

## TABLE DES MATIÈRES

Notice historique .....	5
État des membres de l'Académie 2021-2022 .....	9
LILE Pierre : Éloge de Jacques Arlet (1920-2021) .....	17
PÉCHAMAT Jacques : Éloge de Guy Franco (1932 -2021) .....	21
SICARD Michel : Éloge d'Henri Mascart (1928-2021) .....	25
MULLER Catherine : Obésité et cancer : dialogue insolite entre les tissus adipeux et cancéreux .....	27
MEYER Jean-Claude : L'impossible soumission du clergé réfractaire : une législation contraire à la Déclaration des droits de l'homme .....	35
SPIESSER Maryvonne : L'arithmétique et les marchands : regards croisés entre commerce et mathématiques (XIV <sup>e</sup> -XVI <sup>e</sup> siècles) .....	43
VAUCLAIR Sylvie : L'humanité, le cosmos et la musique .....	57
VINEL Jean-Pierre : L'incertitude en médecine .....	65
BILOTTE Michel : De Picot de Lapeyrouse à nos jours, la saga des rudistes (mollusque, bivalves) .....	73
GUERRIER Olivier : La critique littéraire : usages et « utilité » .....	79
QUILHOT-GESSEAUME Brigitte : Au risque de la culture ? .....	89
SARTHOU Jean-Pierre : L'agriculture et l'agronomie telles que vous ne les avez jamais vues .....	101
SURAUD Éric : La révolution numérique annonce-t-elle une renaissance de l'homme ? .....	109
SICARD Michel : Rencontre avec Boris Ephrussi, fondateur de la génétique en France .....	113
CAZALS Géraldine : Belles Lettres, Inscriptions et Sciences à la Renaissance - Guillaume de La Perrière (1499-1554) et les savoirs .....	121
MARTIN Michel Louis : Les nouvelles formes de l'activisme politique des militaires africains .....	133
QUINTARD Michel : Les milieux poreux ou comment modéliser les systèmes multi- échelles .....	145
Rapport de remise des prix pour l'année 2021 .....	153
Liste des prix mis au concours par l'Académie en 2021 .....	165
Les Mardis de l'Hôtel d'Assézat .....	167
Rapport moral 2020-2021 .....	185
Travaux de l'Académie 2021-2022 .....	189
Bienfaiteurs de l'Académie et remerciements .....	193
Table des matières .....	195
Publications .....	197

## ACADÉMIE

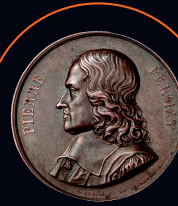
DES SCIENCES, INSCRIPTIONS ET  
BELLES-LETTRES DE TOULOUSE

Prix : 30 €

ISSN 0369-1896

Hôtel d'Assézat  
Place d'Assézat  
31000 Toulouse

crédit photo : Ignis



## MÉMOIRES

### DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES DE TOULOUSE

Volume 183  
20<sup>e</sup> série – Tome 3  
Année 2022



ACADÉMIE  
DES SCIENCES, INSCRIPTIONS ET  
BELLES-LETTRES DE TOULOUSE

MÉMOIRES  
DE  
L'ACADÉMIE DES SCIENCES  
INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES  
DE TOULOUSE

Volume 183

20<sup>e</sup> série – Tome III

Année 2022

Hôtel d'Assézat

Place d'Assézat

31000 Toulouse

ACADÉMIE

DES SCIENCES, INSCRIPTIONS ET  
BELLES-LETTRES DE TOULOUSE



## **AVIS ESSENTIEL**

L'Académie déclare que les opinions émises dans ses Mémoires et dans les œuvres qu'elle récompense doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle entend ne leur donner aucune approbation ni improbation.

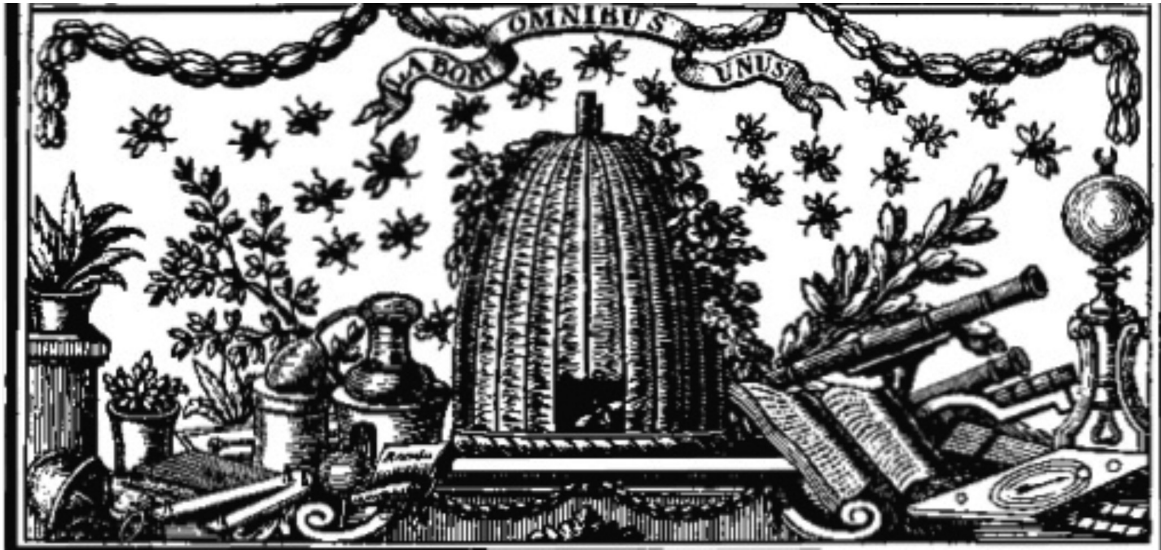
**SIÈGE DE L'ACADÉMIE**  
Hôtel d'Assézat – Place d'Assézat  
31000 TOULOUSE

Courriel : [academiesciences@orange.fr](mailto:academiesciences@orange.fr)

Site : <http://academie-sciences-lettres-toulouse.fr/>

**Les séances ont lieu en principe les 2<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> jeudi  
de chaque mois, de mi-octobre à mi-juin.**





## NOTICE HISTORIQUE

Par Gratien LEBLANC, Président Honoraire

1640. Les Conférences Académiques.

1688. Société des Belles-Lettres.

1729. Société des Sciences.

1746. Académie royale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres.

1807. Académie des Sciences et Belles-Lettres.

Par ses origines, l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse a l'insigne privilège d'être l'aînée de son éminente sœur parisienne, née seulement en 1666.

