

# SOMMAIRE











#### 3 EDITO

#### 4 LA VIE DE L'ASSOCIATION

- 4 ▶ Dans les marais de la Brenne
- 12 ► Visite de la Basilique Saint-Denis
- **15** ▶ Repas de fin d'année de la délégation Île de France à Issy les Moulineaux
- 17 ► Cérémonie de remise des prix du concours "Imaginez 2050"
- 27 ▶ Un nouveau membre au Conseil d'administration de l'AAM : Isabelle Donet
- 28 ► Remise prix AAM Patrick Brochet 2024

#### 32 ACTUALITÉ MÉTÉO

- 29 ► Actualités météorologiques
- 32 Colloque Intelligence Artificielle et Météo

#### 41 **SOUVENIRS ET TÉMOIGNAGES**

- **41** ▶ De mon métier d'ingénieur commercial à Météo-France
- **45** ► Emmanuel Le Roy Ladurie, un nom qui me rappelle quelques souvenirs
- 46 ► Interview de Michel Malgrand

#### 50 TRIBUNE LIBRE

- **45** ► Notes de lecture :
  - Jean Jouzel : Climat : L'inlassable Pionnier par Paul Goupil
  - Sentinelle du climat par Heïdi Sevestre
  - Paris face au changement climatique par Franck Lirzin
  - Complément à la note de lecture du livre de François Gemenne paru dans AEC 201
- **54** ▶ Proposition de lecture :
  - Kerguelen par Alain Boulaire
- 54 ► Ils nous ont quittés
- **54** ► Erratum

#### 55 ACTION SOCIALE

Quelques infos

#### 58 RÉCAPITULATIF DES SOMMAIRES 2023

# EDTO



#### Jean-Louis Champeaux

Il est toujours plaisant de lire, quelques mois après, les comptes-rendus des activités organisées par l'AAM à l'échelle nationale ou régionale. C'est une réminiscence agréable pour ceux qui ont eu la chance d'y participer, et surtout, cela offre une opportunité virtuelle aux membres qui n'ont pas pu être présents.

Les récits du séjour de l'Assemblée générale 2023, fort bien écrits et richement illustrés par Françoise Tardieu et Anne Fournier, nous replongent dans la découverte des trésors berrichons.

Je ne saurais passer sous silence les deux moments phares de l'année du centenaire largement exposés dans ce numéro :

- les discours marquants de Valérie Masson-Delmotte, de Virginie Schwarz, PDG de Météo-France, d'Olivier Fournout, ainsi qu'un reportage photographique de la cérémonie de remise des prix du concours de nouvelles.
- le colloque sur l'intelligence artificielle (IA), organisé par l'AAM en collaboration avec l'association ENM Alumni, qui a donné lieu à la rédaction de deux articles éclairants de Marc Pontaud et Laure Raynaud du CNRM et de Jean Coiffier, faisant le point sur l'état de l'art sur l'IA et la prévision météo.

La remise du prix AAM Patrick Brochet 2023 à Léa Corneille me donne aussi l'occasion de remercier Jean Pailleux pour tout le travail accompli depuis de nombreuses années en tant que président du Jury de ce prix, au moment où il transmet le flambeau à Jean-François Mahfouf.

Enfin la rubrique « Souvenirs et témoignages » nous permet de (re)découvrir des métiers à travers vos témoignages passionnés et passionnants :

- le parcours d'ingénieur commercial de Jean-Paul Giorgetti en Corse,
- l'interview de Michel Malgrand prévisionniste-nivologue au centre de Bourg-Saint-Maurice (interview conduite par Serge Taboulot et Laurent Mérindol).

N'omettons pas de mentionner les notes de lecture de Régis Juvanon du Vachat sur le changement climatique, toujours au cœur de l'actualité, et la suggestion de lecture de Reine Margueritte.

Je souhaite à toutes et tous une bonne lecture de ce numéro particulièrement fourni.

#### La vie de l'Association

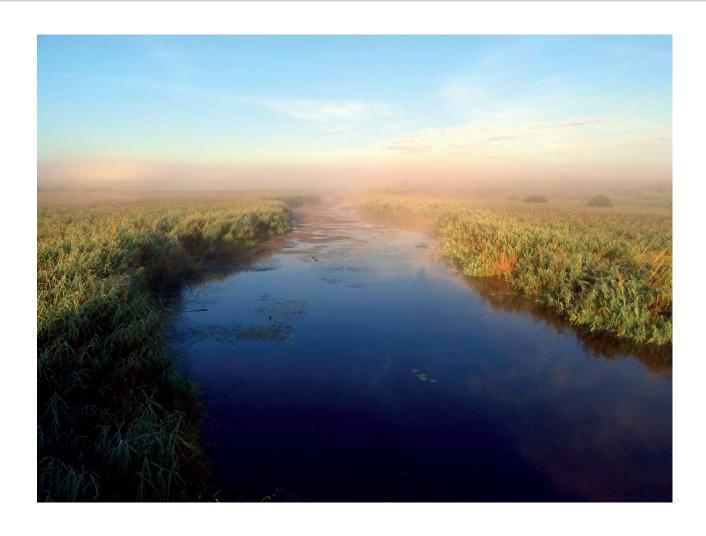
# Dans les marais de la Brenne

19-22 Septembre 2023

Anne Fournier et Françoise Tardieu

La Brenne, avec plus de 3 000 étangs, est l'une des plus importantes zones humides continentales françaises, reconnue au niveau international pour la richesse de sa faune et de sa flore.

C'est dans le Village Vacances Nature du Domaine de Bellebouche, à Mézières en Brenne, que se sont déroulés l'AG 2023 et son séjour associé.





Cadeaux souvenirs de l'AAM

a matinée du mardi 19 est consacrée à l'accueil progressif des 81 participants et à la distribution des cadeaux souvenirs rituels (en l'occurrence, des produits locaux : lentilles corail et

sirops originaux). Puis, chacun part découvrir, parmi les maisonnettes dispersées dans le village, sa petite chambre, sommaire mais fonctionnelle (photo 1). Une courte promenade est ensuite bienvenue, permettant d'apprécier ce cadre verdoyant, en pleine nature; toutefois, le bel étang, image emblématique du centre, est malheureusement vide, les pédalos reposent sur le sable. L'opération décennale dénommée "assec", destinée à nettoyer et reminéraliser le fond, se déroule cette année. La pancarte "Baignade interdite" nous nargue (photo 2)... En consolation, le village est pourvu d'une jolie piscine sous verrière dans laquelle nous sommes plusieurs à nous précipiter!

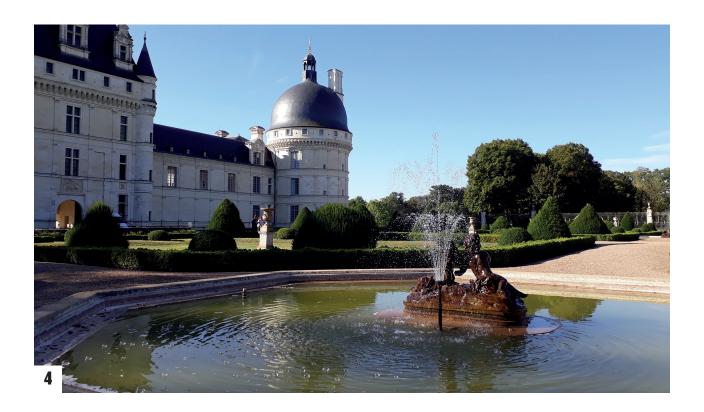
Puis, il est temps de se rendre au déjeuner de retrouvailles dans le bâtiment central. Mais il ne faut pas trop traîner pour boire son café : l'ordre du jour de l'Assemblée Générale de l'AAM est chargé, preuve du dynamisme de notre association! Son compte-rendu est paru dans le précédent AEC n°201. Après toutes ces passionnantes interventions, l'apéritif et le diner "Menu du Terroir" sont appréciés. La soirée est agréablement animée par une présentation de danses traditionnelles au cours de laquelle nous avons pu découvrir une nuance locale étonnante : dans le Sud Berry, les coiffes sont simples et en coton, purement fonctionnelles, alors que, dans le Nord Berry, plus citadin et plus riche, les coiffes sont brodées. Restés assis tout l'après-midi. le besoin était grand de se mouvoir et, ainsi, certains ont pu ensuite s'initier dans la joie aux pas des danses les plus simples (Photo 3).







- 1 : la place centrale du village de Bellebouche
- 2 : Assec et baignade interdite
- 3 : Initiation aux danses traditionnelles



Au matin du mercredi 20, le départ en excursion se révèle compliqué, un contretemps nous privant de car. Un covoiturage est organisé, sur le pouce mais avec grande efficacité, et ce sont 11 voitures qui se dirigent, en convoi, vers le Château de Valençay, propriété du syndicat mixte commune-département depuis 1979. Une guide férue d'histoire et très pédagoque, nous présente l'histoire du château, mais surtout de Talleyrand, son plus illustre occupant dont elle apparaît comme une grande admiratrice. Cet édifice, initialement forteresse rasée en 1451 pour construire un château de style Renaissance (photo 4), a subi une longue période de travaux étalée sur 300 ans, source de diverses modifications de plan, comme la suppression de l'aile des domestiques, abattue pour dégager la vue sur le jardin!

Nous entrons par la galerie, autrefois ouverte et encore ornée de tableaux de la famille de Talleyrand qui, voué à une vie ecclésiastique en raison de son pied bot, embrassera une brillante carrière politique et fera voter, entre autres, la nationalisation des biens ecclésiastiques. Nous parcourons les différentes pièces de récep-



tion garnies de mobilier majoritairement en style Empire, mais aussi de chinoiseries alors très à la mode. Il ne reste malheureusement qu'un meuble (photo 5) de sa remarquable bibliothèque, la plus importante du pays avec ses 15 000 livres. Ce grand esprit avait, par exemple, réussi à préserver les frontières de la France au congrès de Vienne en 1815 ; le bien de son pays était sa boussole, quel que soit le moyen, moyen qui fut, dans ce cas, gastronomique! Au second étage, les chambres et son cabinet de travail. Peu avant sa mort, en 1837, à 83 ans, toujours excommunié, il se voit proposer de renier ses "erreurs" pour éviter la fosse commune : il n'acceptera pas, mais sa famille organisera pourtant de grandes funérailles, contrairement à sa volonté. Dans la salle des trésors, une belle muséographie présente ses objets intimes, comme sa semelle orthopédique. Et il y aurait aussi à voir le théâtre, ou les cuisines, si chères à sa diplomatie..., mais un sympathique petit restaurant nous attend pour un copieux déjeuner local.

C'est en cette matinée que les choses se gâtent dans le groupe ; une épidémie de gastro-entérite commence à se répandre et les forfaits pour les visites vont se

multiplier. Le "covoiturage" devient une chance en offrant une certaine indépendance d'organisation! Après le repas, certains vont donc ainsi rentrer au Centre, d'autres parcourir avec plaisir le jardin du château, se rendre à l'exposition Max Hymans, ancien président d'Air-France, ou encore au Musée de l'automobile.

Le soir, après le diner buffet, un premier groupe va partir, en silence (contrainte nécessaire mais difficile à plus de 20!) et sans luleurs luttes. Un autre groupe part, plaisirs offerts par la nature.

mière (gare aux trous, branches tombées au sol et autres obstacles!), en lisière de la chênaie environnante pour écouter les complaintes amoureuses des grands cerfs se disputant la suprématie des biches, sons graves de brame et chocs des bois de lui, du côté de la lande, avec Joël dument muni de tout son matériel (jumelles, lunette, appareil photo,..), pour observer les étoiles... Une belle soirée centrée sur les







4 : Le château de Valençay 5 : Notre quide devant la petite bibliothèque 6a : Devant la Mer Rouge, sous la pluie. 6b : Autour de la Mer Rouge, sous le soleil 7 : la Maison du Parc de la Brenne, bâtiment caractéristique de l'architecture locale



Cistudes

Jeudi 21 au matin, sur la route, nous observons de longues maisons (longères) aux toitures à 4 pans couvertes tuiles plates formant ces mosaïques si caractéristiques du Berry, et avec les murs de

grès rouge local. Un panneau attire également notre attention : la Brenne abrite la plus importante population de Cistudes d'Europe, petite tortue aquatique d'environ 1 kg. Le premier groupe est arrivé dans la réserve de Chérine, dont l'objectif est, depuis 1985, de protéger les espèces les plus menacées et d'entretenir les milieux naturels qui la composent : roselière, prairie, saulaie tourbeuse ou encore la lande, par le biais d'une politique de pâturage extensif et de pisciculture sélective en fonctionnement partagé. Des espaces de découverte ont été aménagés, ainsi que différents sites d'observation. Les mille étangs peu profonds qui la composent, artificiels et privés, sont reliés en cascade par des canaux. Les pêcheurs utilisent des filets aux mailles raisonnées (le tramail), afin de collecter carpes, brochets, tanches, ... tout en laissant les alevins. Ils s'organisent entre eux, selon la pente d'écoulement des eaux, afin de partager équitablement les poissons, sans oublier les cormorans, actuellement affamés en raison de la sécheresse qui a sévi!

Malheureusement, sous nos parapluies, debout devant le lac dit de la Mer Rouge (photo 6a), couleur atteinte parfois en raison de certains végétaux, la visite de la réserve nous apparaît bien compromise... la pluie tombe dru et la visibilité est bouchée : hérons pourprés, aigrettes, ou autres grèbes à cou noir, restent invisibles à nos yeux. Le second groupe est arrivé trempé au Château du Bouchet, mais verra la réserve sous le soleil cet après-midi (photo 6b)! Quelques commentaires tard, nous nous rendons à la Maison de Parc (photo 7) pour une



visite libre. Située au centre du hameau du Bouchet, elle représente bien, de par les matériaux employés pour sa construction et la forme de son bâti, l'architecture rurale de la Brenne. Point de départ de randonnées nature, elle abrite aussi de belles photos et des explications sur la faune et la flore locales, ainsi qu'une grande variété de produits artisanaux originaux, artistiques ou gourmets!

Après un délicieux repas de poisson (sans tortue au menu!), nous attaquons, à notre tour, la montée vers le Château du Bouchet implanté sur un "button" naturel de grès rouge, emplacement défensif et observatoire majeurs en cas d'agression ennemie (photo 8). Un guide, costumé et plein d'humour, nous y attend, au pied du donjon du XIVe siècle, pour nous raconter son histoire singulière et ses multiples habitants depuis la Guerre de Cent Ans en passant par la célèbre marquise de Montespan.

Le premier propriétaire semble être, au XIIe siècle le seigneur Guy Sénebaud, compagnon d'armes de Philippe-Auguste. Au XIVe siècle, pendant la Guerre de Cent-Ans, le château devint la propriété de P. de Naillac, puissante famille locale. Puis le château passa de main en main, d'abord



à un chef de bandes allié des Anglais, puis, successivement, à d'autres familles poitevines. En 1519, il devint la propriété de G. de Rochechouart, duc de Mortemart, père de la marquise de Montespan, célèbre maîtresse de Louis XIV. En 1789, le château est saisi par les autorités révolutionnaires, puis restitué au duc à son retour en France en 1802 et enfin vendu en 1808 au maire de Rosnay. En 2018, toujours propriété privée, le château devient l'objet de valorisation du patrimoine du territoire. Notre visite, d'escalier en escalier, passe de la cuisine du XVIIe avec sa collection de cuivres, au potager, la salle à

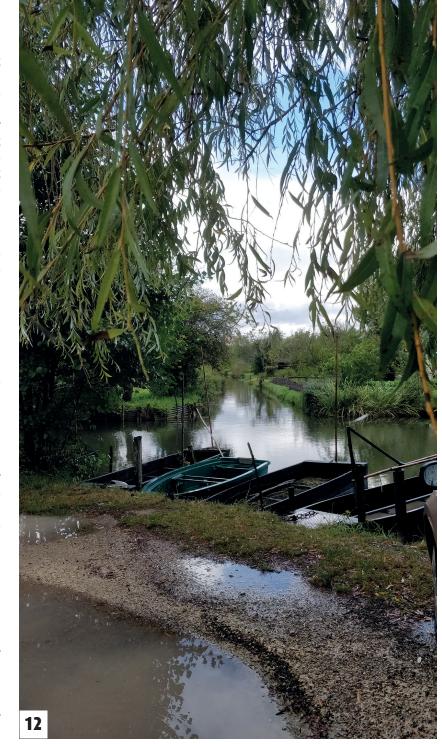


manger, la chambre d'apparat appelée "Chambre du roi" bien qu'aucun roi n'y soit venu, la bibliothèque, ... et se termine dans le donjon (photo 9), atteint par un escalier à vis, en bois, datant du XVe, magnifique de conservation. D'en haut, la vue s'étant dégagée, nous profitons d'un paysage à 360° sur le marais.

Et c'est sous le soleil que nous nous rendons à Pouligny-Saint-Pierre, pour un apéritif dégustation très convivial (photo 10), suivi, bien évidemment par les achats souvenirs gourmets de vins, fromages plus ou moins faits ou encore carpe fumée !! Et, à notre retour au centre, nous allons en outre voir notre ordinaire amélioré par une entrée délicieuse de friture de carpe accompagnée de crème montée à l'aneth.

Et maintenant, je laisse la parole à Anne pour narrer au lecteur la mémorable sortie du vendre-di à Bourges, journée à laquelle je n'ai pu participer ayant moimême été frappée par le vilain virus.

Vendredi 22, pour cette dernière journée du séjour long, à 2 heures de route du centre, nous avons le grand plaisir de bénéficier d'un BUS! Mais, pas question d'avoir tous les avantages: la matinée de découverte des marais de Bourges est très arrosée par des averses qui forceront à raccourcir la balade (photo 11).





- 8 : La montée au château du Bouchet
- 9 : Notre guide costumé devant les armures
- du donjon
- 10 : Dégustation apéritive à Pouligny
- 11 : Sous les averses
- 12 : Le marais et ses canaux

À l'origine, ce secteur de marécages fut conservé en l'état pour servir de zone défensive, avant d'être aménagé aux VIIe ou VIIIe siècles par des moines. Le domaine comprend deux parties : le marais d'en haut composé de grandes parcelles et, 2 mètres en contrebas, le marais d'en bas avec de petites parcelles. Deux rivières les traversent, ainsi que des cours d'eau artificiels. De plus, pour améliorer le réseau d'irrigation, le quadrillage a été complété par les Jésuites avec de petits canaux dénommés coulants (photo 12). À la Révolution, les parcelles ont été revendues à des particuliers.

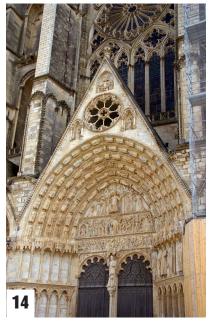
Au XIX<sup>e</sup> siècle, le triplement de la population a nécessité de nouveaux défrichements. Certaines parcelles furent alors achetées par des ouvriers. Mais, alors que, pour les acheteurs de 1640, l'objectif était de réaliser un placement immobilier sans cultiver la terre, en 1863, l'instauration de l'obligation, cette fois, de mise en culture conduisit au maraîchage avec la mise en location des parcelles. Ainsi, de 130 familles au début du XXe siècle, le nombre de maraîchers chuta après la deuxième guerre mondiale et le dernier cessa son activité en 1973. Toutefois, un nouveau maraîcher s'est installé en 2020. Ces marais sont très poissonneux : brochets, gardons, tanches, ... Ils sont également très prisés par les chauves-souris dont chacune peut débarrasser les lieux de 3 500 moustiques par nuit, mais aussi par les ragondins qui imposent de consolider les berges.

Après un déjeuner gourmet (photo 13), le bus conduit le groupe au centre de Bourges. La visite de la cathédrale Saint-Étienne commence en hâte à l'intérieur avant le début d'une cérémonie. L'édifice roman d'origine fut détruit par un incendie au XIIe siècle. Compte tenu des circonstances de l'époque (pression des Cathares au sud et à l'est de la ville et présence anglaise au voisinage suite au remariage d'Aliénor d'Aquitaine avec un anglais après son divorce du roi Louis VII), la nouvelle cathédrale se devait de constituer un marqueur du territoire. Les travaux furent achevés en 35 ans et l'ensemble réalisé est monumental. Longue de 120 m et large de 41 m, elle a une hauteur de voûte de 37 m, dépassant ainsi Notre-Dame de Paris de 2 mètres, mais loin derrière la cathédrale de Beauvais avec ses 48 m! Pour accentuer l'impression de gigantisme, l'absence de transept évite de couper la perspective. La façade comporte 5 portails au lieu de 3 habituellement. Ceux-ci ouvrent sur 5 nefs et, conformément à l'objectif de l'époque de prioriser la lumière, les 5 niveaux sur la hauteur sont largement éclairés par des vitraux.

Les vitraux du XIIIe siècle utilisent notamment le célèbre bleu de Chartres. À la base de chaque vitrail est représenté le corps de métier l'ayant financé. Leur lecture s'effectue de bas en haut et de gauche à droite. Ceux qui se trouvent en bas constituent un catéchisme pour les fidèles qui, à l'époque, ne savaient généralement pas lire. Les vitraux du XVe siècle ornent les chapelles de notables et sont, eux, constitués de peinture sur verre qui permet de figurer la perspective. L'horloge astronomique datant de 1424 est la plus ancienne de France. Le méridien zéro traverse l'édifice et, lors du solstice d'été du 21 juin, un rayon de soleil traverse la voûte à 13h 50.







13 : Dessert au restaurant des marais

<sup>14 :</sup> Cathédrale de Bourges : le tympan du jugement dernier

<sup>15 :</sup> Façade Est de la cathédrale

<sup>16 :</sup> le groupe dans le village

À l'extérieur, les sculptures du portail central font l'objet d'une description détaillée par notre guide, notamment celles du tympan qui évoque le jugement dernier (Photo 14). On note que les architectes ont rencontré différents problèmes liés à la nature du terrain. Ainsi, l'édifice surprend avec sa tour sud, décalée vers la droite pour reposer sur un sol stable, un arc boutant ayant dû être mis en place entre la tour et la partie centrale de la façade. Au début du XVIe siècle, la tour nord s'est effondrée ; enfin, pour augmenter la surface de la cathédrale en érigeant une extension vers l'est, il a fallu prendre en compte la dénivellation de 6 m présente au niveau du rempart galloromain (photo 15).

Notre guide nous laisse ensuite poursuivre en autonomie la découverte de Bourges avec un tour de la ville en petit train. Ce circuit nous permet d'admirer de nombreuses maisons à pans de bois, des ornements de la première Renaissance française rue Bourbonnoux, la Maison de la Vigne avec ses deux étages rue J. Girard, un escalier casse-cou rue Mirebeau, la maison très décorée de la Reine Blanche datant de 1487 rue Gambon; et encore, le tribunal de commerce de 1912, le théâtre du XIXe et la maison Jacques-Cœur (chargé des approvisionnements royaux de Charles VII), tous trois dans le style néo-gothique, pour terminer avec l'Hôtel de la Poste du XXe siècle.

Après un temps libre, le retour en bus s'effectue sous le soleil. Pour clore le séjour, selon l'usage, un petit cadeau est offert aux organisateurs, Reine Margueritte et Maurice Imbard. Puis l'animateur du village-vacances nous offre une soirée consacrée aux cerfs de la Brenne. Son exposé sur leur vie et mœurs, ponctué de plaisanteries, est suivi d'une nouvelle balade au clair de lune pour écouter le brame au bord de l'étang le plus proche.

Samedi 23, dispersion des participants au long d'un petit déjeuner animé par les multiples adieux et les remerciements à nos organisateurs méritants pour le déroulement de ce séjour perturbé par les transports, la météo et les virus!

Crédits photos :
Anne Fournier : 13
Paul Leparoux : 02 et 14
Patrick David : 03
Jean-Jacques Vichery :10
Joël Hoffman ; 06b, 11, 15, 16
Reine Margueritte : 12, encart cadeaux
Françoise Tardieu : 00, 04, 05, 06a, 08, 09, encart cistudes



#### Visite de

## la Basilique SAINT-DENIS

19 octobre 2023

Jacqueline Bleuse et Anne Fournier

Trente personnes s'étaient inscrites à cette visite. Au préalable, 25 d'entre nous avons partagé un repas très convivial au restaurant « Le Café de France » (photos 1 et 2). À 14 h 30, nous avons rejoint nos cinq camarades et retrouvé tous ensemble notre guide, particulièrement érudit, qui nous a fait une description très détaillée de l'histoire de Saint-Denis et de sa basilique/ cathédrale (photo 3).







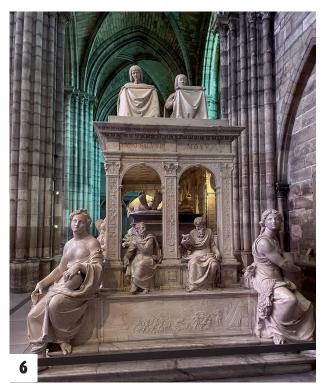




otre visite a débuté côté nord de l'église, par le cimetière où avaient été inhumés les rois de France. Une première église avait vu le jour au Ve siècle, sur la tombe de Saint-Denis, évêque mort vers 250. Celui-ci avait été missionné pour évangéliser la Gaule, puis martyrisé et décapité par les Romains à Lutèce. En fait, il existe plusieurs hagiographies de Saint-Denis. On se souvient notamment de la légende selon laquelle Saint-Denis aurait marché jusqu'à l'emplacement de la basilique, sa tête sous le bras, en passant par Montmartre...

