette statue sert de point de rendez-vous à Cracovie. Cela se comprend quand on voit les boutiques de plein vent, les terrasses de café qui bordent la place et la joyeuse animation qu'elles suscitent. La place a été témoin de beaucoup d'événements historiques et d'exécutions publiques. Sous la place on a aménagé un musée du sous-sol archéologique et architectural préservé, présentant les traces de l'habitat d'avant la fondation de la ville et aussi les vestiges des constructions qui se trouvaient sur la Place du Marché au Moyen Age.

Désaxée par rapport à la Place, la basilique Notre-Dame, bâtie au XIV^e siècle est dédiée à l'Assomption de la Vierge.



Basilique Notre-Dame

Du haut de la plus haute tour (80 m), et depuis le XVI^e siècle, 6 pompiers se relaient pour sonner à la trompette un air traditionnel (le Hejnat), toutes les heures. L'air, brusquement interrompu pour rappeler le moment où l'attaquant tatar blessa mortellement le sonneur

prévenant la population de l'arrivée de l'ennemi, est retransmis à midi par la radio dans tout le pays.

La Colline Royale du Wawel

Wawel domine de 25 m les eaux de la Vistule. Sur la colline se trouvent le château et la cathédrale. On a visité d'abord les Grands Appartements du château, avec ses collections uniques de tapisseries et de mobilier Renaissance, puis la cathédrale, lieu du sacre impérial. En chemin on a aperçu le séminaire où étudia Karol Wojtyła, le futur pape Saint Jean-Paul II et on est passé devant le monument dédié à Tadeusz Kosciuszko (1746-1817), le grand héros national de la Pologne, de la Biélorussie, de la Lituanie et des USA.

Wawel était le siège du pouvoir politique du XI^e au XVI^e siècle. Pendant l'occupation autrichienne, le château avait une fonction purement militaire et souffrit des délabrements considérables. Après la guerre et après réfection et récupération des œuvres d'art, dont les riches collections de tapisseries, le Wawel se transforma en musée de prestige. A l'entrée on aperçoit, gravé en latin, l'emblème : « si Dieu est avec nous, alors qui est contre nous ? ». Les salles sont décorées par des tapisseries bruxelloises, dont une des fonctions était de réchauffer l'air ambiant. C'est la plus grande collection en Europe (136 pièces). Parmi les merveilles du château, il y a la salle du trône ou Paselska (des Députés), lieu de réunion de la Diète, appelée aussi « sous les visages ». Dans cette salle se trouve le portrait du roi Segismond II Auguste. Faute de successeur héréditaire, les rois suivants furent désignés par élection. Le premier élu fut Henri de Valois, mais pour peu de temps car il dut retourner rapidement en France pour régner sous le nom d'Henri III.

La cathédrale actuelle date du début du XIV^e siècle. Elle accueillit les sacres et les funérailles royales. C'était le lieu d'inhumation des monarques et de leurs familles, puis au XIX^e siècle elle fut élevée au rang de panthéon national. Karol Wojtyła y célébra sa première messe en 1946. Elle constitue un vrai mélange d'époques et de styles, allant du gothique au baroque. Au XIX^e siècle pendant les années où la Pologne n'existait plus en tant qu'État on y ensevelissait les héros et les grands écrivains ou artistes nationaux. Dans la crypte romane, se trouvent les tombeaux de Jozef Poniatowski, de Tadeusz Kosciuszko, du maréchal Pilsudsky, du général Sikorski, mort en 1943 dans un accident d'avion (il avait commencé à poser des questions à Staline à propos des massacres de Katyn).

La basilique St-François d'Assise, du XIII^e siècle, a perdu à la suite d'un incendie au XIX^e siècle son caractère gothique, en même temps qu'elle s'est enrichie de vitraux et des peintures murales de Stanislaw Wyspianski, qui font aujourd'hui sa renommée. Les fresques, qui associent motifs floraux, géométriques, héraldiques et quelques scènes figuratives, recouvrent les murs du chœur et du transept, tandis que les vitraux Art nouveau distillent une subtile luminosité dans l'église, dont le superbe vitrail « Dieu le Père et la Création » au-dessus de l'entrée principale.