C'est en 1640 en effet — cinq ans après la fondation de l'Académie française — que, simultanément, plusieurs « beaux esprits » formèrent à Toulouse deux « Sociétés de gens de Lettres ». L'une à l'initiative des tout jeunes frères Pellisson (Paul aura un jour l'exceptionnel honneur d'occuper un quarante et unième fauteuil créé spécialement pour lui à l'Académie française) se réunit rue des Argentiers (35, rue Gambetta) chez M. Jean Campunand, seigneur de Balma. L'autre créée par le pieux M. de Vendages de Malapeyre, sous-doyen du Présidial, siège dans l'hôtel monumental de ce dernier, 8, rue du Canard. Presque aussitôt, les deux Compagnies eurent le sagesse de fusionner. De cette réunion naquirent les Conférences Académiques qui se tinrent en l'hôtel de M. de Garréja, conseiller au Présidial et cousin de M. de Malapeyre, où chacun se rendait en toute simplicité s'éclairant lui-même d'une petite lanterne.

Chaque fois que le départ de Toulouse d'un ou plusieurs dirigeants déconcertera les membres de ces Conférences (les Lanternistes comme les appelleront les Toulousains) un homme entreprenant sera là pour reprendre le modeste mais symbolique flambeau.

En 1667, ce fut Jean-Georges de Garaud-Duranti, seigneur de Donneville, président à mortier au Parlement qui, de concert avec M. de Malapeyre, ranima les « Conférences et leur accorda un magnifique appartement dans l'hôtel de Mansencal, rue de Donne-Corailhe (1, rue Espinasse) ».

En 1669, M de Masade tint les Exercices académiques au Collège de Foix, mais dès l'année suivante, M. de Nolet, Trésorier général de France, qui « attirait chez lui tout ce qu'il y avait de plus distingué de l'un et de l'autre sexe par la douceur de ses concerts » les installa dans son hôtel de la rue des Augustins (7, rue des Arts).

En 1680 le vieux et « savant » abbé Maury donna un éclat particulier aux séances publiques qui se tinrent dans une maison de la place du Pont-Neuf, généreusement mise à sa disposition par les Capitouls.

En 1688, l'éloquent avocat Adrien Martel, assisté de l'infatigable Gabriel de Vendages de Malapeyre, « renouvela » les Conférences académiques sous le nom de Société des Belles-Lettres. Les trois frères de Carrière leur donnèrent asile dans leur coquet appartement de la rue du Taur (près du Collège de Périgord). La Société institua alors un prix d'éloquence consistant en une médaille d'or où l'on voyait « l'image du Roi en buste...le revers représentant la Pallas de Toulouse ».

En 1693, sept membres de la Société des Belles-Lettres dont Martel et Malapeyre lancèrent avec trois autres « beaux esprits » un délicat manifeste au nom de la Compagnie des Lanternistes. Animés par M. de Lucas, les « Dix » se réunissaient chez M. de Malapeyre où ils se rendaient le soir venu « quand les étoiles commencent à briller », s'éclairant toujours de cette petite lanterne qui avait valu leurs noms à leurs prédécesseurs. Leur principale occupation était l'organisation d'un concours annuel de bouts rimés à l'issue duquel le lauréat recevait une médaille d'or à l'effigie de « l'Apollon toulousain avec, au revers, une étoile entourée de la devise de la Compagnie: Lucerna in nocte ».

Mais le grand projet de Martel et de Malapeyre était d'obtenir, avec l'appui de l'intendant, M. de Basville, l'érection de la Société en Académie. Les lettres patentes de Louis XIV en date du 26 septembre 1694 mirent fin provisoirement en ces espérances en accordant la préférence aux Jeux Floraux.

Après le concours de 1704, les Lanternistes se réunirent plus modestement, rue des Fleurs, chez M. de Mondran, seigneur du Mirail, trésorier général de France.

En 1729, trois praticiens, « les sieurs Gouazé professeur royal en la Faculté de Médecine, Sage apothicaire et Carrière chirurgien » décidèrent de « renouveler » les assemblées de M. de Malapeyre « où l'on traitait les différentes Sciences ». Les Conférences académiques trouvèrent ainsi leur prolongement dans la Société des Sciences qui, avec la permission du cardinal de Fleury, put s'assembler légalement dès 1730 dans une maison de la place des Tiercerettes (à l'angle de la rue de la Chaîne et de la rue d'Embarthe). Après maints déménagements, elle s'installa plus confortablement en 1744 dans la grande salle de Concert de la rue des Pénitents-Bleus (5, rue du Lieutanat-Colonel Pélissier et 24, rue Montardy). La Société partageait son

temps entre les nombreuses séances où ses membres dissertaient savamment sur les sciences (géométrie, astronomie, physique, anatomie, chimie et botanique), la création d'un jardin des plantes mis en ordre par J.-B. Maynard (rue Pouzonville) et celle d'un observatoire sur une tour des remparts (à l'angle du boulevard Carnot et de la rue du Rempart-Saint-Etienne) où Garipuy et Darquier multiplièrent leurs observations.

Mais, par ailleurs, elle poursuivait avec ténacité d'habiles négociations pour être érigée en Académie.

Grâce aux démarches exécutées à Montpellier par MM. de Garipuy, de Bonrepos et de Caraman auprès de l'intendant Le Nain et surtout à Versailles par le président d'Orbessan auprès de la marquise de Pompadour, les incontestables mérites de la Société furent enfin reconnus. Le 24 juin 1746, Louis XV signait les Lettres patentes préparées par le comte de Saint-Florentin, transformant la Compagnie toulousaine en Académie Royale des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres. Celle-ci put alors acquérir en 1750 un local digne d'elle: l'hôtel de la Sénéchaussée (Eglise du Jésus, rue des Fleurs) où elle transféra son jardin botanique et auquel elle annexa en 1873 le « magnifique observatoire » privé de Garipuy. De 1782 à 1790, elle publia les quatre premiers tomes de ses Mémoires.

Par décret du 8 août 1793, la Convention ayant supprimé toutes les Académies, celle de Toulouse disparut en même temps que son illustre aînée l'Académie des Jeux Floraux et sa benjamine l'Académie des Arts. Tous ses biens furent « mis à la disposition de la Nation », vendus ou dispersés.