La voûte de la basilique est romane, avec des chapiteaux historiés. Elle a connu la naissance du style gothique. Grâce à une surface vitrée exceptionnelle, elle est baignée de lumière, symbole du divin (photo 4). Elle mesure 108 m de long et ses voûtes culminent à 29 m. Son transept est illuminé par deux roses somptueuses de plus de 12 m de diamètre qui ont servi de modèle pour Notre-Dame de Paris (photo 5). On retiendra un nom attaché à sa construction : celui de l'abbé Suger. Cet enfant de petite taille adopté par les moines (oblat) devint un remarquable régent du royaume de France. Dès 1135, il se consacre à la reconstruction du vieil édifice carolingien ; il édifie un nouveau chevet lumineux. Par sa vision architecturale novatrice. il consacre la naissance en Ile-de-France de l'art gothique.

De la mort du roi Dagobert en 639 et jusqu'au XIXe siècle, l'abbatiale Saint-Denis accueille les sépultures de 43 rois et de 32 reines, 60 princes et princesses et une dizaine de serviteurs de la monarchie. Au XVIe siècle, les tombeaux monumentaux sont construits selon un nouveau modèle : à l'étage inférieur, les corps des souverains, les « transis », sont présentés nus et sans vie ; à l'étage supérieur, les mêmes personnages sont agenouillés, en prière, en quête du Paradis (photo 6 : les femmes aux quatre angles représentent les quatre vertus cardinales : la force avec une peau de lion, la justice, la prudence et la tempérance).





- 1 : les joyeux convives
- 2 : les joyeux convives
- 3 : la basilique Saint-Denis
- 4 : le vitrage de la voute romane
- 5 : une des roses du transept
- 6: un des tombeaux monumentaux
- 7 : ossuaire de la crypte

En 1793, les corps royaux ont été exhumés par les révolutionnaires afin de récupérer le plomb des cercueils pour la fabrication de balles destinées à la guerre. Les corps ont ensuite été entassés dans deux fosses communes du cimetière près de l'église. En 1817, le roi Louis XVIII a fait rechercher les ossements et ordonné leur inhumation dans un ossuaire de la crypte (photos 7 et 8). Il a également commandé deux statues funéraires, dédiées à Louis XVI et Marie-Antoinette, dont il a fait rapporter les dépouilles de Paris (photo 9). Notre guide a souligné la bonté et l'érudition de ce roi sous le règne duquel 7 % seulement du budget était consacré aux besoins de la cour contre 50 % pour l'armée.

En parcourant la basilique et sa crypte, nous avons pu admirer les sépultures, gisants, monuments de tous ces rois et reines de France depuis les Mérovingiens jusqu'aux Capétiens, en passant par les Carolingiens. Les gisants ont tous le regard tourné vers l'est, donc vers le soleil levant, symbole de la lumière divine et du Christ (photo 10). Cette basilique serait la deuxième nécropole du monde après la Vallée des rois en Égypte. En réalité, une grande partie des sépultures présentes dans la crypte sont vides, les ossements récupérés dans le cimetière n'ayant pu être exploités. Louis XVIII, mort en 1824, a été le dernier roi inhumé dans ce lieu.

La visite se termine vers 16 h50. Outre les sépultures qui font la renommée de cette basilique, sa somptueuse architecture nous a envoûtés!

- 8 : ossuaire de la crypte
- 9 : statues de Louis XVI et de Marie-Antoinette
- 10 : notre guide et une partie du groupe devant un des









#### Île-de-France

# Traditionnel repas de fin d'année 2023

**Maurice Imbard** 

omme les autres années, en 2023 la délégation Île-de-France a organisé son repas annuel, repas très attendu par nos membres; toutefois, cette année nous n'avons pas tout à fait respecté nos habitudes. En effet, 2023 est une année exceptionnelle, puisque nous voilà au centenaire de l'AAM. Pour célébrer cet anniversaire, il avait été décidé de planifier la remise des prix du concours de nouvelles à Paris, au siège de la Direction générale de l'aviation civile le 15 novembre après-midi. Réaliser notre repas ce même jour permettait de faire



#### Quelques participant(e)s au repas





« d'une pierre deux coups » et d'inviter les membres du Conseil d'administration à notre sympathique « banquet ».

Ainsi fut fait, novembre n'étant pas si loin de la fin de l'année. Nous étions 46 membres à ce déjeuner, au restaurant Manufacture, non loin du siège de la DGAC situé sur l'ancien site de la manufacture de tabac d'Issy-les-Moulineaux, bâtiment édifié entre 1900 et 1904, conçu à une époque où le cigare était à la mode.

Beaucoup de plaisir de partager ce repas avec des membres du Conseil d'administration de l'AAM venus de Toulouse dont notre président Jean-Louis Champeaux, et de passer un agréable moment d'échanges avec tous les membres présents d'Île-de-France.





Photos Patrick David

### Cérémonie de remise des prix du concours de nouvelles

# IMAGINEZ 2050

\_ Jean-Louis Champeaux, Maurice Imbard

Le président de l'AAM a introduit la soirée en revenant sur l'historique de l'association, ses objectifs et en décrivant les moments forts du concours

#### **Introduction**

Jean-Louis Champeaux, Président de l'AAM



Madame la PDG de Météo-France, Monsieur le représentant de la DGAC, chers invités, chers autrices et auteurs, chers amis de l'Association des Anciens de la Météorologie, c'est un grand honneur et beaucoup d'émotion de vous

accueillir aujourd'hui pour cette cérémonie de remise des prix du concours de nouvelles "Imaginez 2050", organisé par l'Association des Anciens de la Météorologie dans le cadre du centenaire de l'Association. Je remercie la DGAC pour l'aide apportée et le prêt de leur amphithéâtre. Je tiens à remercier tous les participants au concours, les membres du jury qui ont permis la réalisation de ce concours et, en particulier, notre secrétaire général Maurice Imbard qui a fortement contribué à l'organisation de cette cérémonie.

Alors que nous célébrons le centenaire de notre association, nous nous retrouvons pour fêter, non seulement le talent littéraire des participants au concours, mais aussi pour nous rappeler les valeurs fondamentales qui ont donné naissance à notre association en 1923.

Il y a un siècle, au sortir de la guerre, des personnes de toutes origines engagées dans les services météorologiques de l'armée, ont décidé de se retrouver et de s'unir autour de l'idée que l'entraide, la solidarité et le partage des connaissances étaient essentiels pour un avenir meilleur. Aujourd'hui, nous perpétuons ces valeurs qui ont guidé nos prédécesseurs, en œuvrant à l'action sociale auprès de nos membres, en prenant des initiatives pour la jeunesse, et en travaillant sans relâche pour préserver la mémoire météorologique.

La cérémonie de remise des prix du concours de nouvelles "Imaginez 2050", organisée par l'Association des Anciens de la Météorologie (AAM), a constitué le point d'orgue de l'année 2023, année du centenaire de l'association. L'événement, organisé par le président et le secrétaire général de l'AAM (photo 1), avait lieu dans l'amphithéâtre de la DGAC que nous remercions ici pour le prêt de la salle et l'aide logistique.

Plus de 70 personnes étaient réunies, dont la quasi-totalité des lauréats et des membres du jury.



Même si l'action sociale et l'entraide restent au cœur de notre mission, l'une des pierres angulaires de notre association est notre engagement envers les générations futures. À l'heure où la science est contestée, en particulier sur les réseaux sociaux, l'AAM, par ses actions, encourage les jeunes à explorer les domaines de la science et de la météorologie. Je citerais le Prix AAM Patrick Brochet attribué aux étudiants de l'ENM, les colloques thématiques avec ENM Alumni, nos interventions dans les collèges et lycées, les Rencontres Météo et Espace. En cette période de changement climatique, il est essentiel que les jeunes générations soient motivées et surtout bien informées.

La météorologie est une science qui nous fascine depuis toujours. Elle est aussi une source d'inspiration pour les peintres, les écrivains, qui peuvent imaginer des scénarios où le climat joue un rôle majeur, pour créer des atmosphères. Nos collègues prévisionnistes font aussi, de temps à autres, preuve de poésie pour rédiger les bulletins météos! C'est pourquoi, à l'occasion du centenaire de l'AAAM, nous avons décidé d'associer littérature et science en organisant un concours de nouvelles sur le thème "Imaginez 2050", avec pour marraine la scientifique Valérie Masson-Delmotte.

Ce concours revêt une signification toute particulière, car il se déroule à une époque où le changement

climatique représente un enjeu majeur pour notre planète. Il était donc un défi stimulant et ambitieux qui invitait à se projeter dans l'avenir, à anticiper les évolutions possibles de la société, de la science, de la technologie, de l'environnement, mais aussi à exprimer ses espoirs, ses craintes, ses rêves. Ce concours nous rappelle aussi que l'imaginaire peut être une source puissante d'inspiration pour le changement; Olivier Fournout y reviendra tout à l'heure. Comme nous l'a rappelé Valérie Masson-Delmotte dans sa préface, Hubert Reeves, astrophysicien et grand vulgarisateur, décédé récemment, avait déclaré: « La vision scientifique et la vision poétique, loin de s'exclure, se rejoignent pour nous faire percevoir le monde dans sa véritable richesse ».

Je tiens à féliciter tous les participants à ce concours qui ont fait preuve d'imagination, de créativité et de talent pour nous proposer leur vision du monde en 2050. Nous avons été impressionnés par la qualité littéraire des textes, par leur originalité, leur inventivité, leur sensibilité. Nous avons voyagé dans des mondes où la nature a repris ses droits ou, au contraire, elle a été dévastée ; nous avons été touchés par les émotions, les dilemmes des personnages qui peuplent ces histoires. Le Jury a noté que la majorité de ces nouvelles étaient des dystopies, ce qui est compréhensible étant donné le contexte actuel et les défis auxquels nous sommes confrontés. Cependant, malgré ces visions sombres, je souhaite transmettre un message d'espoir pour trouver des pistes innovantes et des solutions aux problèmes qui nous attendent.

Le choix à effectuer par le jury a été difficile car les sensibilités de chacun (liées sans doute à nos for-



2 : une partie des participants.

mations ) conduisaie nt à des perceptions différentes. Le Jury, a dû délibérer longuement pour désigner 7 nouvelles primées, en instaurant un Grand Prix du jury et 5 prix thématiques. Deux nouvelles écrites pas des adolescentes ont aussi été primées. Enfin, le jury a décidé de publier un recueil papier des treize meilleures nouvelles. Je voudrais, une nouvelle fois, remercier les membres du Jury et les participants au concours, sans oublier le comité de rédaction de notre revue, en espérant que vos écrits et nos actions puissent inspirer le monde pour un avenir meilleur face aux nombreux défis qui se dressent devant nous.

Je conclurai en paraphrasant un proverbe sanskrit : « Hier n'est qu'un rêve et demain une vision d'espoir ; prends donc bien soin d'aujourd'hui ».

#### Intervention de Mme Virginie Schwarz,

Présidente-directrice générale (PDG) de Météo-France



La Présidente-directrice générale (PDG) de Météo-France, Madame Virginie Schwarz, a ensuite pris la parole, en nous faisant partager les perspectives sur les défis et les opportunités qui attendent Météo-France dans les années à venir dans le cadre

du changement climatique.

Mme la PDG a salué l'AAM pour l'organisation de ce concours, mais aussi, plus largement, son action auprès des jeunes – en particulier le prix AAM Patrick Brochet qui est attribué à un étudiant de l'ENM – ainsi que ses actions dans le domaine de la mémoire météorologique.

Elle a rappelé à quel point le changement climatique était déjà présent et chaque action pour une réduction des gaz à effet de serre était importante. Elle a détail-lé les besoins d'adaptation au changement climatique auxquels Météo-France prend toute sa part en four-

nissant des données et des services pour les collectivités et les particuliers permettant ainsi de prendre en compte l'évolution climatique dans chaque décision. Mme la PDG a souligné l'excellence des scénarios climatiques de Météo-France, tant à l'échelle mondiale qu'en mailles fines, sur la métropole. Les enjeux sur l'eau sont aussi très importants et sont nouvellement disponibles dans la base de données DRIAS.

Enfin, Mme la PDG a félicité tous les auteurs de nouvelles pour la qualité de leurs écrits, en particulier les deux jeunes adolescentes. Comme Jean-Louis Champeaux, Mme la PDG a souhaité faire passer le message qu'il ne faut pas se laisser envahir par le désespoir mais que l'heure est à l'action.

Avant la remise des prix, deux présentations « invitées » ont enrichi la soirée. Ces intervenants, membres du jury, ont apporté leurs visions passionnantes du futur, ajoutant une dimension prospective et stimulante à l'événement.

#### Oliver Fournout,

Sociologue, écrivain,

Enseignant-chercheur à l'Institut Polytechnique de Paris, nous a vanté les forces de l'imaginaire

Éloge de la fiction pour changer le monde Pour un *Village* de la transition écologique



Merci à L'Association des Anciens de la Météo (AAM) de m'avoir invité à prendre la parole pour cet événement. Et bravo, surtout, pour avoir monté ce concours de nouvelles. L'idée a été celle des responsables de l'AAM dont Jean-

Louis Champeaux est le président, puis partagée avec les membres du jury, les 50 nouvellistes qui ont envoyé des textes, et vous, aujourd'hui, qui êtes nombreux à cette remise de prix. Pour appuyer cette initiative, je vais y aller de la sociologie, mais aussi de ma casquette d'écrivain et d'animateur d'ateliers d'écriture, et vous proposer un éloge de la fiction pour changer le monde.

Éloge de la fiction, je le dis d'emblée, ni éthéré, ni fantaisiste : plutôt pragmatique et scientifique – basé sur des recherches, des publications, de la bibliographie (je ne suis pas le seul dans ce champ), des montages de terrains, des analyses de pratiques dédiées à la compréhension de ce que les fictions nous disent de nos sociétés. De là, je vais plaider pour mieux, et plus souvent, se saisir du levier fictionnel pour agir en société.

#### Premier argument

Les fictions parlent du monde et de ses lois de manière aussi solide que les sciences.

Une montagne de littérature en sciences humaines et sociales soutient que la fiction, les fictions, sont installées au cœur de nos structures sociales et mentales. Les lois des actions et interactions humaines sont mimétiquement déployées dans les œuvres de fiction, ce qui conduit un sociologue, comme Howard Becker, décédé l'été dernier, à écrire qu'une pièce de théâtre « communique de manière si convaincante un épisode que les sociologues ont du mal à décrire moitié aussi bien » (Becker, Comment parler de la société, 2007), et un autre, Watzlawick, à affirmer qu'une fiction se révèle « plus réelle que la réalité » (Watzlawick et al., dans Une logique de la communication, 1967). Pour Hélène Merlin-Kajman (L'animal ensorcelé, 2016), la littérature, objet transitionnel, donne à la fois une distance et une relation avec le monde qui permettent d'y agir, et de s'en guérir quand il y a des événements traumatiques. Le genre du roman a produit autant sinon plus de connaissances sur les interactions humaines que la pensée de la communication au XXe siècle (c'est le propos de Philippe Dufour dans La pensée romanesque du

langage, 2004). Quand les romans se saisissent de la science, ils révèlent de manière magistrale son pouvoir symbolique, forgeant nos conceptions des sociétés (Jean-François Chassay y a consacré de nombreux livres, dont Imaginer la science, 2003, La littérature à l'éprouvette, 2011, La monstruosité en face, 2021). Autre terrain encore, que je connais bien : les conduites de réussite que valorisent nos sociétés, dans le milieu du travail, dans les manuels de conseils, dans la presse, obéissent à une structure partagée avec les conduites de réussite des héros de cinéma (Fournout, Le nouvel héroïsme, puissances des imaginaires, 2022). Je pourrais multiplier les références, mais en résumé : les apports cognitifs de la fiction sont impressionnants et documentés.

#### Deuxième argument

La fiction accompagne les choix de vie.

Un autre domaine de recherche tout à fait décisif relève de ce qu'on appelle la lecture référentielle des œuvres de fiction. Il y a lecture référentielle lorsque les récepteurs font un parallèle entre telle fiction et une réalité qu'ils vivent ou un projet qu'ils ont. Je vous donne deux exemples de lectures référentielles, tirées d'entretiens d'enquête que j'ai menés récemment : un éleveur de vaches laitières, passé au bio il y a quelques années, me raconte comment le film "Danse avec les loups" lui a donné des forces. lui a offert un modèle, lui a même procuré un cadre conceptuel pour sa transition écologique – aide précieuse quand on sait que le changement d'agriculture est un processus ardu. Autre exemple : une doctorante, passionnée par son domaine, la psychologie environnementale, me raconte comment Borgen, la série danoise mettant en scène une femme politique au pouvoir qui reste guidée par ses convictions, est en adéquation avec ses valeurs, son mode de vie et ses choix théoriques. Avec de tels prolongements des fictions dans la vie des gens, nous avons une preuve empirique que les fictions changent le monde – c'est-à-dire changent les destins, les objets, les vaches, les modèles d'action, etc...

#### Troisième argument

La fiction donne accès à la compréhension de l'humain dans sa complétude.

Ce que la fiction apporte de plus que les récits dominants d'aujourd'hui – économiques et techniques notamment – c'est la dimension corporelle, émotionnelle, relationnelle, des choix qui sont les nôtres. C'est de la vie intérieure, concentrée et rendue

sensible par la forme artistique. Or, ces dimensions existentielles sont structurantes pour l'avenir. Lorsque des scientifiques signent une tribune en faveur d'un « projet Manhattan de la transition écologique » (Le Monde, 25 sept. 2023), ils explicitent qu'ils le font dans la foulée de la sortie du film Oppenheimer. Donc, le cinéma populaire enclenche la métaphore du « Manhattan de l'environnement ». Mais, l'intention s'arrête là, alors qu'elle devrait rebondir. Les scientifiques, dans la tribune, demandent d'aligner l'industrie et la recherche fondamentale, fidèles à ce mot d'ordre du film : « Nous avons un espoir, que toute la puissance industrielle se connecte à l'innovation scientifique ». Très bien, je signe. Mais rien ou presque n'est dit sur les imaginaires, les motivations profondes des gens, les corps agissant, que, précisément, les fictions sont aptes à nous représenter dans toutes leurs dimensions – et dans un domaine, la transition écologique, où, à l'évidence, les peuples sont au cœur des pratiques.

#### Quatrième argument

#### L'imaginaire, outil darwinien de survie.

Il y a un fait à expliquer : que cinquante ans de résultats scientifiques communiqués largement sur la chute de la biodiversité, l'extinction massive, le réchauffement climatique, la pollution des milieux, les ressources limitées en eau et en combustibles fossiles, n'ont produit que de très insuffisants changements d'orientation, malgré toutes les compétences techniques et économiques dont nous disposons. Hypothèse : le problème réside dans les structures de l'imaginaire. Pour soutenir cette hypothèse, je peux citer des anthropologues (Campbell, Castoriadis, Durand, Favret-Saada, Godelier, Pinkola-Estés...) mais aussi des écologues des sciences de la nature. Ils ont repéré, ces scientifiques durs, que « les humains avaient besoin d'une histoire de tout ce qui leur arrivait d'important, parce que la conscience ne peut fonctionner sans histoires et explications de son propre fonctionnement », ce qui conduit ces écologues à concevoir les mythes comme, selon leur langage, « un outil darwinien de survie », « darwinian device for survival » (Wilson, La conquête sociale de la terre, 2012 ; voir aussi Rothenberg, Survival of the Beautiful: Art, Science and Evolution, 2012). Dès lors, le problème de l'humanité se reformulerait ainsi : les structures de l'imaginaire sont un « outil de survie » ; or, l'imaginaire est le parent pauvre des outils sollicités - peu étudié, peu pris au sérieux, se réduisant vite à un loisir ; et donc – syllogisme simple – il n'est pas étonnant que l'humanité rencontre quelques problèmes de survie, ce qui est bien la situation empirique

#### Cinquième argument

Les fictions partent de la base des populations (ne sont pas le domaine réservé des artistes professionnels).

Contrairement à ce que pourrait laisser penser l'admiration moderne pour la figure de l'auteur, la fictionnalisation ne relève pas que d'un ruissellement du haut vers le bas. Les grandes fictions, dans l'histoire de l'humanité, sont souvent sorties de traditions de création collective et populaire. Les aèdes itinérants avant l'Odyssée, le théâtre de foire avant Molière... Augusto Boal est une référence pour les multiples formats de création collective ouverts aux citoyens qu'il a testés, bien au-delà du théâtre-forum qui est le plus connu. Dans La Haute-Corrèze oubliée (Chambre, 1992), je lis que, lors des veillées paysannes, « les grands-mères ont toujours beaucoup de succès avec leurs contes ». Il y a un terreau créatif qui vient des gens ordinaires. Le mariage d'amour, qui a changé la face de nos sociétés, a d'abord été une création littéraire, et pas seulement sous la plume de Marivaux, mais dans la commedia dell'arte. La transition écologique ne se fera pas sans la mobilisation des imaginaires collectifs, c'està-dire des gens au quotidien, qui se nourrissent, qui se déplacent... Clin d'œil à notre grand prix d'aujourd'hui : uriner au pied d'un jeune érable dans une clairière du haut Jura pour rendre hommage au vivant, à la Terre et à un oncle, est une création littéraire qui participe à la révolution du monde – voilà la proposition qu'il faudrait arriver à se formuler, même si elle prête à sourire.

#### Sixième argument

#### La fiction crée du nouveau.

Les mythes naissent et les mythes meurent. Ils ont une histoire. Dans une pièce de théâtre sur les pesticides dans l'agriculture, créée, jouée et mise en scène par des agriculteurs, des militants écologistes, des conseillers techniques de l'industrie, des administratifs, des chercheurs, le personnage central était un petit champ malade1. J'ai consulté des dictionnaires de l'imaginaire : la figure du petit champ malade est inconnue, elle innove, comme les premières fois où Arlequin est apparu sur une scène, donnant plus tard les Figaro et les révolutions... Le changement arrive aussi sur les ailes de la fiction. C'est Ursula Le Guin et sa théorie de la fiction-panier, préférant les cueilleuses d'histoires et de graines, et d'histoires de graines, au storytelling de guerriers-héros. C'est un des enjeux de la littérature critique écoféministe qui renouvelle, d'un même geste, et l'écologie, et le féminisme (voir émilie Hache, Reclaim, recueil de textes écoféministes,

actuelle 1 - La pièce Le petit champ des possibles a été créée dans un atelier collectif de deux jours au sein du programme de recherche FORC-CAST (Formation par la Cartographie de Controverses à l'Analyse des Sciences et Techniques), Agence Nationale de la Recherche, ANR-11-IDEX-0005-02, 2013-2020. Elle a donné lieu à une analyse dans Fournout, Bouchet, Le champ des possibles, Dialoguer autrement pour agir, 2019. Sa captation est visible ici : https://www.youtube.com/watch?v=q1XS9Rdj91k. Pour un documentaire sur le processus de création, voir : https://www.youtube.com/watch?v=uo7AzRt5y9U 2016). C'est la performance artistique d'étudiants d'une école de commerce mettant en scène une étu-diante qui dort dans la rue sur une paillasse, dénon-çant le coût exorbitant de leur éducation ( séminaire Improbable , 2022 , Sylvain Bureau ). Forcément , ces imaginaires qui naissent , au départ minuscules, ou qui renaissent, fragiles, se heurtent aux imaginaires dominants . Le petit champ malade, la fiction-panier, l'étudiante-SDF et le pipi sur l'érable sont en concur-rence avec d' autres imaginaires qui, eux, lourde-ment financés, nous encouragent, par exemple sur les façades d' immeubles parisiens il y a quelques semaines, à « braver l'impossible » en achetant un 4x4 pour circuler sur le périph (Land-Rover Defen-der) et à rendre un culte à « MYSELF » en se parfu-mant ( Yves Saint-Laurent).

Je résume l'argumentaire :

- ▶ les changements de comportements de l' huma - nité tournent autour de fictions qui les incarnent comme la Terre tourne autour du Soleil,
- ▶ la fiction a des effets cognitifs , affectifs , sensibles, pas seulement pour décrire le monde, mais aussi pour se mobiliser, pour agir,
- ▶ la fiction dispose d'une force de partage, elle ne s'adresse pas juste à un public passif, le public peut participer à la création à travers de multiples formats.
- ▶ enfin, la fiction innove, elle peut être décisive à des moments de choix de vie, et elle fait partie des outils de survie de l'humanité.

Ça fait quand même beaucoup!

#### Conclusion

#### Pour un Village des transitions écologiques

En plus d'un Manhattan de la transition écologique, je pense qu'il faut aussi un Village de la transition écologique — le Village étant, vous le savez, le quartier artistique mythique de Manhattan. Pour

- 3 https://za-plaineetvaldesevre.com/agriculteurs-habitants-quelles-relations/
- 4 Voir, par exemple, Artscience (Edwards, 2010), ainsi que les travaux de Jean-Marc Chomaz, « artist physicist », à l'Institut Polytechnique de Paris : http://www.off-ladhyx.polytechnique.fr/people/jmarc/, ou encore mes propres tentatives avec le roman Germinata : https://cfeditions.com/germinata/

recherche4.

imaginaires qui bloquent, je vois trois conditions :

— d'abord, combiner les forces. La causalité est
plurielle, multifactorielle. Les recommandations du
GIEC, le Manhattan de l'environnement et les nouvelles figures de l'imaginaire rencontrent les mêmes
résistances. Elles devraient s'allier : d'où toute la
valeur de ce concours de nouvelles initié par des
météorologistes.

- ensuite, il y a des efforts à faire pour encourager la production de nouveaux imaginaires; bien sûr, multiplier les initiatives comme ce concours de nouvelles et pousser à la diffusion,
- enfin, j'ai la conviction que le changement n'arrivera pas sans un travail réflexif et théorique sur ce qui est produit. C'est pourquoi je serais heureux que les cinquante nouvelles envoyées à l'AAM donnent lieu à une analyse sérieuse des contenus des nouvelles et à des entretiens auprès des auteurs et autrices pour comprendre les motivations, les projections référentielles, les choix d'écriture. Ce pourrait être un travail de thèse ou de post-doctorat, qui ferait surgir du sens sur l'époque que nous vivons.