La mine de sel à Wieliczka

L'inoubliable mine de sel gemme, exploitée depuis le XIII^e siècle est inscrite sur la première liste de l'Unesco en 1978, avec sa cathédrale souterraine de sel, son labyrinthe de galeries et ses machineries d'exploitation. Il y a plus de 300 km de galeries, 3 000 salles et 9 niveaux sur une profondeur de près de 300 m. 800 marches d'escalier sont à descendre, la montée se faisant avec un ascenseur utilisé par les mineurs. Au troisième niveau et à quelque 100 m de profondeur s'ouvre la gigantesque cathédrale entièrement de sel, qu'il s'agisse du sol, des reliefs, des statues, des sculptures ou même des lustres. De nombreuses scènes bibliques sont représentées.

Le quartier universitaire

Le samedi matin, Monika, notre deuxième guide, nous conduit au Collegium Majus, fondé en 1364 grâce à un don de la reine Edwige. Il portait le nom d'Academia Croviensis (Académie de Cracovie) ou parfois d'Université Jagellonne du nom d'une maison royale polonaise. C'est la deuxième université la plus ancienne en Europe centro-orientale après l'Université Charles de Prague. Elle connut son siècle d'or au XIV^e siècle. Les facultés les plus prospères étaient celles d'astronomie et de mathématiques. Parmi ses étudiants les plus célèbres, il faut citer Nicolas Copernic (1473-1543). Tout au long de l'histoire de l'université, des milliers d'étudiants vinrent de toute la Pologne, de Lituanie, de Biélorussie, d'Ukraine, de Russie, de Slovaquie, de Hongrie, de Bohême, d'Allemagne et d'Espagne. En 1939 les nazis arrêtent et déportent les professeurs. De cette université, composée de plus de 100 bâtiments, le plus ancien nommé Collegium Maius construit au XIV^e siècle, est un magnifique exemple d'architecture gothique tout en briques avec des frontons triangulaires. Au premier étage se trouve la bibliothèque, qui fonctionne toujours. Au XX^e siècle on a réhabilité les autres salles en musée où sont exposés les distinctions attribuées à la Pologne et les instruments utilisés par Copernic.

L'ancien quartier de Kazimierz

Il fut un important foyer de la culture juive, dont témoignent toujours de nombreuses synagogues bien conservées. La ville, fondée en 1335 par Casimir III avec l'intention d'attirer les commerçants juifs (de Magdebourg, notamment) s'est constituée en ville indépendante entourée de remparts, avant d'être rattachée à Cracovie en 1801. La ville, puis le quartier, à partir du XVI^e siècle et jusqu'à la veille de la seconde guerre mondiale, regroupait la majeure partie des 65 000 Juifs de Cracovie, soit le quart de sa population. En fait les Juifs les plus riches vivaient toujours dans Cracovie où ils portaient l'habillement polonais. Cependant les plus pauvres, qui conservaient leurs tenues et coutumes traditionnelles, restaient dans Kazimierz. L'occupation nazie fut la période la plus noire de l'histoire du quartier. Les nazis appréciaient Cracovie mais ne voulaient pas des Juifs qui furent déplacés dans le ghetto de Podgórze, de l'autre côté de la Vistule. C'est là que les nazis firent bâtir plusieurs usines où des Juifs étaient employés temporairement, avant d'être déportés à Auschwitz-Birkenau.

Malgré tout Oscar Schindler, directeur d'une de ces usines parvint à sauver ses travailleurs.

La rue principale Szeroka nous conduit à la Place du marché. Au centre, le bâtiment destiné à l'abattage rituel des animaux sert aujourd'hui de marché. Les synagogues sont des lieux de vie et pas seulement de culte. Des sept restantes, nous avons visité la Vieille Synagogue (*Synagoga Stara*) construite en 1405, qui est aussi la plus grande, aujourd'hui transformée en musée. A l'intérieur, dans une grande salle se trouvent la Birma (Chaire) où on lit la Thora et l'armoire où sont conservés les rouleaux de la Thora. On est passé devant les synagogues Zydowskich dans la rue Kupa, puis la Remu'h (XV^e siècle), du nom d'un rabbin, penseur et philosophe. Elle est entourée d'un cimetière, ce qui n'est pas la règle dans la religion juive. Finalement on a aperçu des établissements de bains rituels, qui sont des piscines particulières alimentées en « eau naturelle ».