Quatorze ans plus tard, sous l'Empire, le vent ayant tourné, l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres fut purement et simplement rétablie par un arrêté du préfet Desmoussaux (30 octobre 1807) et installée dans l'ancien hôtel de l'Académie des Arts, au « Petit Versailles », rue Bonaparte (rue Lafayette).

Depuis cette date, tout ce que Toulouse a compté de savants, de chercheurs, de penseurs, d'érudits, de lettrés, s'est succédé dans ses fauteuils pour donner à l'Académie toulousaine un renom qui a franchi les frontières. Un grand nombre d'illustres savants français et étrangers sont ou ont été ses membres d'honneur ou ses correspondants, parmi lesquels Linné, Milne-Edward, Marcellin Berthelot, Louis Pasteur, Frédéric Mistral, Clément Ader, Paul Sabatier, Charles Camichel, Léopold Escande, Albert Vandel, Henri Gausson.

La percée de la rue d'Alsace ayant entraînée en 1875 la démolition du Petit Versailles, l'Académie a erré pendant vingt-trois ans de salle en salle dans un Capitole en voie d'achèvement. Depuis 1898, elle se réunit dans le magnifique hôtel d'Assézat, la demeure Renaissance que fit construire ce marchand enrichi par le commerce du pastel et que son dernier possesseur, le banquier Ozenne, légua à la ville pour en faire le Palais toulousain des Académies. Elle y a constitué une importante bibliothèque de 50 000 volumes, surtout grâce à des dons et aux échanges qu'elle poursuit depuis un siècle et demi avec deux cent cinquante Sociétés savantes étrangères et françaises. Une partie de cette richesse (les volumes reçus à titre d'échanges) a été transférée en 1962 à la Bibliothèque municipale de Toulouse, où elle sera plus facilement à la disposition des chercheurs et des étudiants. Les 4 247 pièces du précieux médaillier amoureusement composé par Martin de Saint-Amand à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle ont été mises en dépôt au Musée Saint-Raymond pour y être exposées au public.



Sous l'égide du génial mathématicien Pierre de Fermat, des milliers d'études et de communications constituent plus de cent cinquante volumes des Mémoires, des centaines de récompenses attribuées pour encourager les vocations naissantes ou confirmées, ont porté haut et loin son prestige qui se concrétise en cet hommage reçu en 1958 de l'Université Harvard, cette illustre grande sœur américaine, à l'occasion de la reprise des échanges avec les sociétés correspondantes: « vous qui avez tant fait pour l'éducation du Monde ».

« Lucerna in nocte ». Cette lampe, cette lumière en laquelle d'aucuns ont voulu voir un symbole, puisqu'ils en ont fait une étoile, un flambeau, l'Académie entend, pour le renom de notre pays en général et celui de Toulouse en particulier, continuer à la faire briller.



# ÉTAT DES MEMBRES DE L'ACADÉMIE 2021-2022

## OFFICIERS DE L'ACADÉMIE COMPOSANT LE BUREAU

<i>Président :</i>	M. Hugues CHAP
<i>Directeur :</i>	M. Jacques PÉCHAMAT
<i>Secrétaire perpétuel :</i>	M. Max LAFONTAN
<i>Secrétaires adjoints :</i>	M. Michel SICARD Mme. Françoise BESSON Mme. Brigitte QUILHOT-GESSEAUME
<i>Trésorier perpétuel :</i>	M. Guy AHLSELL de TOULZA
<i>Trésorier adjoint :</i>	M. Bernard BOUSQUET
<i>Bibliothécaire :</i>	M. Michel BILOTTE
<i>Bibliothécaires adjoints :</i>	M. Marcel DELPOUX Mme Maryvonne SPIESSER
<i>Archiviste :</i>	M. Yves LE PESTIPON
<i>Archiviste adjoint :</i>	M. Pierre LILE
<i>Responsable informatique et numérisation :</i>	M. Gérard LAURANS
<i>Adjoint :</i>	M. Michel QUINTARD

### Conseil des anciens présidents

MM. Armand LATTES, Henri RÈME, Pierre LILE, Alain BOUDET,  
Olivier MOCH, Yves LE PESTIPON

### Comité économique

MM. Guy AHLSELL de TOULZA, Henri COUSSE, Henri RÈME

### Comité des publications

MM. Michel SICARD, Yves LE PESTIPON, Mme. Brigitte QUILHOT-GESSEAUME

## MEMBRES D'HONNEUR

2005. **M. LEHN (Jean-Marie)** - Professeur honoraire au Collège de France, prix Nobel de Chimie, ISIS, Université de Strasbourg.
2006. **M. PÉLEGRIN (Marc)** - Membre fondateur et ancien Président de l'Académie de l'air et de l'espace.
2009. **M. TIROLE (Jean)** - Professeur à l'Université de Toulouse-Capitole, Médaille d'or du CNRS, prix Nobel d'Économie.
2015. **M. GUILAINE (Jean)** - Professeur honoraire au Collège de France, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.
2017. **M. SAUVAGE (Jean-Pierre)** - Professeur à l'université de Strasbourg, prix Nobel de Chimie.
2021. **M. MAURICE (Sylvestre)** - Astrophysicien, Planétologue spatial - Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (IRAP) de Toulouse.

2022. **M. POINSOT (Thierry)** - Ingénieur École Centrale Paris, Directeur de recherche CNRS à l'Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse. Conseiller scientifique au CERFACS. Membre élu de l'Académie des Sciences.

### **MEMBRE d'HONNEUR (Résident à l'étranger)**

1988. **M. HAMELIN (Louis-Edmond)** - Professeur émérite de l'Université de Laval, Québec.

### **ACADÉMICIENS NÉS**

**M. le Préfet** de la Région Occitanie/Midi-Pyrénées-Méditerranée  
**M. le Maire** de TOULOUSE.

### **MEMBRES LIBRES (Membres titulaires ayant demandé leur mutation)**

1983-1996 : **R.P. de CHARRIN (Georges)** - Professeur honoraire de l'École d'agriculture de Purpan.

1987-2017 : **M. TERJANIAN (Guy)** - Professeur honoraire de mathématiques à l'Université Paul Sabatier.

2016-2019 : **M. BOUNHORE (Jean-Paul)** - Professeur honoraire de cardiologie à la Faculté de médecine de Toulouse.

2007-2021 : **M. FREXINOS (Jacques)** - Professeur honoraire de l'Université Paul Sabatier.