L'étape suivante serait d'arriver, par agrégation de différents terrains, à ce que j'appelle un Village des transitions – une sorte d'encyclopédie vivante des créations fictionnelles – qui articulerait entre eux des chantiers souvent atomisés. Un mouvement collectif se dessinerait, qui inclurait, par exemple, d'autres concours littéraires comme "les Nouvelles Avancées" qui porte en 2024 sur le thème du temps<sup>2</sup>; des ateliers d'écriture comme ceux de François Bon ou Ketty Steward (Université de la Pluralité); des créations collectives comme celles menées en milieu rural à l'initiative du Centre d'études Biologiques de Chizé<sup>3</sup>; des productions issues de l'éducation populaire (Demain nos Enfants, Globe Conteur, Wision...) ou de mobilisations militantes passant par des formats artistiques (Symbiose des luttes/ Useful Fiction, les Terres du Serein...); sans oublier les dispositifs de recherche-création où art et science se conjuguent dans de la

#### Valérie Masson-Delmotte,

Directrice de recherche au Laboratoire des sciences du climat et l'environnement (LSCE), ancienne co-présidente du groupe de travail I du GIEC, et marraine du concours, nous a livré une vision passionnée et passionnante sur le monde plausible en 2050 :

"Quels mondes plausibles en 2050, sur la base des récents rapports du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) ? (d'après la transcription de l'intervention orale)



En dehors de mon travail de scientifique du climat, j'adore lire et ce fut un plaisir d'avoir l'occasion de lire l'ensemble des nouvelles. J'adore lire en particulier de la science-fiction qui nourrit aussi mon propre imaginaire.

Un immense merci pour votre confiance et bravo pour la qualité et la diversité des nouvelles qui ont été proposées à ce concours.

En fait, se projeter en 2050, finalement c'est le quotidien de beaucoup de climatologues. Début novembre 2023, nous avions une réunion du Programme mondial de l'étude du climat : une conférence qui a lieu tous les dix ans et qui pose les bases de la réflexion collective sur les priorités de recherche. Dans mon intervention, qui s'appuyait sur les rapports du GIEC que nous avons rendus sur la période 2008-2023, j'ai essayé de faire l'exercice de me poser ces questions : quelles sciences du climat, non pas demain, non pas pour la prochaine décennie, mais en 2050 ? quelles sciences du climat dans quel monde, pour qui ? dans quel rapport de force ? pour apporter quelles connaissances notamment par rapport aux enjeux des systèmes d'alerte, des services climatiques, de la gestion de risque?

Je vais donc revenir sur les sciences du climat avec cet enjeu bien sûr d'observer dans la durée, d'observer rétrospectivement mon travail avec celui des autres paléo-climatologues, d'arriver à finalement trouver des moyens de remonter le temps, de comprendre les processus, de modéliser le système climatique, sa complexité, de s'interroger sur l'adéquation de ces outils de modélisation, leurs limites, leur pertinences suivant les questions et les usages. Puis à partir d'un travail d'assimilation de données, de prévision, d'un travail de scénarios de trames narratives socio-économiques des futurs très contrastés en fonction des choix de société, l'objectif consiste à explorer la réponse du climat aux diverses influences humaines résultant en fait de ces choix socio-économiques : quelles préservations des terres ? quelles préservations des écosystèmes, quelles émissions de polluant à courte durée de vie avec leur effets sur le climat et la qualité de l'air ? quelles émissions de gaz à effet de serre et leur effet sur l'évolution du climat global?

Quand on regarde dans le monde l'action pour le climat, à quelques semaines de la COP 28 qui aura lieu aux Émirats Arabes Unis, COP présidée par le dirigeant d'un compagnie nationale pétrolière, force est de constater sur la base de l'évaluation du sixième cycle du GIEC que l'on a une action pour le climat qui monte en puissance. On a de nombreux acteurs qui s'approprient ces connaissances, qui s'interrogent sur la manière de limiter les risques à venir avec trois grands leviers d'action :

- l'utilisation de ces connaissances sur les évolutions futures pour changer d'échelle dans l'adaptation. C'est à dire pas simplement réagir à ce que l'on a déjà connu, mais intégrer les connaissances sur les futurs plausibles, les futurs possibles, futurs mêmes dont la probabilité d'occurrence est rare mais dont les effets seraient dévastateurs dans la prise de décision d'aujourd'hui;
- l'intégration de cette vision de futur possible en construisant les conditions d'une décarbonation de nos sociétés, d'une réduction des émissions de gaz à effet de serre;
- le financement de cette action pour le climat.
   Pour faire court, sur les trois volets, actuellement, c'est trop lent, c'est trop faible.

Aujourd'hui ce qui est intéressant, ce sont les actions menées sur la base de politiques publiques actuelles, avec déjà des milliards de tonnes d'émissions de gaz à effet de serre évités chaque année. Il y a des actions qui fonctionnent, notamment les politiques d'innovations, les politiques d'efficacité énergétique, les politiques qui luttent contre la déforestation. On a vu récemment au Brésil à quel point cela fonctionne, ça peut être défait et refait assez rapidement. Grâce à ces politiques publiques finalement les trajectoires de fortes hausses d'émission de gaz à effet de serre sont maintenant moins plausibles.

#### Qu'est-ce que cela nous dit sur les futurs ?

Nous sommes plutôt sur une trajectoire, probablement, de pic au niveau de cette décennie et de baisse lente des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Avec une telle trajectoire, la plus plausible aujourd'hui sur la base des engagements des différents pays, des politiques publiques en cours, le cumul des émissions de CO<sub>2</sub>, facteur dominant du réchauffement à venir, continue à augmenter relativement régulièrement.

Les politiques publiques pour améliorer la qualité de l'air en réduisant les rejets de particules de pollution portent leurs fruits en Europe, en Amérique du Nord et en Chine. De ce fait, nous perdons l'effet de masque des particules de pollution, facteur qui amplifie le réchauffement.

Sur la dernière décennie, nous avons eu le rythme le plus rapide de réchauffement observé depuis le début des mesures météorologiques directes.

En fait sur la base de ces politiques publiques, vers 2030 nous serons dans un monde d'un degré et demi plus chaud que le climat préindustriel. Cela va arriver (c'est déjà arrivé à l'échelle d'un mois), cela va arriver à l'échelle d'une année, cela va arriver de plus en plus souvent et quand ce sera une année sur deux, nous serons dans ce monde plus chaud. Cela va venir très vite, et probablement à ce rythmelà, nous allons atteindre un niveau de réchauffement planétaire de l'ordre de 2 degrés vers 2050.

2050 c'est un horizon intéressant. Dans 27 ans, j'aurai l'âge de mes parents, mes filles auront mon âge. Pour une jeune personne qui démarre sa carrière professionnelle aujourd'hui, 2050 représentera les 2/3 de son parcours professionnel. Que veut dire un monde de l'ordre de 2 degrés plus chaud sur l'ensemble de la planète vers 2050 ? C'est d'abord l'échec de l'accord de Paris sur le climat. C'est aussi trois degrés de plus en France. C'est à dire que l'année record de 2022, la plus chaude enregistrée jusqu'ici, sera la norme.

L'enjeu est de caractériser le mieux possible quels seraient les événements, les saisons, les années extraordinaires de 2050, ce qui serait plausible, ce qui serait possible, ce qui aurait le maximum d'impact, et en tenir compte dans la décision d'aujourd'hui pour s'y préparer. Il est critique que le gouvernement français construise maintenant une trame de référence pour l'adaptation, ancrée dans la loi, qui s'appuie sur les connaissances scientifiques qui sont et vont être produites, réactualisées, pour qu'on en tienne compte lorsque l'on rénove, lorsque l'on aménage, pour faire en sorte que tout ce qui est mis en place soit résilient selon sa durée de vie dans ce climat qui va continuer à changer.

Pour 2050, soyons optimiste. Beaucoup d'États ont pris des engagements à atteindre pour des émissions net zéro à l'horizon 2050. Beaucoup d'entreprises, beaucoup d'investisseurs, des banques ont fait de même. Imaginons que ces engagements soient réalisés. Dans quel monde vivrions nous ? Un monde neutre en carbone en 2050, d'abord dans les pays développés, puis un peu plus tard dans les pays émergents et les pays en développement qui trouveront leurs propres manières de construire leur développement ancré avec leurs valeurs sans passer par la case surconsommation, pollution et gaspillage. Nous vivrions bien avec beaucoup plus d'efficacité, beaucoup plus de sobriété, avec des

systèmes énergétiques neutres en carbone. Nous aurions d'autres aspirations pour vivre bien, pour avoir une bonne réputation auprès de nos proches, auprès de notre famille et de nos amis.

Quand on parle de ce monde-là, 2050, j'utilise les termes de « maîtrise de la demande », de « sobriété », mais d'autres utilisent le terme de « sacrifice des choses que l'on faisait, que l'on ne fera plus ». Ceci est exploré dans les nouvelles que nous avons lues. C'est exploré sous l'angle d'une forme de nostalgie, de l'illusion que l'on puisse consommer toujours plus dans un monde fini.

La maîtrise de la demande reposerait sur la modification de nos choix collectifs, de nos pratiques, de la transformation de notre système énergétique (plus de renouvelable) avec une utilisation durable de la biomasse. Elle reposerait sur le besoin de connaissance en sciences du climat pour arriver à piloter ce système énergétique bas carbone, le besoin d'informations sur l'évolution du climat dans ce monde de 2050 où on aurait réussi les transitions énergétiques globales, le besoin d'information pour la gestion durable des écosystèmes et de nouveaux écosystèmes.

Parce que l'accumulation de chaleur dans l'océan ne va pas s'arrêter, la montée du niveau de la mer va continuer, plus lente, mais elle affectera les écosystèmes littoraux. Tout ceci va s'étaler sur plusieurs siècles et nous aurons des transformations d'écosystèmes marins dues à l'acidification de l'océan qui va se propager en profondeur. Les glaciers vont reculer, le Groenland et l'Antarctique vont s'ajuster et faire émerger de nouveaux écosystèmes qu'il faudra préserver, comprendre, accompagner. Nous aurons le déplacement d'espèces, le déplacement de zones de culture. Il faudra réfléchir à la manière d'assurer finalement la protection de ces écosystèmes nouveaux qui vont continuer à se transformer. Il y aura des effets irréversibles même si l'on réussit le zéro net d'émission de CO,, même si on stabilise le réchauffement autour de 2050.

Un monde où on aurait transformé nos systèmes alimentaires et agricoles, notre gestion des terres et de l'eau pour qu'ils n'émettent plus de gaz à effet de serre mais où on stockerait davantage de carbone dans les sols agricoles, dans la végétation que l'on aurait protégée. Cela entraînerait également une alimentation différente, beaucoup plus de protéines végétales. Les protéines animales seraient un luxe. On aurait une alimentation plus saine qui permettrait de vivre plus longtemps et en bonne santé. Il faudrait beaucoup d'efforts pour limiter au maximum les pertes et le gaspillage alimentaire qui aujourd'hui représente quasiment 8 % des émissions. On aurait amélioré la qualité de l'air. On aurait également amélioré le confort thermique en été comme en hiver sur des logements performants pour une meilleure qualité de vie dans des villes plus vertes avec des îlots de fraicheur. On vivrait différemment avec moins de bruit dans les villes, avec davantage de mobilité douce, de transport en commun, avec une mobilité électrifiée. Nous aurions réussi à construire finalement un développement résilient dans un climat qui change, avec beaucoup plus de protection sociale, l'adaptation en faisant partie.

On aurait des systèmes d'alerte précoces, efficaces, une culture de prévention des individus, des entreprises et des collectivités qui permettrait une réaction par anticipation le plus tôt possible pour limiter au maximum les impacts et reconstruire très vite, en augmentant la résilience et renforçant la qualité des services d'alerte précoces, des services climatiques grâce au progrès des connaissances. On aurait joué au maximum sur de grands leviers d'action avec des imaginaires différents d'aujourd'hui : l'innovation technologique pour tout ce qui permet de décarboner les systèmes urbains, les systèmes industriels avec l'économie circulaire, la réduction des déchets et leur réutilisation et puis l'évolution du système alimentaire en maîtrisant la demande, en jouant au maximum partout sur l'efficacité. On se serait aussi appuyé au maximum sur les solutions fondées sur la nature, le fait de conserver, préserver, restaurer des écosystèmes et leur capacité à stocker du carbone. Je pense qu'en 2050, les leçons tirées des graves incendies autour de la Méditerranée et au Canada de cette année, qui, en Amérique, ont rejeté en quelques mois l'équivalent de deux ans d'émission de gaz à effet de serre de la population canadienne, auront permis d'avoir des systèmes d'alerte meilleurs, des interventions plus rapides pour limiter les conséquences.

#### Utopie ou dystopie, ce que je vous décris?

Est-ce que cela aura été réalisé en tenant compte des enjeux d'équité et de justice avec un juste partage de l'effort ?

Ou, est-ce que l'on aura des interventions sur les politiques publiques qui exacerberont les inégalités et qui conduiront à des tensions, des révoltes, à des conflits ? Est-ce que dans un monde de deux degrés plus chaud, en voulant agir vite, brutalement suite à chaque choc, à chaque crise, à chaque sécheresse, chaque inondation, on aura déployé un ensemble de pratiques dans l'urgence qui se révéleront être des mal-adaptations qui, au fil du temps, auront exacerbé les inégalités, auront conduit à détruire des écosystèmes, et puis finalement à perdre leurs fonctions, leur services ? Estce que l'on aura verrouillé des pratiques destinées à être transformées en essayant de les maintenir un peu plus longtemps et finalement imposé des transformations plus brutales plutôt que des choses construites délibérées, partagées et anticipées ?

On voit que l'on est devant des enjeux considérables en 2050 si l'on n'a pas engagé ces transformations de fond, si on a encore une utilisation importante des énergies fossiles, si on a des pratiques agricoles qui, au lieu de stocker du carbone, en rejettent et sont exposées aux conséquences d'un

climat qui change. Si on a eu des modes de vie qui tirent vers le haut la consommation en énergie, en matériaux, en eau, en produits alimentaires et si on a exacerbé les pressions sur l'utilisation des terres. Nos choix de développement peuvent démultiplier les conséquences d'un climat qui change, aggraver les risques pour la sécurité alimentaire, aggraver les risques pour ceux qui vivent dans les points chauds du réchauffement climatique, pour ceux qui sont les plus exposés, les plus vulnérables.

Comment aura-t' on réagi ? Est-ce que l'on se sera appuyé au maximum sur des stratégies d'adaptation, ou bien aura-t-on créé des pièges de pauvreté où les gens seront tellement pauvres qu'ils ne pourront plus partir des endroits devenus inhabitables.

#### C'est entre maintenant et 2050 que vont se dérouler ces choix.

Si les émissions de gaz à effet de serre sont importantes en 2050, si l'accumulation de chaleur dans le système climatique se poursuit, si la dérive du climat s'intensifie, on aura également acté une montée plus importante du niveau de la mer.

Aujourd'hui on a déjà prévu un mètre à horizon 2100. Si on réduit massivement les émissions de gaz à effet de serre, si on limite au maximum l'ampleur du réchauffement, on va doubler la montée du niveau de la mer par rapport à ce qui a déjà été observé. Si on émet beaucoup de gaz à effet de serre, ou si la réponse du climat est plus importante avec l'enclenchement de processus aujourd'hui très incertains, avec des effets de seuil associés, comme l'écoulement des calottes du Groenland et de l'Antarctique. quelle sera la montée des eaux ? Peut-être qu'en 2050 on le saura. On aura peut être observé le dépassement de seuil et on saura qu'elle sera l'ampleur, la vitesse de la montée du niveau des mers. Aujourd'hui nos incertitudes sont profondes sur la base d'éléments scientifiques que l'on l'explore avec des trames narratives : « si au cours de ce siècle, tous les processus associés à une incertitude majeure se déclenchent, alors quelle serait l'évolution physique plausible ? » On pourrait arriver à un niveau au-delà de 1,50 m à horizon 2100.

Nous voyons que les questions posées par le fait de se projeter dans le futur portent sur des transformations : transformations choisies et préparées de nos systèmes de société et de l'utilisation des connaissances scientifiques pour l'adaptation par anticipation, ou bien transformations subies par les crises successives. Cela pose des questions sur la perception de ces enjeux de transformation subie ou choisie : quels sont nos leviers d'action individuels et collectifs, comment se positionne-t-on par rapport à cette incertitude profonde qui est associée par exemple à certaines réponses des écosystèmes, à la capacité du permafrost à stocker du carbone dans un climat qui se réchauffe, à la réponse des calottes de glace, à l'occurence d'événements extrêmes que

l'on n'a jamais connus, composites, simultanés, en cascade, qui peuvent, par exemple, toucher plusieurs greniers à blé en même temps et déstabiliser les marchés mondiaux de l'alimentation.

Tout cela en fait, nous amène scientifiquement à essayer d'imaginer 2050 avec l'enjeu de construire des connaissances qui soient les plus robustes possibles, d'avoir des mécanismes collectifs pour digérer les progrès des connaissances, les transmettre. Comment tirer parti de ce que l'on vit aujourd'hui avec les événements extrêmes et les situations nouvelles qui finalement nous donnent un avant-goût de ce que sera un climat plus chaud ?

Et ces réflexions là, je les ai retrouvées dans les nouvelles. J'ai retrouvé des réflexions sur des formes de deuil. On peut avoir la nostalgie de l'arrêt d'une pratique, comme dans ma région natale en Lorraine, la nostalgie des mines de charbon. On peut aussi avoir ce sentiment de deuil qu'on appelle la « solastalgie » engendrée par la perte d'écosystème, de milieux naturels, de paysages dans lesquels on a grandi et auxquels on tient, qu'on aurait envie de protéger et transmettre, mais qui vont inévitablement être altérés, soit par le climat qui change, soit par les changements d'utilisation des terres ou par des infrastructures d'aménagement locales. Tous ces aspects se retrouvent dans ces nouvelles passionnantes qui portent un regard humain, un regard personnel, avec des récits de vie qui se projettent sur 2050, avec tout le registre des émotions et des actions, mais aussi, avec celui du sarcasme, de l'ironie, de l'humour, avec tous ces clins d'œil par rapport à

ce que l'on fait ou ce que l'on ne fait pas aujourd'hui. Se projeter en 2050 est un outil extrêmement puissant d'aide à la prise de décision. J'ai utilisé ce moyen lors d'une audition parlementaire lorsque je présentais le rapport du Groupe I du GIEC. J'ai dit « mais moi, je vis en 2050 (enfin c'est difficile), je me promène, je projette sur les lieux où je vais, les villes, les milieux naturels, les glaciers, ou le littoral, ce que l'on sait des conséquences à venir » .Mais pour beaucoup de personnes, cette réflexion est absente, et donc la question est en fait : comment peut-on jouer dans d'autres contextes, même sérieux, le rôle de nos descendants, s'imaginer nous mettre à la place de nos enfants, de nos petits-enfants en 2050 et débattre et construire des visions qui soient partagées, qui donnent sens et qui peuvent permettre aussi de dépasser les barrières. les postures actuelles ? Je l'ai déjà entendu faire notamment dans des villes au Japon où des élus on joué le rôle de leurs descendants pour construire une vision partagée d'une approche plus soutenable de la prise de décision à l'échelle de la ville.

En conclusion, les nouvelles qui ont été reçues dans le cadre de ce concours, celles qui sont récompensées aujourd'hui, peuvent contribuer à aider à s'approprier ces enjeux de l'évolution future du climat de 2050, à réfléchir aux transformations à venir, aux choix de société à faire, d'une manière que ne le font pas les informations factuelles, rigoureuses évaluées dans les rapports du GIEC.

Merci de votre attention.





a remise des prix, effectuée par les membres du jury, a constitué le moment culminant de la soirée en permettant des échanges entre les membres du jury et les lauréats, sélectionnés pour leurs nouvelles exceptionnelles au concours "Imaginez 2050".

Chaque lauréat a reçu, en plus du diplôme, un baromètre à eau dit de

Goethe, clin d'œil à la sobriété, et est devenu propriétaire d'un jeune arbre (érable, tilleul ou merisier) planté par la société ECOTREE.

Le grand prix du Jury a reçu, quant à lui un magnifique trophée en bronze symbolisant la Terre et l'arbre. (photo 3).

Le prix « ADO » a été remis par la PDG de Météo-France (photo 4), tandis que Valérie Masson-Delmotte, la marraine du concours, remettait le Grand Prix du Jury à François Jobard (dont la nouvelle a été publiée dans la revue **arc en ciel** numéro 201, photo 5).

Les autres prix ont été remis par Jean-Jacques Vichery pour le Prix de la Science (photo 6), Christine Dreveton et Serge Taboulot pour le Prix de l'humour (photo 7), Michèle Gaubert et Baptiste Salmon (photo 8), pour le Prix de l'imaginaire.

La cérémonie s'est terminée par un pot de l'amitié qui a permis de prolonger les discussions entre les auteurs, les membres du jury et les spectateurs.

Bien que l'organisation ait été relativement chronophage, ce premier concours de nouvelles a apporté un plaisir de lecture de nouvelles, toutes de bonne facture et un plaisir d'échanges entre des membres du jury d'horizons très divers.

Cette cérémonie restera gravée dans les annales de l'AAM comme un témoignage de l'engagement de l'AAM à innover. Devant ce succès, rendez-vous est d'ores et déjà pris pour une deuxième édition en 2025 : à vos plumes pour nous suggérer un nouveau thème!

Vous pouvez retrouver sur le site de l'AAM le recueil des 13 nouvelles sélectionnées, les 49 nouvelles reçues, ainsi que la vidéo complète de la cérémonie.











<sup>3 :</sup> La Terre et l'arbre

<sup>4 :</sup> Virginie Schwarz (PDG de Météo-France) et les 2 lauréats du Prix des Ados (Maureen Cordovent et Milena Neuman)

S : Valérie Masson-Delmotte et François Jobard, lauréat du Grand prix du Jury

<sup>6 :</sup> Jean-Jacques Vichery et Constantin Ardilouze, lauréat du Prix de la Sciences

<sup>7:</sup> Jacques Siméon (au centre) Prix de l' humour, entouré de Christine Dreveton et Serge Taboulot.

<sup>8 :</sup> Michèle Gaubert (à gauche), Baptiste Salmon et Alix de Cazotte l'une des 2 lauréates du Prix de l'imaginaire.

#### Un nouveau membre

#### au Conseil d'Administration de l'AAM

La rédaction

sabelle Donet est née en 1961 au Havre, elle vit ses premières années (de 1961 à 1966) en Normandie avant de rejoindre le Nord à Somain puis Lille où elle suit ses études au lycée Faidherbe jusqu'à son entrée à Météo-France en 1980. Elle rejoint alors l'Ecole Nationale de la Météorologie (ENM) pour ses deux dernières années sur le site de Bois d'Arcy. Elle y devient d'ailleurs présidente des élèves et organise la fête de départ de l'ENM du fort de Saint-Cyr en juin 1982. Pour sa troisième année de formation, elle rejoint le laboratoire d'écothermique solaire du Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) à Sophia-Antipolis pendant un an.

Après avoir intégré le corps des Ingénieurs des Travaux de la Météorologie (ITM), elle occupe successivement le poste d'adjoint au chef de la station météo de la base aérienne de Cambrai-Epinoy où

elle assure les prévisions pour l'escadre de chasse de 1983 à 1985, puis un poste d'ingénieur d'études mise à disposition de la Cellule d'Environnement de la Marine (Celenv) sur le site de l'Alma de 1985 à 1988 pour y développer des outils adaptés aux activités opérationnelles de la Marine Nationale.

En août 1988, elle part en détachement auprès du Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) pour aller travailler au Centre Spatial Guyanais (CSG) à Kourou pour les lancements Ariane 3 et 4, où elle sera adjointe météo puis chef de la station météorologique du CSG à compter de 1990. Elle y assure les prévisions météorologiques pour toutes les activités le nécessitant sur un tel site Seveso (transfert ou essai Etage d'Accélération à Poudre, transfert satellite ou lanceur, brûlages ...) ainsi que pour la chronologie finale de lancement jusqu'au dernier exposé à H0 – 10 minutes où les différents critères météo sont prévus ... et peuvent amener à passer un "rouge météo" et interrompre le décompte final voire reporter le lancement. En parallèle, elle instruit et prépare le renouvellement technique des équipe - ments nécessaires à la réalisation des prévisions sur le site de Kourou . Après un premier séjour passionSuite au renouvellement statutaire du tiers des membres du conseil d'administration de l'AAM lors de l'assemblée générale de septembre 2022 à Mézières-en-Brenne (Berry), 5 administrateurs sortants ont été réélus\* et un nouvelle administratrice a été élue. En l'occurrence, il s'agit de Isabelle Donet qui participera également aux comités "Jeunes" et "communication" de l'AAM..

Vous trouverez ci-après, en quelques lignes, son curriculum vitae.

nant jusqu'en 1995, quand le CNES lui propose de revenir en 2000, elle repart avec enthousiasme pour cinq années supplémentaires sur la base spatiale et assister alors aux lancements Ariane 5.

Entre ces deux séjours guyanais, elle prend un poste d'ingénieur d'études à la subdivision d'Agrométéorologie à Toulouse où elle développe des outils à façon pour le monde de l'Agriculture, comme le système ISOP sur la production fourragère, en collaboration avec l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA) et le Service Central d'Enquêtes et d'Etudes Statistiques (SCEES).

Elle passe avec succès la liste d'aptitude du corps des Ingénieurs des ponts, des eaux et Forêts (IPEF)

à la fin de son second détachement et, de retour à Météo-France, va prendre successivement différents postes d'encadrement dans des domaines variés à Toulouse ou Bordeaux: chef de la division Management des Systèmes d'Information de 2005 à 2011 où elle instruit le projet de l'informatique dans les futurs Centres Météorologiques Territoriaux (CMT), chef du dépar-

tement d'études et consultance de 2011 à 2016 pour répondre aux besoins d'expertise des clients grands comptes de Météo-France, Directrice Interrégionale Sud-ouest de 2016 à 2020 pour y piloter à la fois l'activité opérationnelle (vigilance, feux de forêts, nivologie) mais également la réorganisation territoriale avec la préparation de la fermeture des derniers centres territoriaux et l'accompagnement à la reconversion des agents concernés.