Les camps d'Auschwitz

Le tristement célèbre camp de concentration d'Auschwitz-1 créé en 1940 présente un témoignage poignant de l'atrocité des crimes nazis à travers les documents d'archives et objets personnels des victimes exposés dans son musée. Il était installé dans une vingtaine d'anciens bâtiments laissés par l'armée autrichienne en 1918. Dès le 14 juin 1940, 750 prisonniers politiques polonais sont parqués là par Himmler. On passe devant la place de rassemblement où un orchestre de déportés accompagnait musicalement matin et soir les commandos partant ou revenant du travail. A 3 km d'Auschwitz-1, se trouve le camp d'extermination d'Auschwitz-Birkenau, ouvert une année après, beaucoup plus étendu, à la fois camp d'extermination et de concentration. Les voies ferrées accédant au camp par le grand porche d'entrée et une plateforme de « sélection » ont été conservées, mais les chambres à gaz et les fours crématoires ont été détruits. Autour de la plateforme, des baraquements construits en brique puis en bois, conçus à l'origine pour abriter 56 chevaux, dans lesquels on entassait jusqu'à 400 personnes. Dans le camp des femmes, nous visitons un baraquement (en briques) assez bien préservé. Sol en terre battue, pas de plafond sous la toiture légère de tuiles, châlits superposés, deux cheminées avec des poêles non fonctionnels, cour latérale utilisée comme mouvoir. A côté, non visitable, le bâtiment où furent incarcérées des Françaises : Charlotte Delbo, Marie-Claude Vaillant-Couturier... On compte environ 1 500 000 morts dont 1 100 000 Juifs (73%). Des 69 000 Juifs français déportés, seuls 3% ont survécu. Un peu plus loin, le troisième camp nommé Monowitz était destiné à alimenter en main-d'oeuvre esclave l'usine de caoutchouc synthétique Buna, bombardée et détruite. Primo Levi y fut incarcéré.

L'Art nouveau

Le dimanche matin nous visitons le musée Jozef Mehoffer. Né en Pologne en 1869, Mehoffer fréquente l'Académie des Beaux-arts de Cracovie à partir de 1887 où il est élève de Jan Matejko, ami et rival de Wyspansky. Il séjourne à Vienne, puis à Paris et en 1894 retourne à Cracovie. Lorsqu'est lancé le concours international pour les vitraux

de la Collégiale Saint-Nicolas de Fribourg, il remporte le premier prix. Dès 1902 il enseigne à l'Académie des Beaux-arts et réalise aussi des vitraux « Jeune Pologne » qu'on a vus au Wawel. Mehoffer est considéré comme l'un des représentants les plus importants de l'Art nouveau et du symbolisme polonais. Le musée est installé dans une maison bourgeoise où on peut revivre le quotidien d'un artiste dans un décor d'Art nouveau. Les esquisses et tableaux du peintre côtoient des meubles en bois d'époque, des tapisseries, des estampes japonaises, bouquets séchés et autres objets décoratifs. A citer la Madone en bois du XIV^e s, qu'il a peinte avant le pillage redouté en 1940, pour en garder le souvenir.



Maisons « Art nouveau » (rue Retoryka)

Un mémorial est dédié à Jozef Klemens Pilsudski, général célèbre pour avoir emporté la bataille de Varsovie (août 1920), qui représenta un coup dur pour l'armée soviétique. A côté, dans la rue Retoryka, on s'est attardé devant le pâté de maisons Art Nouveau construites à la fin du XIX^e s par l'architecte Theodor Talowsky (1857-1910), comme celle de la « Grenouille chantante » (allusion aux grenouilles qu'on y entendait avant la couverture du ruisseau), la maison « *Festina lente* » et la maison « *Ars longa vita brevis* ».

Notre dernière étape a débuté au Musée national par « La Dame à l'Hermine », célèbre tableau de Léonard de Vinci de la fin du XV^e siècle. Il est peint sur bois, puis repeint plus tard dans une couleur plus sombre et il est dans un état de conservation meilleur que beaucoup d'autres de l'artiste. On pense qu'il représente la maîtresse de Ludovic Sforza, duc de Milan. Parmi les collections, la plus intéressante concerne l'Art moderne de 1900 à presque nos jours. On remarque la femme se peignant de Wladislaw Slewinski (1858-1918), les tableaux et œuvres d'art floral, puis les œuvres de Stanislaw Wyspansky (1869-1907), dont on voit ici les projets pour les vitraux et les polychromes de l'église des Franciscains et la reconstitution de la polychromie de l'église Sainte Croix.