2010-2021 : **M. TOURNET (Jacques)** - Directeur général honoraire des services informatiques de la mairie de Toulouse.

### **MEMBRES TITULAIRES**

#### **CLASSE DES SCIENCES (30 sièges)**

#### **Première Section : Sciences Mathématiques et Physiques**

2000. **M. FONTAN (Jacques)** - Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier.

2001. **M. RÈME (Henri)** - Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier.

2003. **M. BORIES (Serge)** - Directeur de recherche émérite au CNRS.

2003. **M. LAURANS (Gérard)** - Capitaine de frégate.

2008. **M. TRANNOY (Bernard)** - Professeur émérite de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.

2010. **M. HIRIART-URRUTY (Jean-Baptiste)** - Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier.

2011. **M. MOCH (Olivier)** - Ancien DGA de Météo-France.

2011. **M. PÉCHAMAT (Jacques)** - Ingénieur général de l'Armement, président régional honoraire de l'IHEDN.

2012. **M. ROUSSET (Abel)** - Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier.  
 2015. **M. JOACHIM (Christian)** - Directeur de recherche au CNRS.  
 2016. **M. QUINTARD (Michel)** - Directeur de recherche au CNRS.  
 2016. **M. BOUSQUET (Bernard)** - Conseiller de défense et de sécurité auprès du Préfet de la région Occitanie - Vice-Président IHEDN.

**Deuxième Section :**  
**Chimie, Sciences naturelles, Médecine**

1983. **M. LATTES (Armand)** - Professeur émérite de chimie à l'Université Paul Sabatier.  
 1985. **M. OUSTRIN (Jean)** - Doyen honoraire de la faculté des sciences pharmaceutiques, Université Paul Sabatier, membre de l'Académie nationale de pharmacie.  
 2003. **M. COUSSE (Henri)** - Docteur ès sciences pharmaceutiques, conseiller scientifique.  
 2004. **Mme. RIVIÈRE (Monique)** - Professeure honoraire à l'Université Paul Sabatier.  
 2004. **M. SICARD (Michel)** - Professeur honoraire à l'Université Paul Sabatier.  
 2005. **M. ALBERTINI (Louis)** - Professeur émérite à l'École Nationale Supérieure Agronomique.  
 2009. **M. BOUDET (Alain)** - Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier, membre de l'Académie des Technologies, membre correspondant de l'Académie des Sciences.  
 2009. **M. MEUNIER (Bernard)** - Président honoraire de l'Académie des sciences, Directeur de recherche émérite au laboratoire de chimie de la coordination du CNRS.  
 2009. **M. FERRAND (Jean-Claude)** - Directeur honoraire du centre SANOFI/ELF bio-recherches.  
 2014. **M. DORCHIES (Philippe)** - Professeur honoraire à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.  
 2016. **M. DELPOUX (Marcel)** - Professeur honoraire à l'Université Paul Sabatier.  
 2017. **M. LAFONTAN (Max)** - Directeur de recherche émérite à l'Inserm (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale).  
 2018. **M. CHAP (Hugues)** - Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier.  
 2019. **Mme. RICO-LATTES (Isabelle)** - Directrice de recherche émérite au CNRS.  
 2019. **M. VAN HAVERBEKE (Georges)** - Directeur honoraire de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.  
 2021. **M. BILOTTE (Michel)** - Professeur émérite de Géologie à l'Université Paul Sabatier.  
 2021. **M. SY (Abdul-Aziz)** - Chargé de mission à l'ONU pour la *Food and Agriculture Organisation* (FAO).  
 2022. **M. SURAUD (Éric)** - Professeur de Physique théorique de l'Université Paul Sabatier.

**MEMBRES TITULAIRES**

**CLASSE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES**  
**(20 sièges)**

1998. **Mme. MANSAU (Andrée)** - Professeure honoraire de l'Université de Toulouse Jean Jaurès.  
 2002. **M. LILE (Pierre)** - Docteur en médecine.  
 2005. **M. L'Abbé MEYER (Jean-Claude)** - Aumônier en milieu hospitalier.  
 2010. **M. BORDES (François)** - Directeur honoraire des archives municipales de Toulouse.

2011. **M. LE PESTIPON (Yves)** - Docteur ès lettres, professeur honoraire des classes préparatoires littéraires du lycée Pierre de Fermat.
2012. **M. DURAND (Michel Joseph)** - Membre du Conseil économique et social régional.
2013. **M. AHLSELL de TOULZA (Guy)** - Professeur honoraire à l'École des Beaux-Arts de Toulouse.
2015. **M. LAFFONT (Jean-Luc)** - Maître de conférences en histoire moderne à l'Université de Perpignan (Via Domitia).
2015. **Mme. BESSON (Françoise)** - Professeure émérite de l'Université de Toulouse Jean Jaurès.
2016. **M. MARICHY (Jean-Pierre)** - Professeur honoraire à l'Université des sciences sociales de Toulouse.
2016. **M. MARCONIS (Robert)** - Professeur émérite de l'Université de Toulouse Jean Jaurès.
2017. **Mme VERDEAU (Patricia)** - Professeure honoraire de lettres.
2019. **M. ALEXANDROPOULOS (Jacques)** - Professeur d'Histoire honoraire de l'Université de Toulouse Jean Jaurès
2019. **M. GOURDOU (Jean-François)** - Docteur en médecine.
2020. **M. IGALENS (Jacques)** - Directeur honoraire de la Toulouse Business School.
2021. **Mme. UGAGLIA (Evelyne)** - Conservatrice en chef honoraire du Patrimoine, directrice honoraire du Musée Saint-Raymond.
2022. **M. FOUCAULT (Didier)** - Professeur d'histoire moderne à l'Université Jean Jaurès.