Elle termine sa carrière à Météo-France comme Directrice des Systèmes d'Observation (DSO) de 2020 à 2022 où elle accompagne la mise en place de la réorganisation qui rattache l'ensemble des pôles d'observation métropolitains à la direction météorologique des métiers et met en œuvre les instances de dialogue social spécifiques à l'observation.

Elle adhère à l'AAM fin 2022. 🌈

<sup>\*</sup> Pour mémoire : Jean-Louis Champeaux, Joël Hoffman, Reine Margueritte, Marc Murati et SergeTaboulot que nous vous avons présentés dans **arc en ciel** lors de l'élection à leur premier mandat du conseil d'administration.



# Remise du Prix AAM Patrick Brochet à Léa Corneille\*

Jean Pailleux

e prix est important pour l'AAM car il permet de maintenir les liens entre les générations de météorologistes et d'assurer entre elles une continuité de connaissances et de techniques. Il est attribué par un jury de l'AAM (actuellement constitué de 9 membres), à partir des articles rédigés par les candidats, sur des critères prenant en compte les qualités de vulgarisation, d'originalité, de style et de présentation.

Au cours de l'automne 2023, le jury, présidé par Jean Pailleux, a reçu et examiné 12 candidatures, toutes provenant d'ingénieurs sortis de l'ENM en 2023. Tous les articles résultaient du stage ENM effectué par les élèves en dernière année d'école. Le niveau général des articles a été jugé d'une très bonne qualité scientifique qui aurait permis d'attribuer le prix à la plupart des candidats. L'aspect vulgarisation a été jugé plus variable d'un candidat à l'autre. Le jury a finalement désigné Léa Corneille lauréate, pour son travail intitulé « Évaluation du modèle climatique AROME couplé au modèle urbain TEB sur la région parisienne : entre dynamiques urbaines et impacts climatiques. », travail dont un résumé est fourni ci-dessous :

L'Île-de-France a connu de multiples évolutions au cours des dernières décennies. Les villes se sont étendues et ces transformations du territoire ne sont pas représentées par le modèle de climat régional à haute résolution AROME. De plus, la région parisienne est fortement exposée aux aléas météorologiques, en particulier les fortes chaleurs.

Cette étude s'intéresse à la sensibilité du modèle AROME à l'occupation du sol et à la vulnérabilité Depuis une trentaine d'années, l'Association des Anciens de la Météorologie (AAM, site internet http://www.anciensmeteos.info/) remet chaque année le prix AAM Patrick Brochet (du nom de son créateur qui a été président de l'AAM de 1987 à 1998), actuellement d'un montant de 1 500 € à un élève diplômé de l'Ecole Nationale de la Météorologie (ENM), sur la base d'un travail effectué au cours de sa scolarité.



1 : Léa Corneille avec, à droite sur la photo, Jean-Louis Champeaux, président de l'AAM et, à gauche, Jean Pailleux, président du jury du prix AAM Patrick Brochet. 2 : exposé de Léa Corneille dans l'amphithéâtre de la Météopole lors d'une session des AMA dédiée à la météorologie urbaine.

Crédit photos : Joël Hoffman

des territoires aux aléas. La comparaison de deux simulations, l'une basée sur la carte d'occupation des sols par défaut datée de 1992 et l'autre actualisée avec des données de 2018, montre une accentuation des biais en température avec les données de surface plus récentes. Les populations logées en hypercentre et dans l'agglomération de Paris sont les plus touchées par les fortes températures et leurs impacts.

Le prix AAM Patrick Brochet a été remis à Léa Corneille à l'occasion de l'atelier de modélisation de l'atmosphère (AMA), organisé par le Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM), le mercredi 17 janvier 2024, dans l'amphithéâtre de la Météopole toulousaine.

Cette cérémonie s'insérait parfaitement dans une session des AMA dédiée à la météorologie urbaine. Le prix a été remis à Léa Corneille par Jean-Louis Champeaux, président de l'AAM, et Jean Pailleux, président du Jury (photo 1). Puis, la lauréate a présenté son travail dans un exposé de 20 minutes (même durée que pour les autres exposés de la session) à l'ensemble des participants présents dans l'amphithéâtre (photo 2). L'audience comprenait surtout des chercheurs en modélisation du climat, en particulier en modélisation de la ville.

Léa Corneille poursuit ses travaux dans le cadre d'une thèse portant sur le même thème dans l'équipe VILLE du CNRM, à Toulouse. L'AAM renouvelle ses félicitations à Léa Corneille et remercie Météo-France, plus particulièrement le CNRM et les organisateurs des AMA, pour l'aide apportée à cette remise de orix.

\*un article de Léa Corneille présentant son mémoire sera publié dans le prochain **arc en ciel** (N° 203)

#### Actualité météo

#### Rubrique préparée par

Françoise Tardieu

#### Les momies nous renseignent sur le climat passé



Dans la période de l'Egypte romaine (entre -30 av.J.C. et 330 ap.J.C.), les corps étaient embaumés et, pour les identifier, on déposait, sur la momie, une plaquette de bois gravée. Ces plaquettes sont surnommées "pierres de Rosette climatiques" par les dendro-chronologues qui exploitent un phénomène bien connu. En effet, les cernes de croissance des arbres auxquels ont appartenu ces pièces de bois correspondent chacun à une année et, alors qu'une année faste au cours de laquelle l'arbre a poussé vite, correspond à un cerne large, on ne repère que de petits espacements entre les cernes d'années de sécheresse. Dans un article publié dans la revue International Journal of Wood Culture, François Blondel, archéologue à l'Université de Genève et membre de l'Institut des sciences de l'environnement. présente une étude portant sur plus de 300 étiquettes permettant d'affiner nos connaissances sur le climat de cette période.

D'après Université de Genève Avril 2023

#### Les incendies libèrent du CO,, mais la nature est réactive.

Le réchauffement climatique induit une augmentation de la fréquence et de l'intensité des feux de forêts d'origine naturelle et ces combustions, non seulement viennent augmenter la production de CO<sub>2</sub> générée par les activités humaines, mais aussi libèrent le carbone retenu par ces végétaux.

Si la forêt boréale est composée d'essences stockant du carbone sur le long terme, la savane ne comporte, elle, que des herbes renouvelées chaque année. En conséquence, la surface globale mondiale brûlée ne varie pas significativement, mais sa répartition évolue vers le nord de la planète : la contribution des forêts septentrionales aux émissions mondiales liées aux incendies est ainsi passée, de 10 % jusqu'alors, à 23 % en 2021.

Toutefois, un tel constat mérite de prendre un peu de recul. Premier point, sur un espace donné, un incendie ne tue pas tous les arbres, tels les résineux les plus hauts, dits "pyrophytes",

dont le feu n'a brûlé que les branches intermédiaires sans atteindre la cime. Second point, la nature est réactive. Il ne faut pas négliger la repousse de la végétation, comme cela se passe pour la savane. Plus au nord, si les touffes qui composent l'autre catégorie de résineux, les "pyrophiles", vont entièrement brûler, elles vont aussi libérer leurs graines qui pourront pousser, sans concurrence, sur un sol de cendres garni de nutriments... C'est ainsi que l'on constate sur les 1 000 ha brûlés en Gironde en 2022, que, 60 % de pins sont encore vivants et 40 % ont pu être vendus pour la menuiserie (dans nos meubles, le carbone reste stocké) ou le papier, gros consommateur de bois. Un constat à nuancer toutefois car les arbres rescapés sont affaiblis et plus sujets à une éventuelle attaque de scolytes.

D'après Sciences et Avenir La Recherche – Novembre 2023



Répartition géographique des origines des incendies de fôrets dans le monde

#### Des mouches fabriquent des molécules capables de gérer les apports en eau



FRANCISCO JAVIER TORRENT ANDRES/BIOSPHOTO

#### Le traitement des déchets peut produire de l'électricité au lieu d'en consommer

« Au lieu d'injecter de l'énergie dans le système pour traiter les déchets organiques, nous produisons de l'électricité tout en traitant les déchets organiques, faisant ainsi d'une pierre deux coups », affirme A. Boghossian, professeure de l'École polytechnique de Lausanne (Suisse). Si on sait que des microbes exotiques produisent naturellement de l'électricité. ils ne peuvent le faire qu'en présence de produits chimiques spécifiques. A contrario, il est possible d'améliorer la capacité de la bactérie E. coli, très présente sur terre et, en particulier, dans les déchets et les eaux usées, à produire de l'électricité, cela au moyen d'un processus appelé transfert

extracellulaire d'électrons (EET). Au laboratoire de l'EPFL. la bactérie E. coli est modifiée par l'intégration de composants de la bactérie Shewanella oneidensis MR-1 connue pour son aptitude à produire de l'électricité. Ceci est rendu possible par la création réalisée par l'équipe d'une voie de communication entre les membranes de leurs cellules respectives. La bactérie E. coli devient alors capable de produire de l'électricité tout en métabolisant divers substrats organiques.

Un tel dispositif serait envisageable à grande échelle.

D'après École Polytechnique féminine de Lausanne – Septembre 2023 Actuellement, les asticots riches en protéines de la mouche Hermetia illucens sont utilisés pour la nourriture animale. Ce n'est pas sans compter sur le corps de cette mouche qui est composé de chitine. Karen Wooley et son équipe (Université A&M du Texas) ont mis au point un procédé permettant d'extraire, des cadavres de ces diptères. ce polymère de la famille des glucides, puis de le purifier. Décomposée en ses constituants élémentaires, la chitine pourrait servir à produire des plastiques biodégradables, polycarbonates et polyuréthanes, sans recourir à la pétrochimie. Et, ses chaînes moléculaires s'imbriquant et formant finalement un hydrogel insoluble dans l'eau. la chitine est capable d'absorber 47 fois son poids en eau en seulement une minute.

On peut alors envisager de l'utiliser en tant qu'hydrogel super-absorbant : une voie très intéressante pour l'agriculture pour piéger l'eau en cas d'inondations et la relâcher en période de sécheresse.

D'après Sciences et Avenir La Recherche – Août 2023



M. Mouhib et M. Reggente - 2023 EPFL/Jamani Caillet

#### Comme le pôle Nord, le pôle Sud se réchauffe plus vite que le reste du globe.

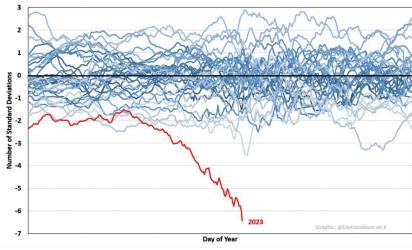
On savait déjà que le réchauffement du Pôle Nord est 3 à 4 fois plus rapide que sur le reste du globe. Pour le pôle Sud, l'incertitude est désormais levée par une étude publiée dans Nature Climate Change. L'examen de 78 carottes de glace, prélevées en différents points de cette immense région par des chercheurs du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE), a montré que l'Antarctique se réchauffe deux fois plus vite que le reste du monde.

Jusqu'à présent, les seules données issues du petit nombre de stations météos, en outre situées majoritairement sur les côtes, ne renseignaient que sur les 50 années passées. Ces prélèvements ont permis d'obtenir des informations sur les variations de température au cours des mille dernières

années et dans sept régions de l'Antarctique. Il en ressort que les températures ont dernièrement augmenté de 0.22 à 0,32 °C par décennie dans l'Antarctique, contre l'estimation d'environ 0,18 °C selon les modèles du climat. À noter. en parallèle, que 2023 se caractérise par le record absolu de fonte de glace en Antarctique, ce qui contribue à créer une forte inquiétude au sujet de l'élévation à venir du niveau des mers. Par ailleurs, ce même service, Nature Climate Change a constaté, depuis le mois d'avril, une élévation remarquable de la température moyenne de surface des océans, passant la barre symbolique de

D'après Université de Genève Avril 2023

#### Daily Standard Deviation for Antarctic Sea Ice Extent: 1989 - 2023 Based on 1991-2020 Daily Mean [Data: https://ads.nipr.ac.jp/vishoo/#/extent]



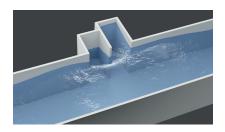
Courbe de l'écart à l'étendue moyenne journalière de glace de mer depuis 1991. Chaque ligne représente une année, les plus récentes en bleu clair, 2023 en rouge.

# Physique et Géométrie collaborent pour protéger nos côtes de l'érosion marine

Une étude publiée récemment dans Physical Review Letters par une équipe internationale de chercheurs s'appuie sur des principes de physique fondamentale pour tenter de s'opposer aux vagues qui attaquent de plus en plus nos littoraux et même, peut-être, d'aider à concevoir des habitats flottants résistants.

L'image virtuelle ci-contre présente un guide d'ondes orientant les vagues d'eau vers deux cavités, de formes et dimensions très spécifiques, placées perpendiculairement aux vagues, sur la côte. Ce dispositif provoque la formation d'ondes secondaires qui annulent les ondes réfléchies et transmises, dissipant ainsi l'énergie des vagues. Ce sont la géométrie particulière de ces deux cavités, leur positionnement précis et leur combinaison qui permettent de rendre la surface de l'eau remarquablement calme. La lutte contre les phénomènes météorologiques extrêmes, protection des côtes contre les assauts croissants de la mer et la montée des eaux, la protection des bateaux au mouillage, figurent parmi les applications concrètes de ce procédé. Les expériences menées à ce jour n'ont cependant porté que sur des vagues unidirectionnelles, mais l'équipe de recherche envisage de travailler sur des vagues plus irrégulières.

D'après Techno- Science et Physical Review Letters Décembre 2023



#### Colloque

# Intelligence artificielle & MÉTÉO

Jean-Louis Champeaux









Le 23 novembre 2023, plus de 250 participants, en présentiel et en distanciel, ont assisté dans le centre de conférences de Météo-France Toulouse à la table ronde organisée conjointement par I'AAM et I'ENM Alumni\* sur le thème : « Quand l'Intelligence Artificielle (IA) s'attaque aux prévisions météo : Évolution ou révolution?» (Photo 1)

es experts en pointe sur le sujet étaient réunis pour participer à cette table

- Matthieu Chevallier, Directeur de l'évaluation au service de prévision du European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (photo 2),
- Rémi Lam, Staff Research scientist chez Google DeepMind (photo 2),
- Daniele Nerini, chercheur à la division du développement de la prévision à l'Office fédéral de météorologie et de climatologie MétéoSuisse (photo 2),
- Marc Pontaud, directeur de l'enseignement supérieur et de la recherche à Météo-France (photo 3),
- Laure Raynaud, chercheuse au Centre National de Recherches Météorologiques de Météo-France (photo 4)
- Théo Tournier, Data Scientist au LablA de Météo-France (photo 4).

Crédit photos : Joël Hoffman

<sup>\*</sup> Association des anciens élèves de l'Ecole Nationale de la Météorologie

<sup>1 :</sup> Aurélie Tillet, Jean-Louis Champeaux au pupitre 2 : En visio, Matthieu Chevalier, Rémi Lam,

Daniele Nerini

<sup>3:</sup> Marc Pontaud au pupitre

<sup>4 :</sup> de gauche à droite : Nelson Noumbissi (Animateur Alumni), Laure Raynaud,

Isabelle Donet (Animatrice AAM)

Les échanges ont été passionnants et de nombreuses questions ont été posées par le public. Vous trouverez ci-après deux articles écrits suite à ce colloque : un de Marc Pontaud et de Laure Raynaud, ainsi qu'un autre de

Jean Coiffier, participants de la table ronde, résumant l'état de l'art sur le sujet « IA et prévisions météorologiques ».

Vous pouvez voir ou revoir ce colloque sur la chaîne Youtube de l'AAM : https://youtu.be/Usa zC7V9K8

#### Intelligence artificielle et prévision météorologique

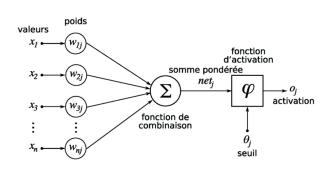
#### Marc Pontaud et Laure Raynaud du Centre National de Recherches Météorologiques de Météo-France

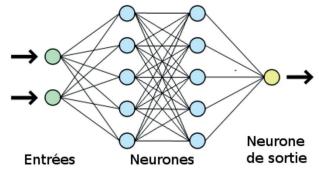
Depuis avril 2022, cinq grandes entreprises internationales ont annoncé successivement l'excellente capacité de l'intelligence artificielle à prévoir le temps à moyenne échéance, allant même jusqu'à montrer des scores supérieurs à ceux des prévisions réalisées par le CEPMMT (Centre Européen de Prévision Météorologique à Moyen Terme). Pour saisir la portée de ces résultats et les ouvertures qu'ils laissent entrevoir, il est important de revenir sur les bases qui sous-tendent les méthodes déployées, sur le détail des prévisions réalisées et sur la place de l'intelligence artificielle en météorologie.

L'intelligence artificielle désigne un vaste ensemble de techniques, notamment mathématiques et informatiques, dont l'objectif est de reproduire certains aspects de l'intelligence humaine (raisonnement, créativité, par exemple). Elle évolue par périodes successives, depuis 1940 jusqu'à aujourd'hui, se déclinant sous différentes formes. Aujourd'hui l'IA s'est immiscée dans notre vie quotidienne, que ce soit dans nos moteurs de recherche, dans nos agendas, dans les prises de photos de nos smartphones, dans nos itinéraires routiers, dans nos playlists musicales .... Mais l'IA est aussi présente dans les jeux, jusqu'à la victoire remarquable d'AlphaGo en 2015 (Silver et al, 2016), et également avec des succès majeurs aux côtés des médecins et chirurgiens pour les diagnostics les plus fins et les interventions les plus délicates, et encore dans la détermination des enroulements des protéines pour ouvrir la route à de nouveaux médicaments.

Derrière ces différentes applications de l'IA, plusieurs algorithmes sont mis en œuvre. Les méthodes parmi les plus utilisées et les plus performantes aujourd'hui relèvent de l'apprentissage profond (« deep learning »), et s'appuient sur des réseaux de neurones. L'élément de base est le neurone artificiel proposé dès 1943 (réf). Le neurone artificiel est une fonction mathématique simple qui vise à reproduire le fonctionnement du neurone biologique (figure 1). Recevant en entrée un certain nombre d'informations sous forme numérique, il associe à chaque nombre en entrée un poids en fonction de son importance relative sur la sortie. La valeur de sortie du neurone est alors obtenue en appliquant une fonction d'activation à la somme pondérée des valeurs d'entrée. Plusieurs fonctions d'activation sont utilisées en pratique, parmi lesquelles la fonction 'marche', la sigmoïde ou encore l'unité de rectification linéaire (ReLu).

Pour représenter des connexions complexes entre les entrées et les sorties, les « réseaux de neurones » ont ensuite été développés. Il s'agit d'un ensemble de neurones artificiels organisés en différentes couches : la couche d'entrées et la couche de sorties, comme dans le cas du neurone simple, et des couches cachées (voir figure 2). Les couches cachées constituent le cœur du réseau, chaque couche est constituée de plusieurs neurones connectés à ceux de la couche précédente, la transmission de l'information se faisant 'en avant'. Plus il y a de couches cachées plus le réseau est profond et plus les relations entre les entrées et les sorties sont com-





plexes. Le nombre de couches cachées et le nombre de neurones par couche dépendent du problème à résoudre et des capacités de calcul notamment.

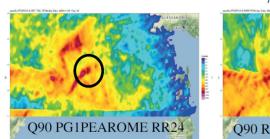
Une fois l'architecture du réseau de neurones choisie, l'enjeu est de calculer la valeur optimale des poids associés aux neurones qui le constituent. Cette étape est appelée l'apprentissage ou l'entraînement. L'apprentissage est un processus itératif, qui consiste à minimiser une fonction coût telle que l'écart entre la sortie du réseau et la valeur de sortie attendue. Fort d'un jeu de données d'entrée et de la valeur de sortie attendue, l'algorithme d'entraînement ajuste les poids pour trouver le minimum de la fonction. Plusieurs itérations sur l'intégralité du jeu de données sont effectuées, soit jusqu'à ce que l'algorithme converge soit jusqu'à atteindre un nombre d'itérations fixé. L'apprentissage peut être long et coûteux mais une fois le réseau entraîné (c'est-àdire les poids optimaux calculés) il peut être utilisé en 'inférence' à un coût très faible. (Sur la méthode d'apprentissage -la rétro-propagation- voir l'article de Jean Coiffier, 2023 -dans ce même numéro-).

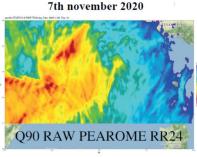
Les neurones puis réseaux de neurones formels ont été proposés dès les années 1940, mais ont été relativement peu exploités avant les années 2000. L'essor de l'apprentissage profond dans les années 2000 a été rendu possible par deux nouveaux éléments. Le premier est l'avènement des processeurs graphiques (GPU), processeurs à bas coût, peu énergivores et capables d'effectuer d'énormes quantités de calcul. Cela a rendu réalisable la phase d'apprentissage avec la méthode de rétro-propagation de gradient. Le second est la mise à disposition de très grandes bases de données, plus ou moins structurées, permettant de contraindre de manière optimale la valeur de chacun des innombrables poids du réseau neuronal. Sont alors apparus différents types d'architectures neuronales, la plupart en accès libres dans diverses librairies de logiciels, comme les CNN (Convolutive Neuronal Network), les GNN (Graph Neuronal Network) ou encore les Vision Transformers, chacun de ces réseaux ayant des propriétés spécifiques.

L'utilisation de l'IA en hydro-météorologie n'est pas nouvelle. Dès les années 1990, les techniques d'intelligence artificielle ont permis des développements novateurs dans le post-traitement statistique des prévisions météorologiques. Diverses applications ont ainsi été développées, notamment à Météo-France, sur les observations et les différents types de prévision. Par exemple, le traitement par *forêts aléatoires* (un algorithme d'IA basé sur des arbres de décision) des prévisions de pluies extrêmes permet de les corriger pour se rapprocher des valeurs observées (figure 3).

Ce n'est que récemment que l'intelligence artificielle s'est invitée dans le monde de la modélisation atmosphérique. C'est en particulier la capacité de l'IA à apprendre des relations complexes et à opérer très rapidement dans sa phase d'inférence qui a motivé l'utilisation de ces approches pour améliorer les modèles de prévision et réduire leur coût de calcul. Les premières tentatives ont plutôt visé à construire des systèmes de prévision « hybrides », en combinant la modélisation physique classique et l'IA. Il s'agit par exemple de remplacer les éléments les plus coûteux ou les moins bien représentés d'un modèle physique, telles que les paramétrisations physiques, par un algorithme d'IA. D'autres travaux se sont penchés sur la possibilité d'exploiter l'IA pour améliorer a posteriori certaines caractéristiques des prévisions, et in fine leur qualité, à moindre coût. Des réseaux de neurones ont ainsi été développés pour effectuer une descente d'échelle statistique des prévisions et pour augmenter significativement le nombre de membres des prévisions d'ensemble. En revanche, jusqu'à aujourd'hui, aucun service météorologique n'avait entrepris de substituer intégralement un modèle de prévision météorologique par un système basé sur de l'intelligence artificielle Le travail précurseur de Dueben et Bauer en 2018 avait jeté les bases d'une prévision purement statistique, mais concluait avec de sérieuses réserves sur sa capacité à rivaliser un jour avec la prévision physique. Cinq ans plus tard, les progrès ont été bien plus rapides qu'attendus, et une partie de ces doutes est levée ...

Ce sont des grandes entreprises internationales (Nvidia, Huawei, DeepMind, Microsoft) et un groupement IA chinois, qui se sont lancés dans cet exercice avec leurs moyens spécifiques et ont communiqué successivement leurs résultats de-





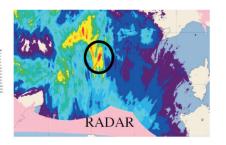


Figure 3 : enrichissement des prévisions de pluies extrêmes (Q90) par forêts aléatoires et distribution de Paréto appliquées aux prévisons d'ensemble AROME (Météo-France).

puis début 2022 (voir Lguensat, 2023). Ces entreprises ont produit des prévisions météorologiques mondiales et annoncé des scores de très bonne qualité, même supérieurs à ceux des prévisions du CEPMMT. L'illustration souvent mise en avant (figure 4) montre la trajectoire d'un cyclone bien mieux prévue par le système de Huawei que par celui du CEPMMT.

Ces travaux exploitent des architectures neuronales complexes, basées principalement sur les Vision Transformers, sauf dans le cas de Deepmind qui utilise une représentation à base de *Graphe*. Mais dans toutes ces expériences, la base d'apprentissage est la même, la ré-analyse ERA5 (Hersbach et al, 2020). Cette base de données en accès libre, réalisée par le CEPMMT et supportée par le programme européen Copernicus, est la re-construction de l'état de l'atmosphère depuis 1940 jusqu'à aujourd'hui, heure par heure, à une résolution horizontale de 30 km et sur 37 niveaux verticaux jusqu'à 80 km d'altitude. La ré-analyse ERA5 est une formidable source d'information sur notre système Terre et permet notamment de suivre l'évolution du climat, même si sa résolution spatiale, tant horizontale que verticale, est loin des standards des modèles de prévision en opération, qui atteignent aujourd'hui des résolutions globales inférieures à 10km et régionalement des résolutions kilométriques, voire hectométriques.