Extrait du compte rendu de Laurent Cairo

Raymond Maurel

Raymond Maurel est né en 1928 à Quins (Aveyron). Après ses études et l'agrégation préparée à l'École normale supérieure (ENS - Ulm), il y entreprend sa thèse sous la direction de Jean Eugène Germain, le second père de l'École de catalyse française après le prix Nobel Paul Sabatier de Toulouse, qui le recrute comme enseignant-chercheur à Lille en 1951. Tout en devenant chargé de cours à la Faculté des Sciences de Lille, il continue sa recherche en catalyse à l'ENS.

En 1954, Germain s'installe dans un grand laboratoire qu'il fonde à Lille, constitué de plusieurs groupes de recherche, mais ses deux thésards parisiens Maurel et Gault (recrutés en 1952) restent à l'ENS tout en étant rattachés au laboratoire de Lille. Trois thésards travaillent dans le groupe « Catalyse des hydrocarbures », les deux parisiens et Michel Blanchard, ingénieur lillois recruté en 1956 à Lille. Raymond Maurel soutiendra sa thèse à Lille en 1959 ou il fut nommé maître de conférence en 1960 et enseigna jusqu'en 1965.

En 1967, Raymond Maurel est nommé professeur à l'université de Poitiers qu'il rejoint accompagné de Michel Blanchard et de quelques thésards (Michel Guisnet, Ginette Leclerc). Il y fonde le laboratoire de Chimie organique et de catalyse (actuellement l'IC2MP) qui sera associé au CNRS en 1972. Raymond Maurel dirigera ce laboratoire jusqu'à ce qu'il soit appelé à prendre la direction scientifique du département de chimie du CNRS en 1977.

Raymond Maurel était une forte personnalité, dotée d'un impressionnant esprit de synthèse et de rigueur, ses critiques étaient redoutées mais ses avis respectés. Lui-même doué d'une grande puissance de travail, il s'entoure d'une équipe de collaborateurs scientifiques dont l'expertise couvre tous les domaines de la chimie et de ses interfaces afin de connaître en profondeur, de suivre et d'aider sur le plan scientifique et humain l'activité des laboratoires de chimie dont il assure la direction scientifique au niveau national. Il acquiert rapidement une vision claire de la politique scientifique qu'il souhaite mener pour le développement de la chimie française et il met en place la stratégie et l'organisation pour réussir ce challenge.

Fervent défenseur de l'intérêt des retombées applicatives de la recherche fondamentale, il développera les relations entre la recherche publique et la recherche industrielle. Il créa le club CRIN (Coordination recherche industrie). Il développera la notion de laboratoire mixte CNRS-Industrie en créant trois laboratoires dans la région lyonnaise : CNRS-Elf, CNRS-IFP, CNRS Rhône-Poulenc. Il fut un fervent promoteur de mise à disposition de chercheurs CNRS dans des laboratoires industriels pour des durées de 1 à 3 ans.

Il quitte la direction du département chimie du CNRS en 1984 pour succéder à Boris Imelik comme directeur de l'Institut de recherche sur la catalyse de Lyon (aujourd'hui IRC Lyon UMR 5256). Durant son mandat jusqu'en 1988, il y intensifia le partenariat avec l'industrie mais il y développa aussi de nouvelles directions de recherches fondamentales en y créant la première équipe de recherche en chimie théorique dirigée par Bernard Bigot (actuellement Directeur général de ITER international) pour développer la modélisation des réactions en catalyse hétérogène.

Entre la fin des années 60 et l'an 2000, la catalyse française vivra son âge d'Or, une des deux ou trois meilleures communautés dans le monde comme le soulignent les innombrables publications et conférences issues de ces laboratoires, et Raymond Maurel en a été un des grands acteurs.

En 1988, il avait rassemblé autour de lui quasiment tous les chefs d'équipes de la catalyse française et nous avait conduits en Extrême-Orient, Japon, Hong-Kong, Chine pendant presque un mois, inoubliable voyage duquel sortiront tant de collaborations avec ces pays. Raymond Maurel a pu faire profiter de son expérience des générations de chercheurs jusqu'à l'âge avancé de 90 ans.