## CORRESPONDANTS NATIONAUX

### CLASSE DES SCIENCES (Résidants)

1974. **M. DUCOS (Jean)** - Directeur honoraire du centre régional de transfusion sanguine, C.H.U. de Purpan.
1991. **M. VEDRENNE (Gilbert)** - Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier.
1994. **M. SOUQUET (Pierre)** - Professeur honoraire de Géologie à l'Université Paul Sabatier.
1999. **M. LÉOPHONTE (Paul)** - Professeur honoraire de l'Université Paul Sabatier.
2000. **M. POLY (Jean-Pierre)** - Directeur de l'Office national de la chasse et de la faune sauvage.
2004. **M. ZAPPOLI (Bernard)** - Responsable du service Sciences de la matière du C.N.E.S.
2008. **M. CASAMATTA (Gilbert)** - Président honoraire de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.
2010. **M. BALMINO (Georges)** - Directeur de recherche au CNRS.
2012. **M. DURANTHON (Francis)** - Directeur du Muséum d'Histoire Naturelle et des Musées et Monuments de Toulouse.
2014. **M. FARINAS del CERRO (Luis)** - Directeur honoraire de l'Institut de Recherche Informatique de Toulouse.
2015. **M. RAMIS (Jean-Pierre)** - Professeur émérite de mathématiques à l'Université Paul Sabatier.
2016. **Mme. LAMBERT (Catherine)** - Directrice du CERFACS (Centre Européen de Recherche et de Formation Avancée en Calcul Scientifique).
2017. **Mme. MARIN (Michèle)** - Présidente honoraire du Centre INRA Occitanie -Toulouse.

2018. **Mme. MARIDONNEAU-PARINI (Isabelle)** - Directeur de recherche honoraire de l'Inserm (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale).
2019. **M. GHALLAB (Malik)** - Directeur de recherche émérite au LAAS-CNRS.
2019. **M. MOSCHETTA (Jean-Marc)** - Professeur d'Aérodynamique à l'ISAE-SUPAERO.
2020. **Mme. VAUCLAIR (Sylvie)** - Astrophysicienne, Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier de Toulouse.
2020. **M. SCHELCHER (François)** - Professeur à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.
2020. **M. VINEL (Jean-Pierre)** - Professeur émérite de Médecine à l'Université Paul Sabatier.
2020. **M. FAVIER (Jean-Jacques)** - Physicien et spationaute.
2021. **Mme. THOMAS-AGNAN (Christine)** - Mathématicienne-statisticienne, Professeur de mathématiques à l'Université Toulouse 1 Capitole.
2021. **Mme. MULLER-STAU MONT (Catherine)** - Professeure à l'Université Paul Sabatier.
2021. **Mme. ANDRE-OBRECHT (Régine)** - Informaticienne - Professeure émérite en intelligence artificielle de l'Université Paul Sabatier.
2021. **M. SARTHOU (Jean-Pierre)** - Professeur des Universités en Agronomie et Agroécologie (INP/ENSAT).
2022. **M. de PELLEGARS-MALHORTIE (Philippe)** - DGA/Armement - Guidage de Systèmes Spatiaux et Aéronautiques - Vice-Président de l'IHEDN Occitanie Pyrénées.
2022. **M. GOURDON (Christophe)** - Professeur émérite de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.
2022. **M. SIÉ (Pierre)** - Professeur émérite en hématologie, Faculté de Pharmacie, Université Paul Sabatier.

### **CLASSE DES SCIENCES (Non résidant)**

1981. **M. CLIN (Michel)** - Professeur émérite de l'Université de Bordeaux III.

### **CLASSE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES (Résidants)**

1973. **M. RAYBAUD (Léon-Pierre)** - Professeur honoraire de l'Université des sciences sociales de Toulouse.
2001. **M. COURTES (Georges)** - Président de la société archéologique du Gers.
2009. **M. LACROIX (Daniel)** - Professeur à l'Université de Toulouse Jean Jaurès.
2011. **M. KLEIN (Edouard)** - Conservateur honoraire des bibliothèques.
2017. **M. PECH (Rémy)** - Président honoraire de l'Université Toulouse Jean Jaurès.
2017. **M. MARTIN (Michel-Louis)** - Professeur émérite des Universités de Sciences politiques Toulouse 1 Capitole.
2018. **M. ICHER (François)** - Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional d'histoire-géographie honoraire.
2018. **Mme. MARCHAND-BAYLET (Marie-France)** - Vice Président-Directeur-Général du Groupe La Dépêche du Midi.
2019. **M. MITSCH (Jacques)** - Cinéaste.
2019. **M. NARDONE (Jean-Luc)** - Professeur de littérature italienne à l'Université Toulouse Jean Jaurès.
2019. **Mme. ROGÉ (Bernadette)** - Professeur émérite à l'Université Toulouse Jean Jaurès.

2019. **Mme. SPIESSER (Maryvonne)** - Maître de conférences honoraire en mathématiques et histoire des mathématiques de l'Université Paul Sabatier.
2019. **Mme. TOMASIN (Aline)** - Conservateur Régional honoraire des Monuments historiques.
2020. **Mme. QUILHOT-GESSEAUME (Brigitte)** - Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional de Lettres honoraire.
2021. **M. GUERRIER (Olivier)** - Professeur en littérature française à l'Université Toulouse Jean Jaurès.
2022. **Mme. MOUCHET (Florence)** - Maître de conférences en Musicologie - Université Toulouse Jean-Jaurès
2022. **M. LOUBES (Olivier)** - Professeur des classes préparatoires au lycée Saint-Sernin, historien.

### **CLASSE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES (Non résidants)**

1985. **M. l'Abbé GAZZANIGA (Jean-Louis)** - Professeur agrégé honoraire d'histoire du droit. Ex-avocat pénaliste - Aumônier de la communauté des clarisses du Monastère Sainte Claire-Nice.
1998. **M. JOUTARD (Philippe)** - Historien - Professeur émérite d'histoire moderne à l'Université de Provence Aix-Marseille - Recteur d'académie honoraire.
2005. **M. Le POTTIER (Jean)** - Directeur honoraire des Archives départementales du Tarn.
2006. **M. HUBERT (Bernard)** - Enseignant-chercheur en philosophie - Directeur des Cahiers Jacques Maritain.
2013. **Mme. DROUIN (Jeannine)** - Directrice de recherche honoraire au CNRS.
2013. **M. FAVENNEC (Denis)** - Professeur de Mathématiques Spéciales au lycée Michel Montaigne (Bordeaux).
2017. **M. DANDREY (Patrick)** - Professeur émérite de littérature française à la Faculté des Lettres Université Paris-Sorbonne.
2021. **M. ARMAND (Jean Pierre)** - Cancérologue - Consultant senior en oncologie, Direction de l'Innovation Médicamenteuse et Thérapeutique Précoce (DITEP), Institut Gustave Roussy.
2021. **Mme. CAZALS (Géraldine)** - Professeur des Universités - Membre junior de l'IUF - Faculté de Droit, Sciences Politiques - Université Bordeaux Montaigne.