Ces démonstrateurs offrent une représentation encore très partielle de l'atmosphère, avec un nombre limité de variables et de niveaux prévus, une résolution spatiale loin de l'état de l'art, et des cohérences physiques imparfaites, mais une nouvelle étape est franchie dans la démonstration de leur potentiel. L'exemple récent de la prévision de la tempête CIA-RAN, montre que tous les modèles de prévision basés sur l'IA arrivent à prévoir assez bien l'arrivée de la tempête sur les côtes françaises avec un creusement important, bien que moindre que dans la réalité. En revanche, tous ratent la prévision de l'élément déterminant, le jet de vent de basse couche, alors que tous les modèles physiques voient ce phénomène déjà quelques jours à l'avance. Et c'est cette information spécifique qui permettra d'informer les services de l'Etat avec une anticipation de plusieurs jours et de mettre en « vigilance rouge » les territoires concernés la veille de l'évènement.

Il faut aussi préciser que les prévisions, qu'elles soient réalisées par des modèles physiques ou par des modèles basés sur l'apprentissage, nécessitent toujours de connaître l'état de l'atmosphère à l'instant initial. La production de ces conditions initiales consiste à recevoir en temps réel des observations, inégalement réparties sur le globe, mais aussi et surtout, d'opérer d'une manière particulière le modèle physique pour valoriser ces observations et remplir complètement la grille mondiale. Actuellement, les prévisions faites par les modèles basés sur l'ap-

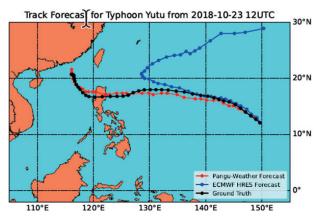


Figure 4

prentissage, prennent donc leurs conditions initiales à partir d'un processus reposant sur des modèles mondiaux physiques. Également c'est ce même processus basé sur les modèles physiques qui permet de construire les ré-analyses atmosphériques, c'està-dire les bases de données essentielles à la phase d'apprentissage des modèles de prévision par IA.

Malgré ces faiblesses bien identifiées, la démonstration est faite qu'il est possible de prévoir une partie des paramètres météorologiques, avec une certaine qualité, et dans des temps très courts. Les temps de production sont de quelques secondes ou minutes, des temps de production bien inférieurs à ceux des modèles de prévision physiques qui se comptent en dizaines de minutes, voire plus. Il demeure qu'en amont, il faut disposer de la capacité à réaliser la phase d'apprentissage qui, elle, peut prendre des temps longs, qui se comptent en semaines ou mois, mais qui sont hors du chemin critique de la production des prévisions en temps réel.

Au vu de ces résultats communiqués par ces grandes entreprises internationales, les services météorologiques, notamment européens, se sont mobilisés pour développer des systèmes de prévision entièrement basés sur l'apprentissage, mais avec l'objectif de se rapprocher de la finesse des modèles opérationnels actuels, c'est-à-dire, permettant de prévoir l'ensemble des variables, à la résolution spatio-temporelle ad-hoc, nécessaires aux prévisionnistes des services météorologiques. Pour cela, il faut certes s'approprier et adapter une architecture neuronale spécifique, mais également disposer d'une infrastructure informatique, tant pour le stockage que pour l'apprentissage, et surtout d'une base de données en accord avec ces objectifs. Ces développements sont en cours, en coordination au niveau des services météorologiques européens en lien avec le CEPMMT, EUMETNET et EUMETSAT. Au-delà du développement d'un propre modèle de prévision par apprentissage, les axes de travail en IA s'orientent également vers la résolution variable, la prévision d'ensemble, la descente d'échelle, le processus de création des conditions initiales, la valorisation des données connectées, ... et avec des points d'attention sur la cohérence des champs prévus et l'explicabilité des prévisions. C'est un nouveau pan de recherche qui s'ouvre devant les services météorologiques, mais qui ne doit pas faire perdre de vue la poursuite des travaux d'amélioration des modèles de prévision physiques. Il ne s'agit pas de remplacer l'un par l'autre, mais de mettre en sy-nergie ces deux approches.

#### Références

Dueben, P. D. and Bauer, P. (2018). Challenges and design choices for global weather and climate models based on machine learning. Geosci. Model Dev., 11, 3999-4009, https://doi.org/10.5194/gmd-11-3999-2018, 2018. Brochet, C., Raynaud, L., Thome, N., Plu, M. and Rambour, C. (2023). Multivariate Emulation of Kilometer.Scale Numerical Weather Predictions with Generative Adversarial Networks: A Proof of Concept. Artif. Intell. Earth Syst.. 2, 230006, https://doi. org/10.1175/AIES-D-23-0006.1 Coiffier, J., (2023). L'intelligence artificielle au service de la mé - téorologie ? *arc en ciel,* 202 pp. 36-40. Hersbach, H. et al. (2020). The ERA5 global reanalysis, Quart. J. Roy. Met. Soc., Vol.146, Issue730, pp. 1999-2049. Lguensat R. (2023), Les nouveaux modèles de prévision météorologique basés sur l'inltelligence artificielle : opportunité ou menace ? La Météorologie n°121, mai 2023, pp 11-15 McCulloch, W. S., and Pitts, W. (1943). A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin of Mathematical Biophysics, 5,115–133 Silver, D., Huang A., Maddison C., Guez, A., Sifre L., van den Driessche, G., Schrittwieser, J., Antonoglou, I., Panneershelvam V., Lanctot, M., Dieleman, S., Grewe. D., Nham. J., Kalchbrenner N., Sutskever I., Lillicrap, T., Leach, M., Kavukcuoglu, K., Grae - pel, T., and Hassabis, D. (2016). Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, Nature, vol. 529, no 7587, 28 january 2016, pp. 484-489 (DOI 10.

#### L'intelligence artificielle au service de la météorologie ?

Jean Coiffier (13/01/2024)

#### Introduction

En novembre 2023 l'Association des Anciens de la Météorologie et l'association des anciens élèves de l'ENM (ENM-Alumni), organisaient une table ronde afin de faire le point sur les applications de l'Intelligence Artificielle (IA) pour la prévision météorologique. Parmi les intervenants, on notait la présence de Rémi Lam, qui, avec ses collaborateurs, a publié dans la revue Science un article important (Lam et al., 2023) sur l'utilisation d'un système d'apprentissage profond (deep learning). Entraîné à partir des analyses a posteriori (ré-analyses) réalisées au Centre Européen de Prévision (CEP), il est capable de prévoir en très peu de temps des prévisions jusqu'à 10 jours d'échéance dont la qualité n'a rien à envier au modèle de prévision haute résolution du CEP. C'est dire l'intérêt que les scientifiques de la météorologie et du climat portent aux techniques d'intelligence artificielle, qui se répandent également de plus en plus dans notre vie quotidienne (Le Cun, 2019).

Dans son dernier numéro de sa Newsletter de l'année 2023, Florence Rabier, Directrice Générale du CEP, expliquait dans son éditorial que celui-ci avait décidé de s'intéresser de près aux possibilités offertes par les méthodes de l'intelligence artificielle pour la prévision météorologique en lançant le projet AIFS (Système de prévision par intelligence artificielle). Actuellement le CEP fournit sur son site des prévisions météorologiques réalisées par diverses

compagnies privées (Google DeepMind, Huawei, Nvidia) au moyen de l'intelligence artificielle. À Météo-France, a été créé le LabIA grâce au Fonds de transformation de l'action publique. Ce laboratoire accueille, pour des durées de 3 ans, des spécialistes des données travaillant en collaboration avec des météorologistes sur plusieurs sujets comme la prévision immédiate ou la détection des risques. De plus, Météo-France a conçu une formation d'initiation à l'apprentissage profond qui est disponible en libre accès sur Internet.

#### L'intelligence artificielle, une vieille histoire

Il paraît donc important d'expliquer en quoi consiste l'intelligence artificielle et, plus particulièrement, les méthodes dites d'apprentissage profond utilisées pour effectuer des prévisions météorologiques.

Les méthodes d'apprentissage appliquées à la prévision météorologique ne sont pas en elles-mêmes des nouveautés. Dès les années 1960, des météorologistes et des hydrologues ont utilisé des méthodes statistiques pour faire des prévisions, en particulier pour les précipitations (Duband, 1970), ou pour corriger des prévisions fournies par les modèles numériques. À Météo-France, dans les années 1970, nombreux sont ceux qui se sont initiés à ces techniques d'apprentissage automatique en suivant les cours et conférences données avec passion par le regretté Guy-Der Mégréditchian (1992, 1993), trop tôt disparu.

#### La régression linéaire

On suppose qu'une quantité à prévoir  $Y_P$  peut être exprimée comme une somme pondérée de divers prédicteurs  $X_1, X_2, \ldots, X_N$ , multipliés respectivement par les poids  $w_1, w_2, \ldots, w_N$  et se mettant donc sous la forme la forme :

$$Y_P = W_0 + W_1 X_1 + W_2 X_2 + ... + W_K X_K$$

expression linéaire de  $Y_p$  en fonction des  $X_k$ , justifiant le qualificatif de la méthode (figure 1).

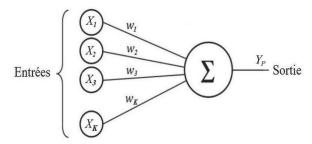


Figure 1. Schéma de la régression.

Bien entendu, les prédicteurs ne sont pas choisis au hasard et il existe diverses méthodes pour sélectionner les meilleurs au sens statistique du terme. L'apprentissage consiste alors à utiliser un grand ensemble de données du passé pour lesquelles on connaît la valeur des prédicteurs  $X_i$  et la valeur correspondante de la quantité réellement observée  $Y_o$ . À partir de cet ensemble, appelé fichier d'apprentissage, il s'agit alors de déterminer quelles doivent être les valeurs des poids pour que l'estimation soit la meilleure possible. On cherche alors à minimiser l'écart quadratique moyen entre les valeurs prévues  $Y_p$  et les valeurs observées  $Y_o$ .

Cette quantité désignée par J, fonction des poids  $w_i$  est souvent appelée la fonction coût.

$$J(W_0, W_1, ..., W_K) = \frac{1}{2N} \sum_{i=1}^{N} [(Y_P)_i - (Y_O)_i]^2,$$

l'indice *i* désignant ici une réalisation du fichier d'apprentissage de taille *N*.

La fonction coût est donc égale, à un facteur multiplicatif près, à la somme des carrés des écarts entre les valeurs prévues et les valeurs observées. Il va être nécessaire de chercher quelles sont les valeurs des poids  $w_{\rm k}$  qui vont permettre de minimiser cette fonction J.

#### La descente de gradient

On sait que la valeur minimale de la fonction coût J est atteinte lorsque ses dérivées par rapports aux poids  $w_{\nu}$  s'annulent, c'est-à-dire :

$$\frac{\partial J}{\partial w_1} = 0, \frac{\partial J}{\partial w_2} = 0, \dots, \frac{\partial J}{\partial w_K} = 0,$$

On obtient ainsi le système dit des équations normales, dont la résolution permet de déterminer théoriquement les poids  $w_{\nu}$ .

Cependant, lorsque le nombre de prédicteurs devient très grand, la résolution du système d'équations peut se révéler impossible en pratique, compte tenu des possibilités limitées de stockage de la mémoire de l'ordinateur. On peut néanmoins atteindre le minimum de la fonction coût au moyen d'une méthode itérative dite de descente de gradient.

L'idée consiste à partir de valeurs a priori des poids  $W_k$ , puis à les modifier légèrement en allant dans le sens opposé à celui du gradient (pour aller vers des valeurs plus faibles de la fonction coût) :

$$(w_k)^{j+1} = (w_k)^j - \alpha \frac{\partial J}{\partial w_k},$$

l'indice *j* représentant le numéro de l'itération.

Le paramètre  $\alpha$  appelé taux d'apprentissage doit être choisi de façon à obtenir un bon compromis entre précision du processus et nombre d'itérations nécessaires (figure 2).

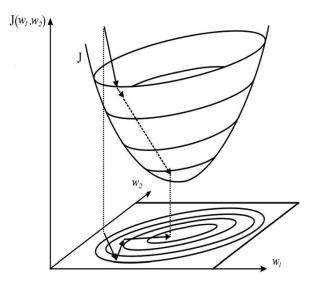


Figure 2. Schéma de la descente de gradient (avec 2 poids  $\rm w_{_1}$  et  $\rm w_{_2}$ ).

Entraîner le modèle de prévision statistique consiste donc à déterminer ces coefficients de pondération  $w_k$  en utilisant un fichier contenant de nombreuses réalisations (une ou plusieurs années, par exemple, ou encore une ou plusieurs saisons de même type). Une fois l'apprentissage effectué et les coefficients  $w_k$  déterminés, il suffit pour obtenir la prévision d'appliquer la relation donnant la valeur prévue  $Y_p$  en fonction des valeurs des prédicteurs  $X_1, X_2, ..., X_k$  et des poids  $w_0, w_1, w_2, ..., w_k$  obtenus précédemment.

L'exemple que l'on vient de voir est une illustration typique de l'intelligence artificielle par apprentissage. Supposons en effet que la quantité à prévoir soit la température en une station de montagne. Le météorologiste entraîné qui reçoit les prévisions calculées par le modèle remarque que celui-ci a systématiquement tendance à surestimer la température à sa station. Après avoir suivi les formations consacrées aux modèles de prévision, il réalise que le modèle a fourni des prévisions en des points de grille située à des altitudes moins élevées que sa station ; il aura tendance à effectuer de lui-même la correction de ce biais avant de livrer sa prévision aux utilisateurs. En fait, la régression linéaire, qui fournit un moyen automatique de corriger le biais, constitue donc un outil d'intelligence artificielle qui remplace l'intelligence du prévisionniste et son expérience.

#### Le neurone artificiel

Il s'agit, dans le même esprit que précédemment, d'essayer de simuler mathématiquement et de façon très simplifiée ce qui se passe dans un neurone. Un neurone subit plusieurs excitations et peut, sous certaines conditions, transmettre un signal de sortie à des neurones voisins. La version la plus simple d'un neurone artificiel a été proposée par Frank Rosenblatt (1958) sous le nom de perceptron. Ce processus peut être modélisé par la fonction suivante :

$$Y_P = f(w_0 + w_1 X_1 + w_2 X_2 + ... + w_K X_K).$$

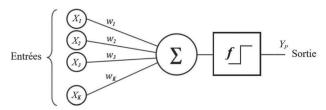


Figure 3. Schéma du perceptron.

Cette expression est assez semblable à celle utilisée pour la régression linéaire, à ceci près qu'une fonction f est appliquée à la somme pondérée des prédicteurs (figure 3). Cette fonction f est appelée fonction d'activation. Dans sa version la plus simple, il s'agit d'une fonction dite échelon qui renvoie, soit la valeur 0, soit la valeur 1, selon que la somme pondérée des prédicteurs est inférieure ou supérieure à un seuil donné, respectivement. D'autres choix de la fonction d'activation sont également utilisés pour permettre une transition plus douce entre l'extinction complète du signal et son libre passage. Il est important de remarquer que l'introduction de la fonction d'activation permet d'introduire une non-linéarité dans la fonction de transfert du neurone.

Le principe de la descente de gradient vue précédemment peut également s'appliquer au neurone artificiel tel qu'il vient d'être décrit. Cependant, étant donné que la valeur de sortie du neurone est fonction de la combinaison linéaire des prédicteurs :

$$L(W_0, W_1, ..., W_K) = W_0 + W_1 X_1 + W_2 X_2 + ... + W_K X_K$$

il est nécessaire d'utiliser la règle de dérivation des fonctions composées pour calculer maintenant le gradient de la fonction coût J par rapport aux poids  $w_{k}$ :

$$\frac{\partial J}{\partial w_k} = \frac{\partial J}{\partial f} \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial w_k},$$

où  $\frac{\partial f}{\partial L}$ , que l'on peut écrire encore simplement  $\frac{df}{dL}$ , représente la dérivée de la fonction f.

Ceci explique donc tout l'intérêt de choisir une fonction d'activation dont on connait analytiquement la dérivée.

# Les réseaux de neurones et la rétropropagation du gradient

Les réseaux de neurones sont constitués d'un assemblage de neurones en plusieurs couches comme cela est représenté schématiquement sur la figure 4. Les données d'entrée sont transmises à chacun des éléments d'une couche de neurones intermédiaire dont les sorties sont elles-mêmes transmises à une autre couche de neurones intermédiaire et ainsi de suite pour enfin aboutir à une couche dont les sorties sont les valeurs prévues.

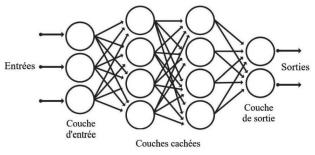


Figure 4. Schéma d'un réseau de neurones avec 2 couches cachées.

Dans un tel réseau de neurones, les couches intermédiaires sont appelées *couches cachées*. La pratique a montré que, pour obtenir un réseau performant, il était plus avantageux de multiplier le nombre de couches que le nombre de neurones au sein des couches. De la même façon que pour le neurone élémentaire, il faut procéder à son entraînement afin de le rendre opérationnel. Cela signifie qu'il faut donc déterminer les poids pour chacun des neurones des diverses couches qui permettent de minimiser la fonction coût. C'est ce que l'on appelle *l'apprentissage profond* (deep learning en anglais).

Pour appliquer la méthode de descente du gradient, il est donc nécessaire de calculer les gradients d'une fonction coût généralisée (prenant en compte la totalité des variables de sortie du réseau) par rapport à tous les poids  $w_{k}$  du réseau.

Après avoir calculé, à l'aide du fichier d'apprentissage, toutes les valeurs de sortie du réseau, couche par couche en allant de la première couche jusqu'à la couche de sortie, on utilise ensuite la règle de dérivation des fonctions composées pour calculer, par étapes successives, le gradient de la fonction coût par rapport aux poids  $w_{\kappa}$ . Le calcul est effectué en partant de la couche de sortie, puis en remontant vers les couches cachées qui précèdent, jusqu'à la première couche. Ce procédé très simple est appelé la *rétropropagation du gradient*.

On remarque l'analogie avec les calculs effectués dans le cadre de l'assimilation de données variationnelle sur une fenêtre temporelle (dite 4DVAR) : afin de calculer le minimum d'une fonction coût mesurant l'écart entre les valeurs des paramètres déduits du modèle et les valeurs observées, on calcule de proche en proche les gradients à l'aide du modèle adjoint en remontant le temps.

#### Les divers réseaux

Il existe désormais une grande variété de réseaux de neurones développés en empilant un nombre important de couches de neurones avec des propriétés spécifiques. On distingue plusieurs grands types de réseaux profonds plus spécialisés :

- Les réseaux de neurones de convolution, très utilisés pour le traitement des images. Ils effectuent une opération de convolution, autrement dit un filtrage qui permet de faire ressortir certaines caractéristiques des images, en particulier.
- Les réseaux à mémoire à court et long termes (Long Short Term Memory, LSTM), qui incluent des unités de mémoire permettant de modéliser des dépendances à long terme. Ils sont utilisés pour des applications telles que la reconnaissance de la parole ou encore la traduction automatique.
- Les réseaux autoencodeurs qui permettent d'apprendre une représentation d'un ensemble de données afin de réduire la dimension de cet ensemble (une généralisation de la méthode des composantes principales). Le réseau d'encodage précède les couches de neurones effectuant le traitement spécifique de l'application, elles-mêmes suivies du réseau de décodage restituant un ensemble de sortie de même dimension que celui d'origine.
- Les réseaux de neurones en graphes, qui sont utilisés pour traiter des ensembles de données représentables par des graphes, c'est à dire des ensembles de *nœuds* reliés entre eux par des *arêtes* qui peuvent être orientées et dotées de propriétés. Ces réseaux constituent un prolongement des réseaux de neurones conventionnels et permettent de traiter des données non structurées. La transmission de l'information entre nœuds en passant par les arêtes s'effectue à l'aide de la technique dite de *passage de message* (message passing). Chaque message contient des informations sur le nœud émetteur et les propriétés spécifiques à l'arête reliant le nœud à son voisin.

# L'application à la prévision météorologique : l'exemple de Graphcast

Le réseau de neurones Graphcast pour la prévision météorologique développé par Google Deep-Mind (Lam et al., 2023) est un réseau de neurones sur graphes. Il est entraîné en utilisant le fichier de ré-analyse ERA5 (ECMWF Ré-Analyse v5) portant sur 39 années d'analyses (1979-2017) toutes les 6 heures. Il traite 6 variables atmosphériques sur 37 niveaux et 5 variables de surface, soit un total de 227 variables situées aux nœuds d'une grille latitude-longitude de maille de 0.25°, (soit environ 30 km), c'est à dire un total 721 x 1 440 = 1 038 240 points. Au total un état est représenté par 235 680 480 valeurs.

Le système Graphcast comprend une partie encodage qui fournit des données d'entrée sur des grilles triangulaires régulières de résolution croissante sur la surface d'un icosaèdre régulier (polyèdre à 20 faces), la plus fine comprenant 40 962 nœuds, c'est à dire une résolution moyenne 5 fois plus faible que la grille d'analyse initiale. Le processeur proprement dit utilise un réseau de neurones sur graphe composé de 16 couches permettant la circulation de l'information au moyen de quelques étapes de passage de messages et fournit en sortie les données prévues à échéance de 6 heures. Enfin, la partie décodage permet de restituer les données prévues sur la grille d'origine. Le processus est ensuite itéré, de 6 heures en 6 heures, pour atteindre une prévision à 10 jours d'échéance. L'entraînement de Graphcast a nécessité environ 4 semaines de calcul sur 32 processeurs Cloud TPU v4 (Tensor Processing Unit) développé par Google et spécialement adapté au calcul matriciel). En revanche la prévision à 10 jours d'échéance n'a coûté qu'un peu moins d'une minute sur un seul processeur Cloud TPU v4.

À titre de comparaison, au CEP, le modèle IFS travaille avec une grille latitude-longitude de 0,1°, soit une dizaine de kilomètres et 137 niveaux sur la verticale avec un pas de temps de 12 minutes. La prévision à 10 jours d'échéance nécessite environ une heure de calcul sur le supercalculateur ATOS doté d'un million de processeurs répartis en 4 grappes avec une performance théorique de 30 petaflops (30 x 10<sup>15</sup> opérations par seconde).

#### Des résultats étonnants

Afin d'évaluer la qualité du modèle Graphcast, des séries de prévisions ont été réalisées à partir des données fournies par les analyses ERA 5 du CEP pour les années 2018 à 2022 (non incluses dans les données d'apprentissage). Le modèle Graphcast est alimenté par l'analyse de départ de la prévision ainsi que par l'analyse effectuée 6 heures auparavant. Les résultats complets du modèle Graphcast et leur comparaison avec ceux du modèle IFS du CEP

ont été publiés par Lam et al. (2023) dans la revue Science. Les scores traditionnels de vérification des prévisions numériques, que sont, en particulier, l'erreur quadratique moyenne et le coefficient de corrélation d'anomalie jusqu'à 10 jours d'échéance, font ressortir un léger avantage de Graphcast par rapport à IFS. Il s'avère aussi que Graphcast a fourni de très bonnes prévisions pour les trajectoires des cyclones, ainsi que pour celles des rivières atmosphériques (étroites bandes de nuages chargés en eau). En revanche Graphcast, n'a pas prévu correctement l'intensité des vents de la tempête Ciaran qui a atteint la Bretagne lors de la nuit de la Toussaint 2023, contrairement aux modèles de Météo-France qui ont permis de mettre en alerte les services de l'État (Raynaud et Pontaud, 2024).

Même si la légère supériorité manifestée par le modèle Graphcast au regard des scores statistiques peut en partie s'expliquer par l'effet de lissage résultant de la résolution de sa grille (environ trois fois supérieure à celle du modèle IFS), il n'en reste pas moins que ces résultats étonnants ont de quoi remuer la communauté des scientifiques travaillant sur la prévision numérique du temps.

# Que pouvons-nous attendre de l'intelligence artificielle ?

Les méthodes de l'intelligence artificielle se sont développées très rapidement au cours de ces dernières années pour deux raisons : d'une part, la disponibilité de bases de données très complètes stockées dans les centres de données (Data Centers) et facilement accessibles et d'autre part, les progrès des microprocesseurs spécialisés comme les GPU (Graphic Processing Unit), conçus initialement pour effectuer très rapidement du traitement d'images, mais qui se sont révélés très performants pour exécuter des opérations en parallèle. Il n'y a pas lieu de penser que ces progrès techniques vont cesser de s'améliorer. Ceci n'est naturellement pas étranger à l'engouement des grandes sociétés privées du monde numérique pour les prévisions météorologiques susceptibles d'entrer en concurrence avec celles des services nationaux.

Le succès de l'intelligence artificielle appliquée à la météorologie et, en particulier, à la prévision météorologique jusqu'à 10 jours d'échéance ne doit cependant pas conduire à penser que les météorologistes et les spécialistes de la prévision numérique du temps n'ont plus d'avenir. En effet l'intelligence artificielle n'est qu'une boîte noire qui fournit de bons résultats mais n'en explique pas les raisons. Il faut aussi insister sur le fait que l'apprentissage profond nécessite un matériel d'apprentissage, en l'occurrence, les bases de données météorologiques (comme ERA5), qui ont été développées à l'aide des programmes complexes de prévision numérique et d'assimilation

de données depuis plus d'une cinquantaine d'année avec le concours des meilleurs spécialistes.

Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, les météorologistes ont assisté à un remplacement de leur travail par des machines : automatisation des observations, décodage des messages, pointage et tracé des cartes, fourniture de cartes prévues par les modèles. Une dernière étape a été franchie à Météo-France avec la mise en place d'un système automatisé pour la production des bulletins hors situations météorologiques nécessitant une vigilance accrue.

Il est bon de rappeler cependant que les techniques de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage profond sont désormais utilisées avec profit dans bon nombre d'applications parmi lesquelles on peut citer l'assimilation de certaines données d'observation satellitaires, le traitement des images radar, la paramétrisation de processus physiques sous-maille dans les modèles, l'adaptation locale des sorties des modèles ...