Marc J. Ledoux et Danièle Olivier

AVIS DE DÉCÈS

Nous avons appris avec tristesse les décès de mesdames et messieurs :

Alice MARTIN, Jacqueline MILLET, Hedayatullah MIR, Alice OHL-KEILING, Alain PAILLOUS et Jacqueline PRUNET.

Nous adressons aux familles et aux amis des disparus nos condoléances les plus sincères.

L'Association des Anciens et Amis du CNRS (A3)

Fondateurs : les regrettés Pierre Bauchet, Jean-Baptiste Donnet, Claude Fréjacques, Charles Gabriel et Pierre Jacquinot.

Conseil d'administration

Membre de droit : Antoine Petit, Président-directeur général du CNRS.

Membres élus : Roger Azria, Françoise Balestie, Fabrice Bonardi, Jean-Paul Caressa, Daniel Charnay, Gérard Coutin, Laurent Degos, Alain Foucault, Elisabeth Giacobino, Viviane Gianinazzi, Liliane Gomet, Liliane Gorrichon, Lysiane Huvé-Textier, Evelyne Jautrou, Anne Jouve, Jean-Claude Lehmann, Denis Linglin, Véronique Machelon, Jean-Pierre Regnault, Patrick Saubost, Gilles Sentise, Dominique Simon et Abderrahmane Tadjeddine.

Invités : Edmond Lisle et Michel Petit, présidents d'honneur.

Bureau

Présidente : Liliane Gorrichon

Vice-présidente : Elisabeth Giacobino

Vice-président adjoint : Jean-Claude Lehmann

Secrétaire générale : Lysiane Huvé-Textier

Secrétaire générale adjointe : Françoise Balestie

Trésorière : Anne Jouve

Trésorier adjoint, conseiller auprès de la Présidence en matières financières et budgétaires : Gilles Sentise

Vérificateur aux comptes : Jean-Pierre Schwaab

Chargée de mission pour le secrétariat : Irène Commeau

Chargé(e)s d'activités

Site internet A3 : <http://www.a3cnrs.org>, webmestre : Dominique Simon, assistante webmestre : Hélène Kérec

Communication / Relations avec la presse : Dominique Simon

Petits déjeuners de la science et de l'innovation : Gérard Coutin - **Conseillers** : Alain Foucault, Elisabeth Giacobino et Patrick Saubost

Relations avec l'industrie : Roger Azria

Voyages : Annick Périllat

Représentants régionaux

- **Alpes-Dauphiné** : Christiane Bourguignon • **Alsace** : Jean-Pierre Schwaab • **Aquitaine** : André Calas
- **Bretagne et Pays de la Loire** : André Perrin • **Centre-Est** : Bernard Maudinas
- **Centre-Orléans** : Paul Gille et Jean-Pierre Regnault • **Centre-Poitiers** : Serge Sapin • **Corse** : Fabrice Bonardi
- **Côte-d'Azur** : N... • **Hauts de France** : Jean-Claude Vanhoutte et Marc de Backer
- **Ile-de-France** : Dominique Ballutaud, Solange Lassalle, Véronique Machelon • **Languedoc-Roussillon** : Serge Rambal
- **Limousin-Auvergne** : Bernard Michel • **Midi-Pyrénées** : Yvan Ségui • **Normandie** : N... • **Provence** : Jean-Paul Caressa
- **Rhône** : Bernard Ille et Liliane Gomet

Membres d'honneur

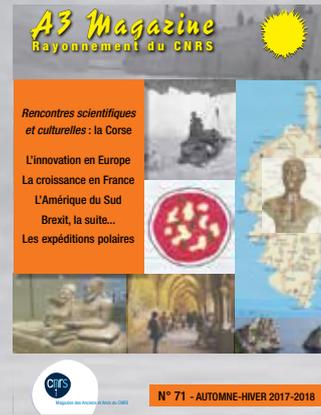
Guy Aubert, Geneviève Berger, Catherine Bréchnignac, Edouard Brézin, Robert Chabbal, Claude Cohen-Tannoudji (médaille d'Or CNRS, prix Nobel), Yves Coppens, Jacques Ducuing, Cléopâtre El Guindy, Serge Feneuille, Albert Fert (médaille d'Or CNRS, prix Nobel), Andrew Hamilton (Président de l'Université de New York), Henry de Lumley, Nicole Le Douarin (médaille d'Or CNRS), Jean-Marie Lehn (médaille d'Or CNRS, prix Nobel), Bernard Meunier, Arnold Migus, Pierre Papon, Jean-Jacques Payan, Jean Tirole (médaille d'Or CNRS, prix Nobel), Charles Townes (prix Nobel).