### **CORRESPONDANTS ÉTRANGERS**

#### **CLASSE DES SCIENCES**

1990. **M. HAINARD (Pierre)** - Professeur honoraire à l'Institut de botanique systématique et géobotanique, bâtiment de biologie, Université de Lausanne.
2012. **M. HAMADA (Boudjema)** - Professeur de Chimie à l'Université H. Bougara de Boumerdès (Algérie).
2013. **M. CASTELLET (Manuel)** - Professeur de mathématiques (géométrie et topologie) à l'Université autonome de Barcelone.
2016. **M. PUIGDOMENECH (Pere)** - Professeur à l'Université autonome de Barcelone (CSIC), Membre de l'Académie d'Agriculture de France.
2018. **M. CONNERADE (Jean-Patrick)** - Physicien-poète - Professeur à l'Imperial College de Londres. Président de l'European Academy of Science Arts and Literature.

2019. **Mme. VOITENKO (Zoïa)** - Professeur de Chimie Organique - Université Nationale Taras Chevtchenko de Kiev.
2022. **M. WAHLI (Walter)** - Professeur émérite Université de Lausanne (UNIL), Directeur Fondateur du Centre intégratif de Génomique, Professeur invité auprès de la Lee Kong Chian School of Medicine, Singapour.

### CLASSE DES INSCRIPTIONS ET BELLES-LETTRES

1997. **Mme. WEINER (Dora B.)** - Professeure d'humanités médicales à l'Université de Californie à Los Angeles.
2006. **Mme. MARCONDES CESAR (Constança)** - Professeure de philosophie à l'Université pontificale de Campinas.
2011. **M. QUISQUATER (Jean-Jacques)** - Cryptographe belge - Professeur à l'Université catholique de Louvain.
2018. **M. NAMATOV (Mirlan)** - Professeur à l'Institut français pour l'étude de l'Asie centrale.

### NÉCROLOGIE

#### Classe des Sciences

Henri MASCART  
Simone ALIÉ-DARAM

#### Classe des Inscriptions et Belles-Lettres

Jacques ARLET







## ÉLOGE DE JACQUES ARLET

Par M. Pierre LILE<sup>1</sup>

Jacques Arlet nous a quittés fin novembre dernier. Un an auparavant, il avait eu la joie de fêter ses 100 ans, un verre de champagne à la main, comme en témoigne une très sympathique photographie parue sur internet. C'est pour moi un privilège de pouvoir faire devant vous son éloge, car il me donne en même temps la possibilité de rendre hommage au dernier de mes trois mentors, avec le doyen Lazorthes et madame Enjalbert, qui m'ont introduit puis accompagné au sein de notre académie.

« Monsieur » Arlet, comme je l'ai toujours appelé, était fort connu sur la place de Toulouse, comme professeur de médecine et hospitalier, par ses activités de double académicien et surtout comme historien de la Ville rose. C'est de ces trois activités que je voudrais vous entretenir.

Il est né en 1920 à Nancy, son père ingénieur des Mines ayant son poste en Lorraine. Il fait ses études secondaires à Paris au Collège Saint-Louis de Gonzague et commence celles de médecine dans la même ville, les continue à Bordeaux puis à partir d'octobre 1940 à Toulouse alors en zone libre (nous sommes sous l'Occupation). Externe à l'Hôtel-Dieu, puis interne dans un service de médecine générale à Purpan en 1947, cherchant à se spécialiser, il s'intéresse à une partie de la médecine interne groupant en vrac : sciatique, goutte, rhumatismes, tumeurs des os, séquelles de fractures..., mais qui n'existait pas

---

<sup>1</sup> Éloge prononcé à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du jeudi 14 avril 2022

en tant que spécialité. Il y avait alors seulement une activité de haut-niveau clinique à Aix-les-Bains (docteur Jacques Forestier) et à Paris (professeur De Sèze), qui l'incite à un apprentissage indispensable dans ces deux villes. Plus tard, entre 1952 et 1954, il travaillera comme chercheur au Collège de Harvard à l'hôpital général du Massachusetts à Boston, auprès du professeur Bauer ; puis à l'université d'Oxford, auprès du professeur Trueta, Catalan exilé en Angleterre après l'arrivée de Franco et qui sera le pionnier de l'aventure de la vascularisation osseuse et de l'importance de celle-ci dans toute la pathologie de l'appareil locomoteur.

C'est justement dans ce domaine qu'il développe à Toulouse l'étude des maladies de la hanche, notamment de la nécrose de hanche, et qu'il crée dans le service du professeur Paul Ficat, à l'Hôtel-Dieu, un groupe autonome de recherche, ce service devenant alors un véritable département de pathologie ostéo-articulaire regroupant dans le même lieu médecine, chirurgie, rééducation, laboratoire, une nouveauté à Toulouse à cette époque ! Il travaille particulièrement à l'examen des fragments de moelle osseuse, carotte obtenue par le forage de la tête fémorale atteinte, qui lui révèle qu'il existe non pas un mais plusieurs stades de nécrose possibles et surtout un stade 1, *pré-radiologique*, le seul accessible à une thérapeutique. Plus tard, toujours avec son ami Ficat, il organisera à Toulouse plusieurs symposiums internationaux où il exposera cette avancée majeure, souvent controversée alors, mais devenue vite une évidence. En 1989, se crée à Londres, sous sa directive, l'ARCO - Association de recherches sur la circulation osseuse -, très cosmopolite, où travailleront ensemble Français, Anglais, Japonais, Américains, Coréens, qu'ils soient cliniciens, chercheurs en physiologie expérimentale ou en médecine nucléaire. Leurs travaux figureront dans un bulletin publié deux fois par an. Il en sera le président fondateur durant cinq ans.

Médecin des hôpitaux, puis professeur de médecine à l'Université Paul Sabatier dès 1973 et chef du service de rhumatologie du CHU de Rangueil, malgré ses travaux, il est un enseignant attentif à ses élèves, comme à ses malades : cours et conférences, consultations hospitalières, expérimentations thérapeutiques, direction de thèses, multiples publications dans la presse rhumatologique internationale, ouvrages médicaux associant ses collaborateurs. Il laissera le souvenir d'un maître d'une grande humanité.