Si l'efficacité des processus d'automatisation des tâches autrefois réalisées par les météorologistes à conduit à diminuer de façon drastique les effectifs des services météorologiques, en particulier à Météo-France, il reste cependant indispensable de conserver les intelligences humaines, seules capables d'appréhender les processus physiques qui fondent la météorologie, de définir les lois qui les gouvernent et de prendre enfin des décisions lors de la survenue de situations météorologiques critiques.

#### Références

Der Mégréditchian G. (1992-1993). Le traitement statistique des données multidimensionnelles,

*application à la météorologie.* École nationale de la Météorologie, Toulouse, tome 1, 288 p., tome 2, 260 p.

Duband D. (1970). Reconnaissance dynamique de la forme des situations météorologiques Application à la prévision quantitative des précipitations. Thèse de 3° cycle de la Faculté des sciences de Paris, publiée par la Société hydrologique de France, Journées de l'hydraulique, Année 1975, 13-1, pp 1,8.

Lam, R. et al. (2023). Learning skillful medium-range global weather forecasting. Science 14, Nov 2023, Vol.382, Issue 6677, pp. 1416-1421.

Le Cun Y. (2019). *Quand la machine apprend.* Paris, éd. Odile Jacob, 394 pp.

Pontaud M et Raynaud L. (2024) Intelligence artificielle et prévision météorologique. *Arc en ciel*, 202 pp. 33-36.

Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, 65(6), pp. 386-408.

Louapre D. (2016). *Le deep learning*. Vidéo, Science étonnante : https://scienceetonnante.com

Météo-France (2019 ) Vidéos réalisées avec la contribution de Lior Perez

Introduction au Machine Learning : https://youtu.be/90hTBItdw18 Introduction au Deep Learning : https://youtu.be/F3F75xnhG0M

# Souvenirs et témoignages

# De mon métier d'Ingénieur Commercial **À MÉTÉO-FRANCE**

Jean-Paul Giorgetti

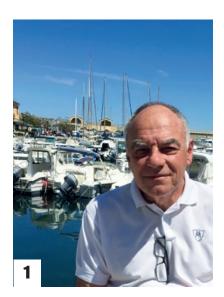
De 2006 à 2015, j'ai exercé le métier d'ingénieur commercial pour Météo-France en Corse. Ce fut une période particulièrement riche en innovation et en rencontres. Les lignes qui suivent sont un témoignage de cette période.

'ai exercé de 1972 à 2015 le métier de météorologue à mon échelle, là où la providence m'a été donnée d'œuvrer. Je l'ai fait avec raison, le plus souvent avec passion, parfois avec abandon. En fait, il m'a façonné plus que je ne l'ai apprivoisé. Il m'a appris à observer le présent, à ne pas ignorer le passé et à croire au futur. Sur cette planète, le météorologue œuvre le plus souvent dans l'ombre pour améliorer le sort de ses semblables dont il connaît toute la fragilité ou la force ; il n'attend rien en retour et surtout pas de flatterie inutile. Il est technicien, ingénieur, instrumentiste, informaticien, gestionnaire, chercheur; Il fait partie de la grande chaîne humaine missionnée à percer les secrets de l'atmosphère vivante. Les nuages ont une carte d'identité internationale, le météorologue aussi. Il partage les terres fertiles comme les arides, il affronte les froids comme les chauds, il ausculte

les tempêtes comme les brises, il jauge la pluie comme la neige, il visionne les clairs horizons lointains comme les brouillards occultes, il creuse ostensiblement les mystères du temps qui passe.

De l'observation météorologique au radiosondage, de la prévision départementale à régionale, de la nivologie à la climatologie, du bureau d'études à la communication, de délégué départemental adjoint à chef de station dans les Taaf, pour finir j'ai passé mes dix dernières années d'activité au poste d'Ingénieur Commercial à Météo-France en Corse. C'est de cette dernière activité dont je vais vous parler.

La météorologie évolue et s'adapte à son temps, de l'Office national météorologique à la direction de la météorologie nationale pour devenir Météo-France, un établissement public de l'Etat à caractère administratif depuis





1 : Jean-Paul à Bastia 2 : Le Centre météo d'Ajaccio 1993. De la lettre à la pratique nous devenons une entreprise avec des « managements » qui conjuguent pertes et profits à tout bout de champ. L'image d'une météorologie qui peut faire gagner de l'argent a déjà fait un bout de chemin depuis quelques temps, avec « Roland Garros » et « les courses autour du monde à la voile ». C'est ainsi que va éclore le service commercial de Météo-France et que les postes d'ingénieur commercial vont voir le jour ; je n'hésite pas une seconde pour y postuler... et me voilà enrôlé dans les équipes de la Direction de la Communication et de la Commercialisation. C'est tout neuf, c'est tout beau... on a la foi. Je connais bien le terrain et très naturellement mes partenaires rencontrés par le passé vont devenir mes clients. Le rapport n'est pas tout à fait le même, mais d'une pierre deux coups et je me retrouve en poste à Ajaccio. Voilà qui facilite ma vie privée. L'équipe commerciale de l'inter-région sud-est qui regroupe le Languedoc-Roussillon, PACA et la Corse est pilotée par Jean-Charles Lopez. Nous nous connaissons bien pour avoir déjà travaillé ensemble sur des sujets de communication. Je lui fais confiance et c'est réciproque. J'ai une carte blanche sur la Corse. Les autres membres sont des collègues très appréciables: Jean-Luc Bouchet, une très grande disponibilité d'écoute et une très bonne connaissance et pratique des produits; Pascal Ginioux qui fait du commerce par défaut car veut demeurer sur Montpellier, plus la tête chercheuse que vendeuse; Pascal Veyrunes de Nîmes un ancien du réseau climatologie, direct et franc, sans fard; Martine Bescond de Nice qui opère avec le charme discret de l'élégance, bosseuse méthodique; Cécile Guyon une ancienne des services de la prévision, qui allie son énergie naturelle doublée d' un accent du midi prononcé pour arriver à ses fins. Ce petit groupe de sept travaille main dans la main. Nos rencontres trimestrielles à Aix sous forme de séminaire nous

offrent des temps d'échanges pour mieux se connaître et s'apprécier.

L'envie de réussir est totale. Les objectifs sont fixés et on a à cœur de les atteindre. Je vais rester à ce poste pas loin d'une dizaine d'années sans jamais perdre l'enthousiasme du début, cherchant chaque année des nouveaux projets à construire. C'est ainsi que bon nombre d'institutions de la Collectivité Territoriale en passant par celles des Départements, les communautés de communes, les communes, les médias, les ports de commerce, de plaisance, les syndicats d'initiatives, le train, les chambres d'agriculture, EDF avec les centrales d'énergies, GDF, les dépôts pétroliers, les sociétés privées ou publiques dans le monde du tourisme, les services des routes, les sociétés de BTP, etc.... vont devenir des clients valorisés par des produits météorologiques adaptés à chacun. Réunions techniques, invitations, briefings, débriefings... les déplacements sont fréquents d'un coin à l'autre de l'île et par tous les temps.

Il faut aussi associer les collègues techniques qui auront la mission de servir les clients. Ils sont la valeur ajoutée aux produits numériques. Les uns comme les autres doivent apprendre à se connaître, à mettre le critère qualité dans les relations.

C'est un monde nouveau qui se construit, qui s'apprend, qui s'apprivoise.

Au quotidien, « préviExperts », « alerte foudre », « risque inondation », « températures de chaussée », « bulletin agrométéo », « pack météo », « assistance personnalisée », « étude in situ », « avis d'expert » ...etc, viennent se combiner sous des sites personnalisés pour des clients ciblés. A chacun son habit météo !

Le travail m'accapare et les projets avancent à grand pas. Le chiffre d'affaires augmente régulièrement d'année en année et je sens les confiances réciproques qui s'installent pour faire des contrats pérennes où règne la qualité. Il faut y mettre une bonne dose de pédagogie pour rassurer les maillons faibles, les sceptiques, d'autant que la concurrence pointe agressivement son nez, en particulier dans les marchés publics. Le rôle de certains partenaires et filiales de Météo-France, comme Météorage, était majeur. A ce titre, j'invite souvent Sophie Vaz pour faire valoir les atouts de cette co-entreprise experte en foudre. Un de mes clients, Marco de Susini, pour qui nous avions fait un coup de maître à l'occasion d'une manifestation culturelle de plein air n'hésite pas à nous traiter de sorciers. Depuis, lui-même avec ses propres clients, venait nous rendre fréquemment visite dans nos bureaux. Sa spécialité d'organiser de l'événementiel de plein air pour des groupes de la finance ne lui laisse pas beaucoup de marge... il lui faut réussir ses activités cadrées sur trois à cinq jours. Et la météorologie engage ses options. Le satisfaire, y compris si son appel est le dimanche à 22h, reste pour moi une vraie mission de service. Je sais que s'il gagne, je gagne avec lui, c'est simple.

Finalement, et j'en ai pris conscience progressivement, on peut atteindre une part de bonheur dans le travail.

Un nouveau projet lié justement à la protection de l'environnement va m'accaparer. Il s'agissait de la question de la pollution des centres urbains par les sources bien connues comme celles des transports, routes, maritimes, et de la centrale d'énergie au fioul. Pour autant il faut répondre à la question: qui polluait le plus, quand, et jusqu'à quelle périphérie? Personne encore n'y avait complètement répondu. Les facteurs de réussite sont de poser les bonnes questions au bon moment aux bonnes personnes! C'est ainsi qu'un groupe de travail Météo-France Corse / Météo-France Etudes / Communauté de communes du pays Ajaccien / Qualit'Air Corse allait pouvoir travailler main dans la main. La puissance de calcul et l'amélioration des modèles de dispersion des polluants allait enfin nous apporter des résultats qui furent présentés en séance plénière devant des élus fortement étonnés de découvrir et des chiffres suffisamment éloquents et les projections des cartographies de dispersion de ces polluants. Au-delà des résultats à présenter j'avais eu le dossier commercial à mener et ce ne fut pas de tout repos. Pourtant l'argent en valait bien la chandelle. Tous les acteurs reconnurent avoir enfin une analyse de bonne qualité sur laquelle ils pouvaient s'appuyer pour améliorer le quotidien. C'est là que le rôle du politique commence! Mon collègue toulousain, chargé d'études fut d'ailleurs étonné de la volonté des investigateurs de ce projet et félicita sans ambages l'art et la manière par lesquels le projet avait été conduit et mené à sa réussite. Tous les membres politiques, toutes étiquettes confondues, présents à la présentation avaient salué la clarté scientifique des résultats et c'est en cela que je gardais une profonde satisfaction. Je dois ici saluer le partenariat dans ce travail de Patrick Rebillout; ce collègue d'Ajaccio possédait une riqueur scientifique qui ne laissait rien au hasard et qui savait ajuster son vocabulaire avec précision. Dans le cadre de ce travail, il fut particulièrement précieux. Ses explications ne laissaient aucune place à l'approximation. Lors de mes rendez-vous commerciaux je l'emmenais fréquemment avec moi. Il savait qualifier la production météorologique avec qualité et de fait le duo que nous avions formé obtenait des résultats plus que probants.

Mais en matière commerciale, rien n'est jamais définitivement acquis. Et dans le domaine des marchés publics il faut être vigilant, innovateur, constructif et particulièrement attentif à la collectivité pour laquelle nous bâtissions des projets. Ce fut le cas

en particulier pour le service des routes du conseil général de la Corse-du-Sud, devenue celui de la Collectivité Territoriale. Nous les recevions sous une forme de séminaire deux fois par an, en introduisant beaucoup de pédagogie et du savoir-faire dans notre manière d'être. Les échanges étaient vifs parfois et l'on ne manquait pas de nous rappeler nos erreurs et le coût qu'elles avaient induit. Nous avions pris alors l'habitude de rejouer les situations météorologiques et d'expliquer méthodiquement de quoi la marge d'erreur avait été réellement faite. 1°C de moins ou de plus pouvait expliquer que la neige avait bloqué les cols et donc monopolisé tous les services. C'est pour cela que je faisais systématiquement venir à ces réunions un ou deux prévisionnistes du service tant il était important pour eux, comme pour les techniciens du département route, d'échanger sur les pratiques et méthodes. En gros d'arriver à se parler pour mieux se comprendre. Le langage du météorologiste n'est pas obligatoirement compris de tous et lui doit aussi écouter avec attention ce que le client attend. Bien souvent cela peut se résumer à un feu rouge ou vert, mais parfois la limite de l'art définit des zones d'ombre qui ne permettent pas d'être dans l'une ou l'autre couleur. C'est là que le météorologiste doit s'engager avec plus de discernement pour faciliter la décision de l'usager. Trop de timidité en période critique n'est jamais satisfaisant. Il faut un oui ou un non. Le peut-être ben que oui, peut-être ben que non n'est plus d'usage. C'est à ce prix que l'on gagne la confiance et que l'on progresse vers la satisfaction tant attendue du client.

A ce jeu d'ailleurs les audits (c'est à la mode) permettent de manière plus affirmée de qualifier cette satisfaction sur l'art et la manière de servir. Ce regard extérieur est un outil pour progresser si les volontés individuelle et collective suivent. Nous sommes donc dans l'air du temps, et les enquêtes et divers questionnaires tant en interne qu'en externe vont bon train pour nous attribuer une note et surtout des recommandations pour mieux servir. Ces outils sociologiques peuvent effrayer, et il y a de quoi, mais après tout ils sont aussi de nature à nous faire progresser. Cela ne se fait pas d'un coup de baguette magique et il faut sans cesse remettre sur la planche et toujours expliquer le bien fondé. C'est le prix pour que la marge de progression collective soit au rendez-vous.

La satisfaction client est donc analysée, commentée, notée.

Les indicateurs de satisfaction client sont aujourd'hui les règles mises en place par tout service marketing. Indicateurs de satisfaction ponctuelle, indicateurs de recommandation, de l'expérience client sont systématiquement analysés et croisés et permettent d'adopter une attitude d'ouverture pour identifier tous les leviers. En se mettant « à la place du client », l'entreprise, qu'elle soit publique ou privée, est en mesure d'anticiper ses attentes et de mettre en place des processus marketing toujours plus qualitatifs et individualisés. C'est par la mise en place d'un crm (« Customer Relationship Management »), un outil qui gagne en intelligence à mesure qu'on le nourrit de données et qu'on affine son paramétrage, procédant d'une amélioration constante des techniques de captation et de fidélisation.

Une révolution dans notre métier cela va sans dire. Mais je l'avoue un outil remarquable qui permettait à tous les acteurs du service commercial d'être en relation professionnelle optimale. C'est ainsi que j'ai vu mon métier se professionnaliser dans ce domaine si personnel qu'est le commerce, ce métier nouveau à Météo-France, métier que j'ai exercé durant les dix dernières années de ma carrière. Cette profession d'ingénieur commercial m'a apporté énormément tant son rayonnement sur le territoire était vaste et divers.

J'ai éprouvé un plaisir certain à l'exercer.

Une sorte de mariage impossible, voire d'idylle contre nature. Voici des noces improbables entre deux valeurs que, semble-t-il, tout oppose : le plaisir et le travail.

Car il en est ainsi depuis la Genèse, le travail, c'est de la souffrance, pas du plaisir. « Tu gagneras ton pain à la sueur de ton front. » Parce qu'Adam a touché au fruit défendu, il est contraint de travailler... Depuis, la vision du labeur reste largement influencée par la culture judéo-chrétienne, qui fait du travail un synonyme d'effort et de contrainte. L'étude étymologique aggrave le cas : « Travail, du latin « trepalium, instrument de torture», selon le Petit Larousse. Sans parler des expressions comme « table de travail » (pour la mère qui enfante - dans la douleur) ou « ça me travaille » (quand on a des soucis). Et puis, je l'avoue, il y a comme une quasiindécence à évoquer le plaisir du travail. Pour beaucoup de gens encore, la première des satisfactions du travail, c'est d'en avoir un! Cela reste avant tout un moyen de se socialiser et de s'intégrer dans la société. Souvent, aussi, un outil d'accomplissement personnel. Mais de là à s'éclater au boulot...

C'est pourtant la thèse de Maurice Thévenet: « Loin de moi l'idée que le travail n'est que du plaisir. Mais on peut aussi y trouver - pas toujours, pas tout le temps - du plaisir ». Certains y arrivent, effectivement. Comme Michel Wilson, secrétaire général de l'université Joseph-Fourier, à Grenoble. « Je pense qu'on ne peut bien



3 : Navire de commerce au port d'Ajaccio

faire son métier qu'en y prenant du plaisir », résume-t-il simplement. Son secret? « Faire savoir aux gens qu'ils servent à quelque chose, prendre le temps de les écouter, expliquer ce qu'on attend d'eux, injecter de la convivialité, offrir des fleurs, des chocolats ou un restaurant pour remercier... ». C'est bien ce que je faisais de façon intuitive dans ce métier d'ingénieur commercial. Le propos d'une collègue à ce poste résume parfaitement les contours de cette activité: « Je pourrais résumer mon activité comme suit : fédérer les énergies autour du service à l'usage. Il s'agit du point central de ma pratique professionnelle. C'est ce qui me porte, me motive et me permet de m'épanouir chaque jour. Marion Chelle-Michon »

Je conclus en saluant mes collègues qui ont exercé ou exercent encore cette spécialité tant en France métropolitaine, en Outremer et à l'International.

# Emmanuel Le Roy Ladurie,

# un nom qui me rappelle quelques souvenirs...

**Michel Beaurepaire** 

#### Voici l'histoire:

n 1985, soit, plus de dix années après avoir arrêté mes études et réussi l'examen professionnel d'ingénieur des travaux, je me dirige vers la fac de Jussieu pour entreprendre un Diplôme d'études approfondie (DEA) "Chimie de la pollution atmosphérique et physique de l'environnement". Le DEA ouvert aux ingénieurs m'a permis de m'inscrire sans avoir de maîtrise suite à l'accord de son responsable. Le diplôme en poche m'ouvrait la voie vers la réalisation d'une thèse de doctorat.

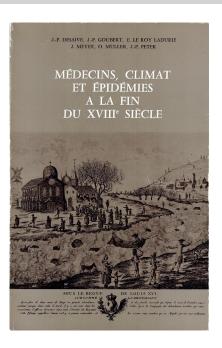
Dans mes attributions au Service des équipements et techniques instrumentales de la météorologie à Trappes, j'étais chargé des visites effectuées sur le site. Chaque année, un professeur en climatologie de la Sorbonne visitait les installations de Trappes avec quelques étudiants. Lors d'une visite, je m'adresse à lui pour lui parler de mon projet d'écrire un historique de la météorologie. Il m'a invité à venir en parler à son domicile.

À l'issue de cette rencontre, certes très intéressé par mon projet, il m'a dirigé vers un de ses collègues, Jean Meyer, car le thème que j'allais développer n'était pas dans son champ de compétences. C'est donc dans l'appartement de ce dernier, à Paris, que j'ai déboulé (pour reprendre son expression) un après-midi, à l'heure à laquelle nous nous étions donné rendez-vous. Après avoir écou-

L'annonce du décès d'Emmanuel Le Roy Ladurie m'a rappelé quelques souvenirs car j'ai eu l'occasion d'approcher un livre qu'il a co-écrit avec Jean Meyer : « Médecins, climats et épidémies à la fin du XVIII° siècle ».

té attentivement mon projet historique, Jean Meyer me fait part de son grand intérêt pour ce travail et m'oriente vers une analyse qu'il souhaitait faire mais qui, par manque de temps, lui était impossible. Il n'était pas satisfait de l'ouvrage qu'il avait coécrit avec E. Le Roy Ladurie. En effet, cet ouvrage publiait les températures observées durant l'époque Vicqd'Azyr (1748-1794), sans tenir compte des conditions d'observations, ce qu'on appelle maintenant les métadonnées. Jean Meyer souhaitait reprendre ce travail et apporter des informations soulignant qu'on ne peut pas comparer des données brutes provenant de conditions d'observation différentes.

Je me suis rendu à la bibliothèque de l'académie de médecine où i'ai trouvé de nombreux manuscrits de cette époque, notamment ceux qui ont servi à l'écriture de l'ouvrage cité. Après en avoir effectué l'inventaire, j'ai sélectionné quelques dossiers qui allaient étayer ma thèse. J'ai ainsi apporté l'information attendue par mon patron de thèse. Ce travail fait l'objet du chapitre 4 de ma thèse, soutenue en 1994 dans une magnifique salle de la Sorbonne. Emmanuel Le Roy Ladurie avait été invité, mais n'avait pas pu s'y rendre.



Pour les curieux et ceux qui sont intéressés par le sujet, la thèse est enregistrée dans le hal : https://theses.hal.science/tel-00962194/file/Beaurepaire\_these.pdf



Michel est le dernier Chef Technicien Nivologue du centre des Alpes du Nord à avoir pris sa retraite. L'AAM a rencontré midécembre 2023 notre nouvel adhérent à son domicile savoyard de Bellentre, à quelques kilomètres de Bourg-Saint-Maurice en Haute-Tarentaise.

# **INTERVIEW**

# de Michel Malgrand

Serge Taboulot et Laurent Mérindol



AAM: Michel, peux-tu nous faire un bref résumé de ta carrière à Météo-France? MM: Après des études à Lyon,

je suis rentré comme technicien à la météo en octobre 1982, dans ce qu'on a appelé une promotion « Mitterrand ». Nous avons été les premiers formés à l'ENM sur le site de Toulouse, mais cette formation n'a duré que 6 mois, avant une première affectation au Bourget en région parisienne en tant qu'observateur aéronautique. J'ai obtenu ma mutation à Bourg-Saint-Maurice en 1984, toujours comme observateur... Puis j'ai exercé jusqu'à ma fin de carrière comme prévisionniste et nivologue au centre montagne de Savoie (Photo 2), avec une seule interruption pour un séjour dans les TAAF en Terre Adélie en 2020.

AAM : que dire des principales évolutions du métier d'un météo/nivologue de terrain ?

MM : A mon arrivée, le bulletin montagne était réalisé à Lyon-Bron et le bulletin nivologie à Grenoble Saint-Martin-d'Hères pour toutes les Alpes. J'ai rapidement suivi une formation à la prévision locale (nous parlions alors d'adaptation), puis à la nivologie. Car en 1985, c'est le début de la départementalisation des bulletins montagne et nivologie. A l'époque nous utilisions une échelle avalanche à 8 niveaux. Puis les réunions pour adopter une échelle européenne commune ont permis de créer des liens dans la communauté des nivologues européens (France, Suisse, Autriche, Allemagne, ...) et nous sommes passés à l'échelle actuelle de 1 à 5. Dans la fin des 80 et le début des années 90, sont aussi sortis les premiers modèles d'analyse et d'évolution du manteau neigeux adaptés aux massifs. Le point d'orgue a été une première application aux Jeux Olympiques d'Albertville de 1992. Enfin à cette époque, chaque accident d'avalanche était suivi d'une enquête de terrain commune avec des collègues du Centre d'études de la neige et du centre montagne concerné. En fin de ma carrière, ces sorties

- 1 : Michel Malgrand devant le nouveau site de Météo-France
- à Bourg-Saint-Maurice
- 2 : Michel en activité : le nivologue de terrain



terrains spécifiques ont disparu pour éviter que Météo-France se retrouve juge et partie (NDLR: en tant que rédacteur des bulletins d'estimation du risque destinés à la prévention, MF ne peut plus jouer le rôle d'expert judiciaire, désormais assuré par des nivoloques indépendants).

AAM: Quels sont tes souvenirs de la création

et de l'évolution du réseau des observateurs

nivo-météo en Savoie ? Quelle est l'implication réelle des stations de sports d'hiver dans l'exercice de la nivologie? J'ai surtout pour mes premières années en stations des souvenirs délicats d'un non-skieur qui s'est formé sur le tas avec des pisteurs secouristes... les suivre était parfois douloureux, mais formateur! A mon arrivée, le réseau existait déjà, je me suis surtout impliqué dans le suivi, mais aussi l'extension spécifique aux sites olympiques. Ce fut aussi l'époque de la charte montagne et du protocole nivo, qui actait le principe d'échange de services entre les stations de ski et Météo-France. Ça a entrainé un contact fort avec les élus et les stations de sports d'hiver. Le réseau nivo-météo a permis de développer une climatologie fort utile pour les études en vue de l'enneigement artificiel et les installations des remontées mécaniques. La création des postes nivo-météo ont permis aussi aux stations de répondre à la justice dans les cas

de mise en cause. Dans les années 2000, les stations ont pris un tournant plus gestionnaire, ce qui a conduit à une difficulté à maintenir certains postes : un pisteur qui fait des relevés pour Météo-France, c'est du temps qu'il ne passe pas au balisage et à la sécurité de son domaine... Coté réseau, j'ai participé aux dernières créations de poste en Savoie comme celles de La Norma, Valloire et Saint-Sorlin d'Arves, toutes situées en Maurienne ; et aussi aux stations automatisées du réseau Nivose d'Allant dans les Bauges et de la Grande Paréi dans le sud du Beaufortain. Je retiens surtout que durant toutes ces années, les agents de Bourg-Saint-Maurice ont été très impliqués dans la formation des observateurs nivo-météo et aussi dans la formation des pisteurs

AAM : Que peux-tu nous dire de l'histoire mouvementée du centre de Bourg-Saint-Maurice ? En particulier ta vision sur la part de la nivologie, de la météo de montagne dans le maintien du site de Bourg-Saint-Maurice.

secouristes 1er degré.