Rayonnement du CNRS a également eu l'honneur de compter parmi eux les grands scientifiques suivants, aujourd'hui disparus : Maurice Allais, médaille d'Or du CNRS, prix Nobel - Baruj Benacerraf, prix Nobel - Christiane Desroches-Noblecourt, médaille d'Or du CNRS - Jacques Friedel, médaille d'Or du CNRS - Gérard Férey, médaille d'Or du CNRS - François Jacob, prix Nobel - François Kourilsky - Rudolph Mössbauer, prix Nobel - Norman Ramsey, prix Nobel.

Dernières parutions

Magazine n° 71 - automne - hiver - 2017 - 2018

Rencontres scientifiques et culturelles : la Corse
L'innovation en Europe
La croissance en France
L'Amérique du Sud
Brexit, la suite...
Les expéditions polaires



Magazine n° 72 - printemps - 2018

De la chimie... et des chimistes
Les femmes, les hommes, la vie,
les laboratoires, l'art, l'énergie
Languedoc-Roussillon
De la recherche aux applications pharmaceutiques
Passion d'adhérent
Un homme de chœur
«Petit déjeuner » avec l'A3



La raison d'être de l'Association des Anciens et Amis du CNRS

L'Association a été créée, en 1990, pour répondre au désir de conserver un lien avec le CNRS et de permettre à chacun de continuer à œuvrer pour son rayonnement.

Ainsi, pour répondre à la première de ces missions, les adhérents reçoivent chez eux le Journal du CNRS et l'A3 Magazine de l'Association qui paraît deux à trois fois par an. Dans les diverses régions, ils ont l'occasion de se retrouver dans des assemblées ou lors de conférences ou de visites, ou encore lors de voyages en France et à l'étranger ouverts à tous les adhérents. L'Assemblée générale annuelle se tient alternativement en région et à Paris. La plus récente s'est tenue à Nancy en juin 2018. La prochaine aura lieu à Paris les 20 et 21 mai 2019.

L'Association des Anciens et Amis du CNRS a pour deuxième mission de contribuer au rayonnement du CNRS. Dans ce cadre, à la demande des présidents et directeurs généraux de l'organisme, nous avons, par exemple, entrepris de soutenir les relations avec les étrangers qui, après un séjour en France de quelques mois ou de quelques années, sont retournés dans leur pays d'origine où ils occupent souvent des fonctions importantes. Pour cela, notre ambition est de maintenir un lien avec eux et de les faire adhérer dans la mesure du possible.

Enfin, diverses activités peuvent être menées dans le domaine de la sensibilisation à la science, lors de la Fête de la science par l'animation de stands aux heures où les chercheurs ne peuvent assurer une permanence, ou encore par des conférences de sensibilisation. Cette liste reste ouverte, toutes les suggestions des membres étant les bienvenues.

Liliane Gorrichon - Présidente de l'A3

Association des Anciens et Amis du CNRS

Siège social : 3, rue Michel Ange 75794 Paris cedex 16

Siège administratif : CNRS Meudon Bellevue - 1, place Aristide Briand - 92190 Meudon

Site web : <http://www.a3cnrs.org>

Le courrier postal est à adresser au siège administratif

Pour toutes les questions d'intérêt général (hors activités en région et voyages) :

Irène Commeau, chargée de mission pour le secrétariat – 01 45 07 57 77 - irene.commeau@aaa.cnrs.fr

Lysiane Huvé-Textier, Secrétaire générale de l'A3 - lysiane.huve@aaa.cnrs.fr et, en cas d'urgence : 06 20 89 90 49

Pour toutes les questions relatives à la base de données et aux cotisations :

Anne Jouve, trésorière de l'A3 - anne.jouve75@gmail.com et, en cas d'urgence : 06 78 17 94 95