En 1987, deux ans avant l'arrêt de son activité hospitalière, il est élu membre correspondant dans la classe des sciences de notre Académie, trois ans après membre titulaire. Il en deviendra rapidement archiviste en succession de Louis Campan. Assidu dans sa fonction, il en assume tous les aspects : rapporteur des Prix de l'année 1987, présentation ou promotion de plusieurs candidats, rédacteur de nombreux « éloges ». En janvier 1995, il rédige un rapport détaillé faisant le point sur notre Médailler, une collection de monnaies qui fut achetée par l'Académie en 1763 aux héritiers de monsieur de Saint-Amand, ex-trésorier perpétuel. Ses communications furent toujours enrichissantes, comme par exemple : « Les médecins dans l'œuvre de Georges Simenon » où il remarque que les portraits dessinés sont assez remarquables depuis le médecin de campagne, le légiste ou celui du Grand patron ; « Le choléra de 1832 vu de Toulouse » ; « Notre académie, tribune des médecins et chirurgiens toulousains au XVIIIe siècle » ; ou encore dans le domaine de l'art, « Toulouse romantique vue par un peintre de talent, Léon Soulié, artiste un peu injustement oublié ». Vous le voyez, nombre de ses communications témoignent de son grand intérêt pour l'histoire de la médecine. Il disait toujours que la médecine comme l'art sont « *enfants du passé* ». En 2002, il est élu Mainteneur des Jeux Floraux et il partagera ses activités entre les deux Académies.

J'ai parlé tout à l'heure du verre de champagne, j'aurais dû aussi mentionner la grande satisfaction que lui apporta la parution de son dernier et dix-huitième ouvrage, *Les cent merveilles de Toulouse*, car il me semble que l'écriture a toujours compté pour lui autant que la médecine. Au-delà des chroniques bien connues de vous tous sur la vie à Toulouse au XIX<sup>e</sup> siècle, grand succès de librairie..., et des séances de signatures qu'il affectionnait, en témoignent pour moi trois biographies remarquables : en 1988, celle de son maître, Jacques Forestier, un des plus grands rhumatologues français, mais où deux chapitres seulement de l'ouvrage sont consacrés à son parcours médical, tant le reste de sa vie est riche en événements de toutes sortes, en particulier olympiques ; en 1992, celle de Casy Rivière, ce curé d'Ariège, ami des poètes, profondément original, qu'il avait bien connu et dont il avait pu consulter toute la correspondance avec des écrivains célèbres comme Mauriac, Montherlant ou Kessel ; en 2008, celle du *Général La Fayette, gentilhomme d'honneur*, titre de l'ouvrage. Grâce à une documentation exceptionnelle, notamment celle de la bibliothèque du Congrès à Washington, il a pu éclairer la vie compliquée et controversée du héros de la Guerre d'indépendance américaine, durant la Révolution française, mais aussi dans les prisons autrichiennes ou après la Restauration. Donc un historien à part entière.

Mais aussi, amateur de peinture, de musique et de littérature, membre de plusieurs sociétés savantes en France et à l'étranger, double académicien dans notre ville, le professeur Arlet me fait penser à un de ces médecins du XVIII<sup>e</sup> siècle qui, dans l'esprit de *L'Encyclopédie*, surent être en même temps botanistes, naturalistes, poètes, écrivains et... parfaits académiciens.

Je voudrais terminer cet éloge par un souvenir qui, je pense, lui aurait plu. Ses parents étaient tous deux Périgourdin et moi-même, ayant passé mon enfance à Périgueux. Il nous arrivait, lors de nos réunions de travail du mardi aux archives, d'évoquer ensemble la magie de la Dordogne et ceux qui l'avaient ressentie : nous parlions ainsi de Fénelon, exilé dans ses terres par Louis XIV à la suite de la fameuse querelle du Quiétisme, arrivant en carrosse, le soir tombé, vers Salignac, quitté 30 ans auparavant et se demandant, je cite<sup>2</sup> : « *quel étrange charme l'avait donc possédé dès les premiers éclats sur la Vézère, jusqu'à ce soir qui attisait l'envoûtement de sa vallée ?* » Ou, deux siècles plus tard, dans l'entre-deux guerres, d'Henry Miller quittant les Etats-Unis pour la Grèce et visitant auparavant la Dordogne. Dans le prologue de son merveilleux *Colosse de Maroussi*<sup>3</sup>, il écrit : « *Un coup d'œil sur la rivière noire et mystérieuse du haut de la magnifique falaise, quand on sort de Domme, suffit pour qu'on emporte un souvenir d'une gratitude impérissable* », et plus loin : « *Il se peut qu'un jour la France cesse d'exister mais la Dordogne survivra tout comme les rêves dont se nourrit l'âme humaine* ».

---

2 Anne-Sophie Jacouty, *Du côté où se lève le soleil*, Philippe Rey, 2006.

3 Henry Miller, *Le Colosse de Maroussi*, éditions du Chêne, 1958.





## ÉLOGE DE GUY FRANCO

Par M. Jacques PÉCHAMAT<sup>1</sup>

Si vous cherchez dans notre bibliothèque vous trouverez un livre intitulé *Le Jardin de Juan*. Son auteur, Guy Franco, est un confrère de grande culture linguistique, littéraire, historique, politique et de défense qui a consacré sa vie à sa famille, à ses étudiants, à la sécurité de la France et à son rayonnement, notamment pour la culture et la langue française.

Il raconte l'épopée du jeune couple, Juan et María Franco, Espagnols venus des montagnes andalouses où ils avaient de la peine à survivre. En Algérie, puis au Maroc, ils espéraient vivre une aventure. De migrants, ils sont devenus colons, ils font tous les métiers, maçons, charpentiers, entrepreneurs et surtout agriculteurs. Petit à petit leur rêve se construit, ils louent un lopin de terre, creusent leur puits, agrandissent leur habitation, parlent la langue arabe avec les autochtones, dans un environnement modeste de travailleurs. En 1932, alors que Juan vient, à 56 ans, d'acquérir la nationalité française, alors que le chancelier Brüning signifie à François Poncet que l'Allemagne ne paierait plus ses dettes de guerre, au moment où le général Giraud «pacifie» le Tafilalet, le treizième enfant du couple arrive ; sont-ce des auspices significatifs ? Le petit Guy grandira dans ce pays entre les études et la collaboration au travail de la ferme, avec ses

---

<sup>1</sup> Éloge prononcé à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du jeudi 9 juin 2022

camarades marocains et immigrés français ou espagnols. Il obtiendra son baccalauréat au lycée Gouraud de Rabat.