J'ai vécu ces 2 dernières décennies comme autant d'années d'incertitude... avec une grande difficulté à comprendre la logique d'un regroupement, que ce soit à Grenoble ou même à Toulouse comme ce fut un moment envisagé. Sur place, nous avons eu un fort soutien des élus locaux et des stations de sports d'hiver. Nous avons eu aussi des retours très positifs du monde agricole, des alpagistes sans oublier le secteur routier, d'ailleurs pas uniquement

pour la viabilité hivernale. Fin 2016, une carte des implantations de Météo-France en réponse au programme Action Publique 2022 prévoyait explicitement le maintien du seul centre de Grenoble, alors que le regroupement des sites de Bourg, Chamonix et Grenoble au sein du Centre des Alpes s'achevait tout juste. Ce fut le début d'une phase active de défense des centres de montagne. Cette longue incertitude a d'ailleurs conduit certains collègues à démissionner, avec pour un collègue la création d'une structure privée d'appui aux stations et évènements liés à la montagne. Suite à l'annonce du maintien des centres de montagne en 2019, nous avons observé un renouvellement complet de l'équipe. Car le départ en retraite des agents comme moi a peu permis de tuilage d'expérience. En interne, la nivologie a beaucoup été mise en avant pour défendre la spécificité des centres montagne. Mais chez nos interlocuteurs quotidiens, les spécificités de la prévision montagne (médiocrité des prévisions automatisées pour la limite pluie-neige en vallées alpines, ou des risques d'orages dans les massifs) étaient tout aussi importantes, en particulier pour les secteurs routiers ou agricoles.

AAM: Quelle est ta vision de la relocalisation du centre accueilli depuis l'an dernier par le département de Savoie à moins de 50 m du bâtiment historique (photo 3)?

Le nouveau site est très fonctionnel, plus confortable que l'ancien. Du côté du département, il y a parfois des interrogations sur la surface importante du nouveau centre alors que l'occupation estivale est faible (souvent un seul collègue en poste dans une centaine de m²). L'ancien centre doit être repris par le personnel du Parc National de la Vanoise, ce n'est pas encore finalisé. L'essentiel selon moi est de conserver le site historique de mesures qui aura 80 ans l'année prochaine ; pas pour rien que ça se situe « Rue de la Météo » !

AAM: En lien avec la baisse des effectifs de MF, quel est ton avis sur le recrutement de contractuels ou autres fonctionnaires non météo sur des postes de météo et nivologues ? J'ai été pour le moins surpris. Mais il a eu nombre de candidats et le tri des candidatures a d'ailleurs été difficile. Pour le moment, beaucoup des contractuels recrutés ont une formation d'ingénieur civil de l'ENM. Pour exercer comme nivologue, c'est un minimum car le métier est bien différent, donc une bonne base de météo est indispensable pour se concentrer sur la formation en nivologie et à l'adaptation au terrain. Je pense surtout qu'il est très important de connaitre des particularités des massifs, et qu'il n'y a malheureusement pas eu de recouvrement suffisant pour un bon passage d'expérience entre les anciens et les nouveaux collègues.





3 : la station historique de Météo-France à Bourg-Saint-Maurice 4 : Michel avec 2 ieunes collègues

AAM: Quel a été l'apport de la modélisation du manteau neigeux Safran-Crocus-Mépra sur la nivologie de terrain? Penses-tu que la nivologie sortira de l'artisanat pour aller vers le quasi "tout modèle" comme la météo ? L'amélioration a été spectaculaire sur certains aspects, comme dans l'analyse de structure de plaque, dans la formation des grains anguleux ou l'humidification. En revanche, des défauts persistent sur la fonte printanière, ou le nonrecalage en cas d'erreur d'analyse sur la limite pluie-neige (NDR : la chaine de prévision du manteau neigeux Safran-Crocus-Mépra ne prend pas en compte en cours de saison la réalité observée par de nouveaux sondages de battage). Nous avons vécu une progression des modèles nivo-météo, mais ils sont encore loin de la qualité des modèles météos. Bref, l'expérience de terrain garde une importance primordiale, et l'exercice artisanal de la nivologie ne disparaitra pas du jour au lendemain. Parmi les sujets de préoccupation actuels, on observe une difficulté à maintenir le réseau nivo-météo, en particulier en début et fin de saison. En l'absence de neige, les stations ne maintiennent pas les salaires des pisteurs qui sont aussi nos observateurs nivo-météo. Sans compter que le renouvellement de ces observateurs n'est pas toujours évident ; je l'ai constaté par exemple avec le départ en retraite de notre correspondant

#### Météo-France en montagne en 2024

Après l'abandon du projet initial d'Action Publique 2022, et suite aux rapports Bacot - Marbouty (CGEDD) puis Morel - Coléou (interne), Météo-France s'appuie désormais sur les implantations locales suivantes : le Centre des Alpes du Nord de Grenoble (Isère) avec ses 2 antennes de Bourg-Saint-Maurice (Savoie) et de Chamonix (Haute-Savoie), celui des Alpes du Sud situé à Briançon (Hautes-Alpes), le centre Corse d'Ajaccio (Corse du Sud), ainsi que les 2 centres pyrénéens de Tarbes (Hautes-Pyrénées) et d'Auch (ouverture en Ariège en 2021).

Les météorologues-nivologues de ces centres sont responsables de la prévision montagne toute l'année (avec la spécificité unique d'avoir conservé la rédaction manuelle des bulletins départementaux) et de la surveillance du manteau neigeux. Ils élaborent quotidiennement de novembre à mi-juin les bulletins d'estimation du risque avalanches sur les 33 massifs de France métropolitaine, les 2 de Corse ainsi

qu'Andorre. Leur forme et leur contenu ont été actualisés cet hiver, avec en particulier une tendance chiffrée du risque avalanche jusqu'au lendemain soir (en cohérence avec la vigilance) et l'introduction des avalanches type (logos européens).

historique de La Plagne, ancien pisteur devenu

Vosges, Jura et Massif-Central ne bénéficient pas de ces prévisions spécifiques de prévention avalanche, mais sont couverts par des communiqués spéciaux, sans compter la vigilance météo qui intègre ce risque pour tous les départements montagneux.

A noter le projet d'un bulletin montagne « 4 saisons », avec pour objectif la prévention toute l'année des risques liés aux conditions météorologiques. Au-delà du risque avalanche, cette échelle des massifs est en effet très pertinente pour sécuriser l'ensemble des pratiques sportives, de la randonnée à l'alpinisme sans oublier VTT et autres activités au succès grandissant en zone de montagne...

véritable nivologue de terrain. Bref, il va falloir que les jeunes collègues maintiennent les liens historiques forts avec les professionnels de la montagne, guides, pisteurs, responsables des pistes, directeurs de station, élus...

Le changement climatique impose désormais un autre modèle aux stations et ce n'est évident pour personne de quitter ce modèle du tout ski qui a accompagné ma carrière.

Enfin, les évolutions de Météo-France n'aident pas forcément le monde économique à s'adapter, surtout dans les stations de basse altitude : par exemple, au remplacement du logiciel Géliniv par Synopsis pour la saisie des observations nivo-météo, nos correspondants ont perdu des outils de base de climatologie qui permettaient de visualiser leurs propres relevés, comme le cumul de neige fraîche de la saison, le nombre de jours avec brouillard...

# AMM: ta vision de l'avenir du centre pour conclure?

Malgré les difficultés, l'antenne de Météo-France à Bourg-Saint-Maurice, avec ses nouvelles recrues de jeunes ingénieurs passionnés que je passe voir régulièrement (photo 4), est

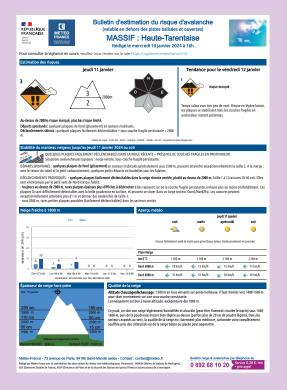
probablement bien repartie. Pour combien de temps ? Je crois qu'il est impossible de le prévoir!

#### **Glossaire**

Safran Crocus Mepra: Chaîne de modélisation du manteau neigeux: Safran adapte les sorties de modèle météo à l'espace des massifs avec un découpage en bandes d'altitude de 300 m et six orientations, Crocus gère le manteau neigeux en fonction des données fournies par Safran et des manteaux neigeux précédemment modélisés, Me-pra analyse la stabilité des manteaux neigeux mo-délisés par Crocus et donne une aide pour trouver le risque accidentel et naturel sur chaque massif, niveau d'altitude et orientation.

**Geliniv**: Ancien logiciel destiné à la prévision du risque d'avalanche, développé par le Centre d'Etudes de la Neige. Mis à disposition des postes nivo-météorologiques pour la saisie des observations et des sondages de battage du manteau neigeux, il comprenait un module de visualisation et d'archivage des données locales.

Synopsis: Progiciel destiné à l'ensemble des prévisionnistes de Météo-France incluant toutes les observations et les modélisations numériques. Au milieu des années 2010, pour permettre le regroupement dans les centres montagne des fonctions de météo montagne et de nivologie, une interface spécifique a été développée pour les observations du réseau nivo-météorologique. Elle permet à nos correspondants de saisir et d'envoyer automatiquement leurs observations vers leur centre montagne référent, mais limite les contacts directs antérieurement téléphoniques.



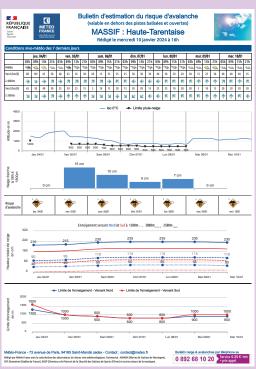
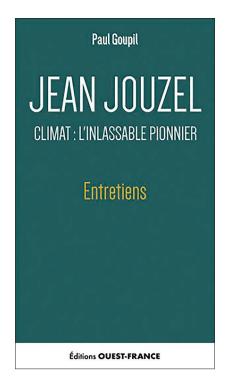


Illustration : BRA Haute-Tarentaise du 10 janvier 2024



Jean Jouzel-Entretiens par Paul Goupil (Editions Ouest-France, 2023) 211 pages, 15 euros

Ce livre décrit l'itinéraire de Jean Jouzel, pionnier dans la reconstitution des climats passés à l'aide des carottages en Antarctique et au Groenland, ce qui lui a valu un rôle important dans le groupe I du GIEC avec l' alerte sur l'origine humaine du réchauffement climatique. Cette reconnaissance scientifique comme ses responsabilités dans la communauté scientifique lui ont permis de jouer un rôle de premier plan dans les débats écologiques de la société française, notamment lors de la Convention citoyenne pour le climat. Ce sont tous ces parcours que déroule l'ouvrage en y ajoutant des rencontres: avec un conseiller du ministère de l'Écologie, avec des représentants des territoires (secteur agricole), enfin avec un étudiant en classe préparatoire à Rennes. Ce livre passionnant dévoile les nombreux débats qui agitent la communauté

# Notes de lectures

Régis Juvanon du Vachat

scientifique sur les climats passés et les carottages dans le cadre des grands projets internationaux GRIP (Greenland Ice Core Project) et EPICA (European Project for Ice Coring in Antarctica). Sont abordées ensuite les discussions au sein du GIEC, avec le rôle de plus en plus affirmé de l'homme dans le réchauffement climatique, et la transcription politique dans les COP dans lesquelles Jean Jouzel est présent depuis celle de Marrakech en 2001, puis la prise de conscience progressive chez les politiques, qui est malheureusement encore très ténue.

Voilà plus en détail le contenu des quatre chapitres du livre. Le premier porte sur les grêlons. C'est sur ce météore que Jean Jouzel a passé sa thèse sur la modélisation isotopique ; elle permet de comprendre la formation de la grêle grâce à l'analyse des teneurs en deutérium des grêlons au sein des nuages. Différentes expériences sont réalisées en France, mais aussi avec des grêlons rapportés d'orages survenus aux USA et au Canada.

Le deuxième chapitre décrit l'exploration des glaces de l'Antarctique et du Groenland qui permet de reconstituer les climats passés. Claude Lorius a été le pionnier de cette grande aventure et le livre rapporte l'anecdote du glaçon dans un verre de whisky en 1965, lors d'un hivernage en terre Adélie, qui lui a suggéré cette idée : « comme le glaçon libère des bulles d'air au contact du whisky, la glace pourrait contenir les archives de l'atmosphère ». Le danois Willi Dansgaard va, le premier, tester cette hypothèse dans les glaces

du Groenland en 1966, et plus tard en 1993 sur une base américaine. On remonte alors jusqu'en 110 000 ans, mais, très vite, les européens, en collaboration avec les russes et les américains, vont forer en Antarctique à Vostok et au dôme C avec le programme EPI-CA, qui permettra de reconstituer huit cycles glaciaires couvrant les derniers 800 000 ans. Cette histoire des carottages est jalonnée de réussites et d'échecs, mais elle a pu aller jusqu'au bout grâce à la persévérance des acteurs et aux soutiens financiers obtenus. Ces recherches seront couronnées par des prix : la médaille d'or du CNRS en 2002, que Jean Jouzel partage avec Claude Lorius, et le prix de la Fondation Veltsen, considéré comme le Nobel des sciences de la Terre en 2012.

Le troisième chapitre correspond à l'activité du GIEC, où Jean sera élu dans le groupe I (la science du climat) en succédant à Michel Petit, représentant français au GIEC. Le groupe I, présidé par la chimiste américaine Susan Solomon, comporte aussi le glaciologue chinois Qin Dahe, célèbre pour avoir fait la traversée de l'Antarctique avec Jean-Louis Étienne en 1989. Le chapitre rapporte les conclusions de la vingtaine de rapports (évaluations ou rapports techniques) auxquels Jean Jouzel a participé jusqu'en 2015, année où le relais sera pris par Valérie Masson-Delmotte, issue du même laboratoire au CEA. Suite à une émission de télévision avec Dominique Voynet, ministre de l'Environnement, Jean est invité à se joindre à la délégation française lors des COP, qu'il suivra régulièrement depuis 2001

(Marrakech). Le chapitre déroule l'histoire de ces COP, notamment l'échec de Copenhague en 2009 et le succès de Paris en 2015.

Le quatrième chapitre est une relecture de toute l'aventure de Jean Jouzel dans sa fonction de lanceur d'alerte et évoque les nombreuses sollicitations du monde politique à partir de l'an 2000. On y trouve pêle-mêle les engagements de Nicolas Hulot, le Grenelle de l'Environnement, la Convention citoyenne pour le climat. Ce sont des déclarations qui vont dans le bon sens, malheureusement très mal appliquées, mais cela ne perturbe pas la ténacité de Jean dans son combat.

Connaissant de longue date Jean Jouzel, j'ai suivi son parcours avec admiration. Il constitue un exemple remarquable de synthèse entre démarche scientifique et engagement citoyen. Ainsi ce livre nous raconte une aventure à la fois scientifique et politique.



#### Sentinelle du climat

par Heïdi Sevestre (Editions Harper Collins, 2023) 179 pages,19 euros

La jeune glaciologue, originaire de Haute-Savoie, nous livre ici un témoignage fabuleux sur les glaciers de la planète les plus symboliques. Son carnet de voyages, qui contient aussi une quarantaine de photos, nous emmène dans ces différents glaciers : Svalbard (Spitzberg), Groenland, Himalaya, Cumbres Blancas1 (Colombie) et Antarctique (barrière Larsen C). Son port d'attache est l'Université norvégienne du Svalbard (UNIS) à Longyearbyen, capitale du Spitzberg, où elle a suivi une formation en glaciologie (master et thèse). Voici quelques éléments sur les aventures scientifiques qu'elle a vécues sur ces glaciers et les leçons qu'elle en

Au Népal, elle participe au programme GLOF² de surveillance des lacs glaciaires de haute altitude, dont la vidange sous l'effet du réchauffement climatique constitue un danger pour les hautes vallées de l'Himalaya. Puis le même programme l'envoie au Groenland détecter les lacs sous-glaciaires à l'aide d'un radar qui repère les discontinuités de la matière. Heïdi part ensuite en Antarctique sur la barrière Larsen C (du nom du norvégien qui l'a découverte en 1893) qui contient

l'inlandsis Antarctique dans son écoulement vers l'océan austral, avec le risque d'une hausse de 58 m de l'océan s'il se désintégrait. Les barrières Larsen A et B ont disparu en 1995 et 2002 respectivement; en outre, en 2017 le Larsen C a vêlé³ un énorme iceberg de 5 800 km<sup>2</sup> (deux fois la surface du Luxembourg) et long de 170 km ensuite parti à la dérive! Inquiétude importante chez les glaciologues, mais la barrière a tenu le choc et ne s'est pas désintégrée. À noter que la libération d'eau douce ainsi provoquée ne contribue pas à l'élévation des eaux mais modifie température et salinité de l'océan au voisinage. Heïdi parle alors du rôle du courant circumpolaire antarctique dans la circulation sous-marine et de la régulation du climat, tous deux influencés par cette modification.

Ensuite, lors d'une pause dans sa carrière, elle participe à des voyages avec des conférences et des émissions scientifiques, bref de la vulgarisation au sens noble du terme ; « Là il s'agit de faire aimer », dit-elle. Après une expédition dans les glaciers tropicaux de Colombie (Cumbres Blancas1), elle participe, avec six femmes glaciologues, à l'expérience « Climate sentinels »; cela consiste en un parcours à ski de 450 km au Svalbard avec des traîneaux Pulkas chargés de 80 à 100 kg de matériel et en faisant des relevés scientifiques pour un satellite de la NASA lancé en 2018. Cette expérience veut montrer une autre pratique de la science et un autre type d'expédition scientifique! Là, elles font la rencontre de deux norvégiennes qui cherchent à vivre dans la sobriété et qui les encouragent.

Un chapitre sur le GIEC est très axé sur la communication des risques climatiques. Pour Heïdi, il s'agit d'amener les gens à s'informer calmement et à dépasser les réflexes de déni et de peur. Sur ce point il est clair qu'il est plus facile de communiquer avec un public ignorant les questions climatiques qu'avec un public qui s'est déjà forgé une opinion. Un petit tour à

la COP 27 à Charm-El-Cheikh en Égypte, en novembre 2022, lui fait découvrir le manque de formation scientifique des négociateurs et la puissance des lobbys industriels. À cette COP, les termes «cryosphère» et «points de bascule» apparaissent pour une première fois dans les décisions et celles-ci imposent le maintien de l'objectif de limitation du réchauffement global à 1,5 °C.

Le dernier chapitre «Et l'avenir? Heïdi» présente les limites du réchauffement global de 1,5 ° C et 2 °C, issues de la conférence de Paris en 2015 et leurs conséquences sur les glaciers étudiés. À 1,5 °C, on arrive à les protéger et la hausse du niveau des mers provoquée par leur fonte (h) est de 2 à 3 m ; à 2 °C , on risque des transformations irréversibles et h pourrait atteindre 20 à 30 m! Le chapitre évoque alors la sobriété nécessaire illustrée par ces deux femmes rencontrées au Svalbard, vivant modestement dans la cabane de Bambesu et dont la devise est « Gaspiller moins ». Des exemples de sobriété locale dans les Alpes sont aussi décrits. Mais une question taraude Heïdi puisqu'elle doit prendre l'avion pour toutes ces expéditions pourtant indispensables pour surveiller l'évolution des glaciers : elle augmente alors son bilan Carbone! Ce chapitre se termine avec l'évocation par une américaine lors de l'Assemblée du Cercle Arctique des « Climate interventions » qui sont des projets de géo-ingénierie qu'elle dénonce.

J'ai beaucoup apprécié cet ouvrage où les notes de voyage côtoient les explications scientifiques dans un récit très vivant. Au final Heïdi Sevestre est une glaciologue engagée qui nous fait partager ses aventures et ses alertes sur le futur des glaciers et de la planète. Souhaitons que son appel soit entendu!

1 Les sommets blancs 2 GLOF = Glacial Lake Outburst Flood 3 L'iceberg s'est détaché de la barrière et est tombé dans la mer où il flotte et dé-

# Paris face au changement climatique

# Paris face au changement climatique

par F. Lirzin (Editions de l'Aube, 2022) 184 p., 19 euros

Voilà un livre simple et précis sur la ville de Paris et son adaptation au changement climatique. L'auteur, polytechnicien et haut fonctionnaire a dirigé pendant cinq ans une société foncière immobilière propriétaire d'un parc de 10 000 logements à Paris. Pendant cette période, Paris a été confronté à des évènements météorologiques extrêmes: vaques de chaleur, précipitations intenses, inondations, qui sont pour lui des signes avant-coureurs du changement climatique. Dans ce livre, il réfléchit à l'adaptation de Paris au changement climatique, ville qu'il estime peu ou mal préparée, ce qui suscite mon étonnement puisqu'une stratégie d'adaptation a été publiée en 2015, ainsi que divers documents techniques, mais c'est peut-être l'application qui est défaillante! À travers neuf chapitres aux titres imagés, il passe en revue les problèmes qui se posent, en y ajoutant un volet historique. L'ouvrage vulgarise les travaux du GIEC, qu'il faut décliner à une échelle très locale, mais intègre aussi les recherches sur le climat et la ville et l'architecture bioclimatique. Voici plus en détail le contenu des chapitres.

Le premier chapitre plante le décor de cette adaptation indispensable compte-tenu du réchauffement en cours, qui est illustré par deux épisodes : l'orage violent du 9 juillet 2017 qui inonde Paris et la chaleur caniculaire de 12 jours en juillet 2019. Un projet de rénovation thermique dans une résidence du 15e arrondissement permet de préciser le type d'architecture recherché pour éviter la passoire thermique. En résumé, il faut s'adapter au réchauffement et à la sécheresse, mais aussi à des précipitations plus violentes. Les prévisions nécessaires à une échelle locale sont discutées au chapitre deux « Vivre au futur » qui présente les scénarios du GIEC, mais aussi les modèles développés par Météo-France aux niveaux régional et local. Le chapitre aborde aussi la question de la prospective et l'horizon du futur tel qu'il est considéré par l'homme ou par les économistes. Le chapitre 3 décrit l'influence du réchauffement climatique sur la ville de Paris, c'est-à-dire ses impacts. C'est un match Paris-Marseille, puisque le climat de Paris va ressembler à celui de Marseille aujourd'hui, avec le mistral en moins. Attention cependant: Marseille s'est construite dans un environnement chaud et sec, avec des rues, des maisons et un urbanisme adaptés à ce climat, ce qui n'est pas le cas de Paris! Les éléments chiffrés proviennent du projet EPICEA développé après la canicule de 2003 et des travaux de l'équipe CNRM (Valéry Masson) sur l'îlot de chaleur urbain. Le chapitre 4 développe la thèse principale de l'auteur : Paris ne possède pas de « culture climatique » et l'illustre en prenant deux exemples: Amsterdam pour le froid et Marseille pour le chaud. Au contraire, Paris n'a pas songé à se prémunir du chaud et du froid malgré des extrêmes climatiques. Le chapitre fait l'historique du confort thermique par le chauffage... On a développé l'isolation après avoir observé un pic de consommation. C'est une réponse plus industrielle que naturelle aux problèmes thermiques.

Le chapitre 5 nous promène dans quatre lieux de la capitale : place de la Concorde et place du Panthéon qui sont très minéralisées, la gare Montparnasse avec les immeubles d'habitation Mouchotte et Pasteur (façades vitrées et passoires thermiques), et enfin la ville de Saint-Ouen, siège de la Région depuis 2020, où l'architecture paraît anarchique et de mauvaise qualité.

Le chapitre 6 « Les migrations du vivant » traite de la flore ou de la faune, avec un retour de la nature dans la ville. Ce thème est important et conditionne l'alimentation, puisque, pour nourrir en fruits et légumes les parisiens, il faudrait 11 000 ha de surfaces agricoles, soit 1,5 fois la surface de Paris intra-muros totalement mise en culture!

Le chapitre 7 traite de l'or bleu, c'est-à-dire l'eau à Paris. Avec le réchauffement, Paris connaîtra plus d'épisodes de fortes précipitations en hiver, engendrant crues et inondations, et, en été, plus d'épisodes de sécheresse. La gestion de la ressource en eau : stocker l'eau l'hiver et prévenir les inondations, maitriser son usage l'été, deviendra un enjeu important.

Le chapitre 8 aborde la gouvernance bioclimatique, insuffisamment développée en France, en comparaison avec la stratégie des Pays-Bas face à la montée des eaux. Il préconise de s'inspirer de la notion de « bio-région », qui représente une région équilibrée sur le plan environnemental, dont une application pour les transports a été mise en place en Île-de-France\*.

Le dernier chapitre esquisse une « écotopie », c'est-à-dire une pé-

dagogie pour se préparer à l'utopie d'un Paris bio-climatique en 2050, en donnant les clefs pour éviter les effets les plus indésirables du changement climatique (avec une cartographie interactive des risques en Annexe).

J'ai lu avec beaucoup de plaisir cet ouvrage qui présente les pistes d'une adaptation de Paris au changement climatique. Il traite des aspects techniques en y adjoignant un volet historique.

Il est écrit de manière très pédagogique, ce qui rend sa lecture facile et agréable.

#### Complément à la note de lecture présentée dans le numéro 201 page 45

Géopolitiquedu climat Les relations internationales dans un monde en surchauffe par François Gemenne (Editions Armand Colin, 2021) 207 pages, 23,9 euros



Dans arc en ciel N° 201, la note de lecture de Régis Juvanon du Vachat sur « Géopolitique du climat » était incomplète ; le lecteur peut

en trouver ci-après le complément que Régis a fait parvenir au comité de rédaction concernant les chapitres 5 et 6 de ce livre et sa conclusion.

Le chapitre 5 « Coopération et négociations » est vraiment au cœur du sujet du livre. Il fait l'histoire du GIEC et de la Convention Climat (UNFCCC), avec ses COP. On découvre un chemin lourd et tortueux de la négociation climat avec les étapes de Rio (1992), Kyoto (1997) et de l'Accord de Paris (2015). Le Protocole de Kyoto, signé en1997, qui contient des objectifs contraignants de réduction, auxquels se sont opposés les Américains (amendement Byrd-Hagel) sera ratifié sept ans plus tard grâce à la Russie. Copenhague en 2009, puis le changement d'attitude de la Chine et son accord avec les Etats-Unis (2014) permettront l'Accord de Paris (2015).

Cet Accord repose sur les engagements libres des pays (Intended Nationally Determined Contributions) à l'opposé du Protocole de Kyoto qui comporte des engagements contraignants. C'est une approche ascendante à l'opposé de Kyoto qui est descendante. Malheureusement le réchauffement global qui en résulte est de l'ordre de 3,5 °C, bien au-delà des 2 °C.

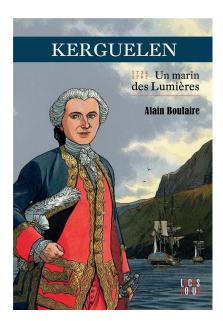
Le dernier chapitre aborde les aspects d'atténuation et d'adaptation, en montrant la nécessité d'une approche multilatérale puisqu'une approche où chaque pays fait sa part ne suffit pas. On examine les émissions importées, les fuites de carbone permises par Kyoto, les taxes carbone, mais très vite surgissent les questions d'équité et de développement.

Voilà un ouvrage très complet sur la géopolitique du climat, qui fournit les clefs pour comprendre la négociation internationale sur le climat.

<sup>\* «</sup> Le Grand Paris après l'effondrement. Pistes pour une biorégionale » (Sinaï et al., 2020).

# Proposition de **lecture**

**Reine Margueritte** 



Editions LOCUS SOLUS 255 pages 24 euros

On a célébré en 2022 les 25 ans des Terres australes et antarctiques françaises, mais qui était vraiment le découvreur des îles Kerguelen ? Membre de l'Académie de Marine, officier de premier rang avant sa déchéance, Yves-Joseph de Kerguelen (1734-1797) a connu un destin énigmatique. A la lumière de nouveaux

documents, cette biographie lève le voile sur le personnage, tout en nous immergeant dans les exploits et les intrigues maritimes du siècle des Lumières.

Sa vie est un roman, avec mensonges et trahisons, dans un tourbillon qui nous entraine sur toutes les mers du globe. La Pérouse rapporte que Kerguelen « fut reçu en France comme un nouveau Christophe Colomb » en 1772, de retour du grand Sud. Il sera pourtant jeté en prison... Stratège naval contre les Anglais, fin connaisseur de la chose maritime mais aussi des sciences et des trafics en tout genre, il semble à chaque épreuve renaître tel un phénix.

Alain Boulaire le raconte avec verve, donnant à lire toute la saveur des échanges épistolaires, des procès retentissants, des préparatifs d'expéditions lointaines. Car c'est très loin de Brest et des côtes de France que Kerguelen trouvera grâce face à l'histoire. Par une ironie très british, James Cook baptisera de son nom les îles de la Désolation – que Kerguelen avait à tort décrites comme un Eldorado.

#### Ils nous ont quittés

Nous avons appris récemment les décès de trois de nos membres de l'AAM : 
♣ Monique Lepas le 14 décembre 2023 (05000 Gap) ♣ Alain Andurand le 7 janvier 2024 (12240 Vabre-Tizac) ♣ Michel Lartigue le 10 janvier 2024 (78760 Jouars-Ponchartrain) ♣ Edouard Dumoutier le 31 janvier 2024 (73100 Aix les Bains)

La rédaction d'**arc en ciel** adresse ses sincères condoléances aux familles.



En décembre dernier, Monique Lepas nous a quittés à l'âge de 93 ans. Épouse de Jean Lepas, elle avait

accepté de bonne grâce la concurrence de Sidonie (ainsi nommait-elle l'ordinateur, à la Météorologie puis à la maison). Nombreux sont les anciens collègues de Jean qui se souviendront avec une certaine nostalgie de l'accueil chaleureux que Monique et Jean réservaient à leurs hôtes que ce soit à Oran, à Versailles puis à Guillestre.

Jean Coiffier

#### **Erratum**

La légende de la première photo accompagnant l'article « Un trio en Vendée », en page 49 du précédent AEC numéro 201, comporte une erreur.



On peut y voir, à gauche, Bernard Luneau, membre de l'AAM, et, à droite, Christian Maligorne, de l'Association Héliopole, constructeur de la maquette présentée et fournisseur de la bonbonne à hydrogène utilisée. Jean-Pierre Hue, qui nous accueillait chez lui, prend la photo.

## Quelques infos...

### Rubrique préparée par

Danielle Garnier



#### Aide au maintien à domicile

Le décret 2012-920 du 27 juillet 2012 instaurait une aide au maintien à domicile des retraités de l'Etat. Ce texte vient d'être modifié par le décret 2023-1320 du 28 décembre 2023.

Pour rappel, le dispositif d'aide au maintien à domicile qui est une prestation interministérielle, comprend les prestations suivantes :

- ► Une évaluation des besoins ;
- ▶ Un plan d'action personnalisé et une offre de services coordonnées pour l'accompagnement de la retraite, comprenant un ensemble de prestations de services regroupées selon les catégories suivantes : l'aide à domicile, les actions favorisant la sécurité à domicile, le soutien ponctuel en cas de retour d'hospitalisation, le soutien ponctuel en cas de périodes de fragilité physique ou sociale ;
- ► Une aide « habitat et cadre de vie » qui vise à accompagner financièrement les retraités dont le logement doit être aménagé pour permettre leur maintien à domicile.

Sont concernés les fonctionnaires retraités de l'Etat et leurs ayants-cause âgés d'au moins 55 ans en situation de dépendance limitée (GIR 5 ou GIR 6) remplissant certaines conditions de ressources.

La mise en œuvre du dispositif d'aide au maintien à domicile est confiée à la branche retraite du régime général.

Les dossiers de demande d'aide, accompagnés de l'ensemble des pièces justificatives, devront être adressés par les retraités à la caisse d'assurance retraite et de santé au travail (CARSAT) de leur lieu de résidence.

Pour toute demande d'information, le numéro de téléphone à contacter est le 3960 (Service d'information de l'assurance retraite).

#### Références et renseignements :

www.alpha-sierra.org

www.fonction-publique.gouv.fr/etre-agent-public/mes-prestations-daction-sociale/retraite/aide-aumaintien-domicile-amd



Comme annoncé dans notre dernier numéro, les retraites de base, ainsi que les retraites complémentaires des agents non titulaires de l'Etat et des collectivités publiques (IRCANTEC) sont augmentées finalement de 5,3% dès la mensualité de janvier 2024, payée en janvier ou février selon les régimes.

#### Sont également revalorisés :

- L'allocation de solidarité aux personnes âgées (Aspa, anciennement « minimum vieillesse ») qui passera ainsi à 1 011,06 € par mois pour une personne seule, et à 1 569,67 € par mois pour un couple.
- Le montant minimum des pensions d'invalidité qui passe ainsi de 311,56 € au 1<sup>er</sup> janvier 2023 à 328,07 € au 1<sup>er</sup> janvier 2024;
- L'allocation veuvage dont le montant maximal est porté à 697,82 € mensuels et le plafond de ressources trimestriel à 2 616,825 €.

En revanche, la hausse des minima sociaux, de 4,6% seulement, ne sera effective qu'au 1<sup>er</sup> avril 2024.

#### Sont concernés :

- ►le Revenu de solidarité active (RSA), qui passera à 635,70 € par mois pour 1 personne (953,56 € pour 2 personnes, 1 144,28 € pour 3 personnes);
- ▶l'Allocation aux adultes handicapés (AAH), qui atteindra plus de 1 005 € par mois pour une personne seule et 1 560 € par mois pour un couple ;
- ▶l'Allocation supplémentaire d'invalidité (ASI), qui augmentera à près de 326 € par mois ;
- ▶l'Allocation équivalent retraite de remplacement (AER), qui passera à plus de 41 € par jour.

Références et renseignements : www.lassuranceretraite.fr www.ircantec.retraites.fr www.solidarites.gouv.fr



#### Travaux d'adaptation des logements : MaPrimeAdapt'

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2024, MaPrimeAdapt' constitue la solution unique d'aide au financement de travaux d'adaptation du logement.

Elle vise à permettre aux personnes âgées et en situation de handicap de pouvoir rester chez elles en adaptant leur logement. Sont concernés des travaux d'adaptation intérieurs et extérieurs, comme par exemple l'installation d'un monte-escalier, la mise en place d'un éclairage à détection de mouvement, l'élargissement des portes, l'installation d'une rampe d'accès vers l'entrée du logement ou la création d'une place de parking PMR.

MaPrimeAdapt' peut financer jusqu'à 50 ou 70 % du montant des travaux d'adaptation du logement, en fonction des revenus et dans la limite d'un plafond de 22 000 € hors taxes.

Cette nouvelle aide vient remplacer les trois aides qui existaient jusquelà : « Habiter facile » de l'Agence national de l'habitat (Anah), le crédit d'impôt d'autonomie et les aides de la Caisse nationale d'assurance vieillesse (Cnav) pour l'adaptation du logement des personnes âgées. MaPrimeAdapt' est cumulable avec les aides à la rénovation énergétique (MaPrimeRénov') et les aides locales.

L'aide « Habiter facile » de l'Anah reste effective pour les démarches entamées en 2023.

Les conditions pour bénéficier de MaPrimeAdapt' dépendent de votre situation : âge, degré d'incapacité, ressources... Vous trouverez l'ensemble des conditions à réunir sur : www.service-public.fr et www.france-revov.gouv.fr

Si vous êtes éligible au dispositif, cinq étapes seront nécessaires pour bénéficier de MaPrimeAdapt' :

▶ Prise de RDV avec un conseiller France Rénov' sur www.france-renov.gouv.fr

ou à un guichet autonomie proche de chez vous (Espace Conseil France Rénov, maison France services, etc.);

- ► Mise en relation avec un assistant à maitrise d'ouvrage (AMO) habilité autonomie :
- ▶ Dépôt de demande de subvention en ligne ou en format papier ;
- ▶ Réalisation des travaux par un artisan choisi avec l'AMO ;
- ▶Réception du versement de la subvention.

#### Références et renseignements :

www.service-public.fr www.france-renov.gouv.fr

Réf: Loi n° 2023-1322 du 29 décembre 2023 de finances pour 2024.





#### Un site à mettre en favori : happyvisio.com

Un site dédié aux séniors propose à la fois des conférences diverses et des séances d'activité physique en ligne.

Totalement gratuit, ce site vous informe en matière de prévention dans les domaines de la santé, du bien-être.

Quelques exemples de thèmes abordés :

- « à l'aise sur le net »,
- ► « les clés du sommeil »,
- ▶ « du peps pour ma mémoire » Pour les adeptes des séances de gym, un replay permet de pratiquer l'activité physique que l'on choisit quand on a le temps.

N'hésitez pas à voir toutes les possibilités proposées par www. happyvisio.com, site partenaire de l'Assurance retraite, la Carsat, l'Agirc-Arrco, l'ARS du Nord...

Références et renseignements :

www.lassuranceretraite.fr www.ircantec.retraites.fr www.solidarites.gouv.fr





#### Aide au répit

Le proche aidant est « une personne qui vient en aide, de manière régulière et fréquente, à titre non professionnel, pour accomplir tout ou partie des actes ou des activités de la vie quotidienne d'une personne en perte d'autonomie, du fait de l'âge, de la maladie, du handicap ». Ainsi l'aidé, peut-être une personne âgée, un adulte ou un enfant, en situation de handicap, de perte d'autonomie ou de maladie invalidante. Cet engagement de tous les instants peut vite devenir source de fatigue, voire d'épuisement tant physique que moral.

La prestation « aide au répit » instituée au bénéfice des bénéficiaires de l'action sociale de la DGAC et de Météo-France s'adresse aux aidants ou aidés de la DGAC, de l'ENAC et de Météo-France.

Elle doit permettre aux aidants proches de s'accorder un peu de répit par la participation aux frais :

- ▶ de prise en charge de la personne aidée en l'absence de l'aidant,
- ▶ de séjour en vacances dédié aux aidants et aidés,
- ▶ d'accueil temporaire de la personne aidée.

Cette aide non remboursable est accordée en fonction de la dépense réelle et des aides éventuelles obtenues auprès d'autres organismes. Elle n'est pas soumise à conditions de ressources, néanmoins, celles-ci seront prises en compte dans l'évaluation de la demande.

Les dossiers sont étudiés par les assistantes de service social puis transmis à la CNHR qui validera ou non les demandes et les montants sollicités.

Renseignements complémentaires et formulaire de demande sur :

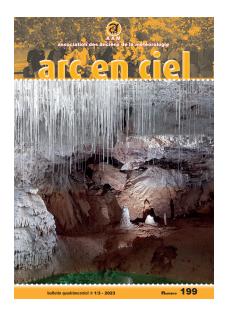
www.alpha-sierra.org

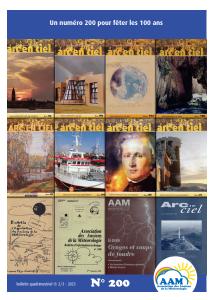
Note n°23-077 sur le fonctionnement de la commission nationale d'aide aux personnes en situation de handicap et d'aide au répit.

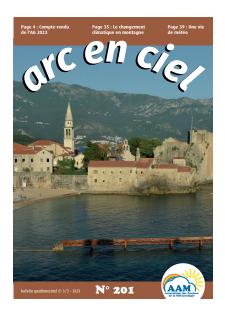


# **RÉCAPITULATIF DES SOMMAIRES 2023**

articles parus dans les trois numéros de 2023 (199, 200 et 201)







Titre	Auteur	Page	N°	Rubrique
Edito	Champeaux Jean-Louis	3	199	Editorial
Edito	Champeaux Jean-Louis	4	200	Editorial
Edito	Champeaux Jean-Louis	3	201	Editorial
De la guerre de Crimée naît la météorologie moderne	Quercy Patrick	26	199	Au temps passé
Un OVNI à Guipavas	Fons Claude	41	200	Au temps passé
Quelques infos	Rubrique préparée par Garnier Danielle	47	199	Action sociale
Quelques infos	Rubrique préparée par Garnier Danielle	67	200	Action sociale
Ils nous ont quittés	La rédaction	68	200	Action sociale
Quelques infos	Rubrique préparée par Garnier Danielle	50	201	Action sociale
Un cyclone sur la Guadeloupe comme bien d'autres	Mazurie Roland	30	199	Actualité météo
Une conférence imprévue du 10 janvier 2023 à propos Léon Teisserenc de Bort	Beaurepaire Michel Sketchnoting par Beaurepaire Caroline	34	199	Actualité météo
Actualités météorologiques	Rubrique préparée par Tardieu Françoise	37	199	Actualité météo
Actualités météorologiques	Rubrique préparée par Tardieu Françoise	45	200	Actualité météo
Colloque ENM-ALUMNI du 2 mars 2023	Champeaux Jean-Louis Hoffman Joël Tillet Aurélie	49	200	Actualité météo
Actualités météo	Rubrique préparée par Tardieu Françoise	31	201	Actualité météo

Titre	Auteur	Page	N°	Rubrique
Changement climatique en montagne	Juvanon du Vachat Régis	35	201	Actualité météo
Du Vercors à la Chartreuse - association séjour associé à l'AC	Tardieu Françoise S 2022	4	199	La vie de l'
Visite au laboratoire météo du col de Porte	Fournier Anne	12	199	La vie de l'association
Dans les pas d'Hector Guimard	Imbard Maurice	13	199	La vie de l'association
Bonne fête de fin d'année 2022 depuis la Butte Montmartre	Imbard Maurice	15	199	La vie de l'association
Rencontre avec nos collègues de Nord-Est	Hoffman Joël	17	199	La vie de l'association
Un nouveau membre au CA de l'AAM François Lalaurette	La rédaction	18	199	La vie de l'association
Entre science et histoire ; une journée à Lannemezan et Saint-Bertrand-de-Comminges	Hoffman Joël et Leparoux Paul	19	199	La vie de l'association
Rencontrre des anciens du Sud-Ouest avec Arnaud Foster (doctorant au CNRM)	Pailleux Jean	25	199	La vie de l'association
Rubrique Spécial Centenaire de l'AAM Contributions	Chaillot Pierre Schwarz Virginie Plazy Jean-Louis Dreveton Christine Vichery Jean-Jacques Chaillot, Pierre	6 7 8 8 9 10	200	La vie de l'association
Remise du prix AAM Patrick Brochet à Cloé David	Jean Pailleux	11	200	La vie de l'association
Utilisation des observations polarimétriques pour évaluer la représentation des nuages dans Méso-NH sur un cas d'orage violent	David Cloé	13	200	La vie de l'association
L'AAM Île-de-France en visite à l'Aéro-Club de France	Coiffier Jean	20	200	La vie de l'association
Retour vers le passé : visite du Fort de Saint-Cyr	Imbard Maurice	24	200	La vie de l'association
13° retrouvaille Ouest dans le Trégor	Nano-Ascione Claude	28	200	La vie de l'association
Les Rencontres Météo et Espace	Celhay Emmanuel Hoffman Joël	32	200	La vie de l'association
Une journée à Fontainebleau	Fournier Anne	34	200	La vie de l'association
Délégation AAM/Vichery Hauts-de-France le 16 Juin 2023	Jean-Jacques	37	200	La vie de l'association
Compte rendu de l'assemblée association générale 2023 de l'A en Berry	Imbard Maurice AM	4	200	La vie de l'
Des pics montagneux aux anses côtières, de la pluie vers le soleil Le Monténégro 13/20 mai 2023	Françoise Tardieu	18	200	La vie de l'association

Titre	Auteur	Page	N°	Rubrique
Visite du service météorologique national monténégrin de Podgorica	Fournier Anne	26	200	La vie de l'association
Imaginer 2050 : les lauréats du concours de nouvelles	Chaillot Pierre	27	200	La vie de l'association
Retour dans le Risoux : nouvelle, lauréate du Grand prix du jury	Jobard François	28	200	La vie de l'association
Campagne d'observations météorologiques à bord de la Frégate <i>Le Verrier</i> en juin 1949	Bachellez Benoit	40	199	Souvenirs et Témoignages
Interview de René Chaboud	Imbard Maurice	53	200	Souvenirs et Témoignages
Une vie de météo (1ère partie)	Guillerand Claude	55	200	Souvenirs et Témoignages
Une vie de météo (2º partie)	Guillerand Claude	39	201	Souvenirs et Témoignages
Hommage à Michel Beau	David Patrick	43	201	Souvenirs et Témoignages
Souvenirs de Michel Beau	Tardieu Jean	44	201	Souvenirs et Témoignages
Notes de lecture : - Climat et Civilisations ; un défi incontournable de Hervé Le Treut - Réchauffement climatique de François-Marie Bréon - Vin, le grand boulversement de Yves Leers	Juvanon du Vachat Régis	42	199	Tribune libre
Idée de lecture : Meridien de Anne Le Gouëfflec	Margueritte Reine	46		
Notes de lecture : - Géopolitique d'une planète déréglée Le Choc de l'Anthropocène de Jean-Michel Valantin - L'Anthropocène de Michel Mag - Le GIEC Urgence climat de Sylvestre Huet	Juvanon du Vachat Régis ny	62	200	Tribune libre
Notes de lecture : - Géopolitique du climat de François Gemenne - GIEC la voix du climat de Kari De Pryck	Juvanon du Vachat Régis	45	201	Tribune libre
Un trio en Vendée : hydrogène et anciens météos	Tardieu Jean	48	201	Tribune libre
Sommaires 2022 ( <i>arc en ciel</i> 196,197 et 198)	Chaillot Pierre	48	199	Récapitulatif sommaires 2022



#### ASSOCIATION DES ANCIENS DE LA MÉTÉOROLOGIE

L'Association des Anciens de la Météorologie (AAM, https://www.anciensmeteos.info) est une association type loi 1901 gérée par des bénévoles qui a vu le jour en 1923 et a été refondée en 1947.

L'AAM bénéficie d'une aide matérielle de Météo-France par le biais d'une convention.

Elle regroupe des personnes qui ont exercé des activités professionnelles ou bénévoles dans les domaines de la météorologie, de la climatologie, des sciences de l'atmosphère ou dans des activités en liaison avec ces derniers.

Elle propose à ses adhérents des activités diverses et variées, culturelles ou de loisirs, pour des moments privilégiés d'échange et de convivialité.

La revue **arc en ciel** (AEC) de l'AAM est publiée trois fois par an ; cette publication est éventuellement augmentée de numéros spéciaux.

Elle permet d'être informé des activités de l'association, de suivre les avancées dans le domaine de la météo et de disposer d'articles consacrés à l'histoire de la météo ou à la mémoire d'anciens météos.

Si vous avez exercé des activités professionnelles ou bénévoles dans le domaine de la météo, n'hésitez pas à nous rejoindre. La première année civile d'adhésion est gratuite, il vous suffit de nous renvoyer le formulaire ci-dessous.

#### L'adhésion à l'AAM vous permet :

- d'être informé de l'ensemble des activités de l'association et de pouvoir y participer
- de recevoir la revue AEC de l'association sous forme papier.

#### Bulletin d'adhésion à l'AAM (Nouvelle adhésion)

à adresser par courriel à **anciensmeteos@gmail.com** ou à retourner au siège social de l'AAM : **7 rue Teisserenc de Bort - CS70588 - 78197 Trappes** 

		•			
Nom :	Prénom :				
Date et lieu de naissance	:				
Adresse postale complète	e:				
Téléphone :	Mobile :	Adresse mél :			
Renseignements divers : (affectations principales et lieux, fonctions assurées, grades, autresutiliser le verso si besoin) :					
Date :	signature :				

La cotisation annuelle à l'AAM est de 30 €. Les nouveaux adhérents à l'AAM sont dispensés de cotisation l'année civile de leur adhésion.

Si vous êtes veuf ou veuve d'un ancien adhérent, la cotisation sera de 15 €.

NOTA : les renseignements personnels fournis impliquent un consentement permettant la mise à jour de l'annuaire papier de l'AAM et la diffusion d'informations de l'association.

## https://www.anciensmeteos.info/

#### Informations pratiques

#### **CONSEIL D'ADMINISTRATION**

#### Président(e)s d'honneur

Jean-Jacques Vichery : 03 20 32 89 81 Pierre Chaillot : 01 83 45 93 89 Jean-Louis Plazy : 06 61 54 12 47 Chistine Dreveton : 07 88 25 85 14

#### **BUREAU DE L'AAM**

#### **Président**

Jean-Louis Champeaux: 06 89 12 25 24

#### Vice-Présidents

Jean-Pierre Chalon : 06 03 51 76 33 Joël Hoffman : 06 16 08 22 95

#### Secrétaire général

Maurice Imbard: 06 70 76 64 95

#### Secrétaire adjointe

Danielle Garnier: 06 52 42 65 60

#### **Trésorière**

Colette Vichery: 06 43 63 33 55

#### Trésorière adjointe

Anne Fournier: 06 33 00 39 13

#### Renfort bureau

Emmanuel Celhay : 05 61 42 34 10 Reine Margueritte : 06 31 94 97 36

#### Autres membres du CA

Jean Coiffier: 05 61 13 65 25 Isabelle Donet: 06 73 01 30 67 Marc Gillet: 09 67 29 75 45 Jean-Paul Giorgetti: 06 63 24 96 31 François Lalaurette: 06 77 27 67 71 Laurent Merindol: 04 76 49 10 35 Marc Murati: 06 04 13 08 23

Claude Nano-Ascione : 02 23 15 79 96 Serge Taboulot : 06 83 49 56 44

Bulletin quadrimestriel publié par l'association des anciens de la météorologie 7 rue Teisserenc de Bort CS70588 78197 Trappes Cedex

conception, réalisation : DG/COM/CGN (Météo-France) Impression : ICS Imprimerie

ISSN 1298-3152

#### **ADRESSE DE L'ASSOCIATION**

- à Trappes :

7, rue Teisserenc-de-Bort CS70588 78197 Trappes Cedex

- à Saint-Mandé :

AAM Météo-France 73, avenue de Paris 94165 Saint-Mandé Cedex

- Courriel ·
- · anciensmeteos@gmail.com
- association.aam@meteo.fr

#### **WEBMASTEUR DU SITE AAM**

Marc Murati : 06 04 13 08 23 20 rue de la gare

20 rue de la gar 29460 Dirinon

#### SECRÉTARIAT DE L'AAM

À Trappes, Joëlle Tonnet téléphone : 01 30 13 61 65



Couverture : un des étangs aménagés de la Brenne Photo de Françoise Tardieu

**Directeur de la publication** Jean-Louis CHAMPEAUX

> Rédacteur en chef Pierre CHAILLOT

#### **CORRESPONDANTS RÉGIONAUX**

#### Centre-Est...

Laurent Merindol: 04 76 49 10 35
 17 rue Charrel

38000 Grenoble

#### Hauts-de-France...

Jean-Jacques Vichery: 03 20 32 89 81 20 rue George Sand 59710 Avelin

#### Ile-de-France...

Maurice Imbard: 06 70 76 64 95
14 impasse des Grands Jardins
78210 Saint-Cyr l'École

#### La Réunion...

Guy Zitte : 02 62 30 68 14
13 cité Océan Montgaillard
97400 Saint Denis de la Réunion

#### Ouest...

Claude Nano-Ascione: 02 23 15 79 96 15 rue des Échevins 35400 Saint-Malo

#### Sud-Est...

Jean-Louis Plazy: 06 61 54 12 47
Mas de Payan
13310 St-Martin de Crau

#### Sud-Ouest...

• Joël Hoffman : 06 16 08 22 95 67 route de Lavaur 31590 Lavalette

#### Comité de rédaction

Michel BEAUREPAIRE
Jean-Michel BIDÉONDO
Pierre CHAILLOT
Jean-Pierre CHALON
Jean-Louis CHAMPEAUX
Marc MURATI
Pierre PAILLOT
Françoise TARDIEU
Jean-Jacques VICHERY