Le parcours de Juan son père et de sa mère Maria est une saga brillamment rapportée par Guy dans *Le jardin de Juan* publié en 1976. Il nous fait aimer l'aventure et les habitants de ces deux pays qui les ont accueillis, notamment les Marocains. L'agriculture, les coutumes marocaines, la cuisine n'ont aucun secret pour lui. En visite, rue de Rabastens, il nous faisait toujours goûter, avec insistance, ces gourmandises.

Ses études supérieures se sont développées à Bordeaux, où l'université avait des relations spéciales avec l'Afrique par les moyens navals de liaisons. Il y a obtenu les diplômes de lettres qui lui ont permis d'accéder au ministère de la coopération puis, plus tard, à l'université de Toulouse.

Affecté à Tétouan pour ouvrir le premier centre culturel français du Maroc avec son épouse Évelyne, en plein Rif, il est mêlé aux relations complexes entre les franco-marocains et les autochtones. Son fils Michel y naîtra.

Au bout de cinq ans, il est affecté en Côte d'Ivoire où il découvre l'Afrique noire et apprécie toutes les richesses et subtilités de cette autre Afrique ; sa fille Marie-Hélène y naîtra. Très souvent il fera allusion à ces expériences humaines et sera prolix pour expliquer les différences et subtilités des âmes nord-africaines et noires. Cela vaudra à son épouse Évelyne, elle aussi née au Maroc, ayant publié récemment *Cinq années africaines*, de faire comprendre les subtilités des âmes africaines.

Après ces dix ans sur le terrain, il vient à l'université de Lettres de Toulouse, il y enseigne les langues hispaniques. Il crée et dirige l'École Supérieure des cadres interprètes-traducteurs du Mirail, école d'interprètes très recherchée.

Son service militaire lui ayant fait découvrir le monde des Armées, il entre aux cours de officiers de réserve et en retire une sensibilité permanente aux questions de défense conjuguées à son expérience diplomatique et africaine. Plus tard, en 1981, sélectionné pour la 34<sup>e</sup> Session Nationale de l'Institut des Hautes Études de Défense Nationale, il est engagé à diffuser l'esprit de défense et s'investit à l'Association Régionale de Toulouse dont il devient vice-président et acteur des activités de sensibilisation et d'études. Il participe aux études prospectives géopolitiques lors de la chute du mur de Berlin, plus récemment du 11 septembre 2001 et encore de la guerre du Golfe et des crises irako-syriennes. Expert sur l'Afrique, il dirige le groupe chargé des études sur ce continent ; il invite ses amis tunisiens à venir expliquer leur point de vue et le rôle de leur pays modéré dans une Afrique bouillonnante, notamment avec les ambitions de la Lybie de Kadhafi.

En tant que co-président de l'association France-Tunisie avec son ami Mansour Sayah, il a une attention particulière pour les étudiants et travailleurs tunisiens résidants à Toulouse. Il pratiquait aussi bien l'arabe dialectal marocain que tunisien et avait étudié l'arabe classique à l'Institut Bourguiba de l'université de Tunis au long de cinq étés studieux.

Dévoué à la cause publique, il a participé activement à l'élection de Pierre Baudis. Il fut trente ans adjoint au maire, plus particulièrement chargé de la sécurité puis de l'environnement, des pompiers, des bibliothèques municipales, puis du rayonnement international de la ville de Toulouse - je citerai l'exemple de la coopération avec la ville chinoise de Chongqing, des relations étroites avec l'Afrique du Nord. Il a notamment organisé les visites de l'Amiral Philippe de Gaulle et de l'Amiral Flohic lors de l'exposition sur le Général De Gaulle à la Bibliothèque municipale.

C'était aussi un homme de lettres qui a commencé en 1967 par *Pas de visa pour Abidjan* chez Privat, puis *Le Jardin de Juan* en 1976, *Maroc* en collaboration avec Jean

Brignon et Pierre Minvielle, *Présence et Poèmes, Tunisie* en collaboration avec Pierre Minvielle et son fils Michel Franco chez Peuples et horizons.

À l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres où il est admis sur le rapport de Pierre Gérard en mars 1989, il sera élu directeur en 2002 et président de 2004 à 2006. Il s'investit aussi à l'association de Défense de la Langue Française dont il a été président et pour laquelle il a fait une conférence publique sur Gérard de Nerval (2008).

Ses communications portent sur : la Défense et l'Afrique ou l'Islam : l'Institut des Hautes études de Défense Nationale ; le traité de Tordesillas, 1494, le partage du Nouveau Monde ; Défense et sécurité de la Méditerranée ; l'Islam aujourd'hui, l'Indonésie aujourd'hui ; 1921, la bataille d'ANNUAL (Rif), une tragédie pour l'Espagne et pour la monarchie marocaine. En séance publique il transmet sa passion pour Yuko Mishima et Antonio Vallejo Nájera psychiatre espagnol et Huhio Mishima le 4 décembre 2005.

Tel fut Guy Franco, chef de sa famille à l'image de Juan : un lettré, grand expert des cultures hispanique et nord-africaine, toujours disposé à citer telle coutume africaine ou tel auteur ou poète hispanisant ; un fervent patriote, dévoué pour la sécurité et la grandeur de la cité et de la patrie, passionné de géopolitique, engagé pour la défense, le rayonnement et la puissance ; un ami fidèle, sensible mais exigeant, dévoué pour le bien, la culture et la gloire de la France.







## ÉLOGE D'HENRI MASCART

Par M. Michel SICARD<sup>1</sup>

Notre confrère Henri Mascart est décédé le 20 décembre 2021 à l'âge de 93 ans. Il a été Secrétaire Perpétuel pendant de nombreuses années.

Ancien élève de l'École Normale Supérieure de la rue d'Ulm, il a été professeur de mathématiques à la Faculté des Sciences devenue Université Paul Sabatier. C'était un algébriste qui s'est consacré à l'enseignement. Il a édité huit livres d'exercices avec les solutions : *Fonctions d'une variable réelle*, *Algèbre linéaire et applications*, *Équations différentielles*... Il a dirigé la thèse de M. El-Yaacoubi.

Il était très exigeant pour ses étudiantes et étudiants qui le redoutaient. Il avait une réelle compassion pour les difficultés que rencontraient les étudiants dans leur passage à l'Université. En témoigne sa communication à l'Académie où il appelle à l'accueil et l'aide pour ceux qui subissent des discriminations et des situations dramatiques. Il participe au Service d'Accueil des étudiants étrangers créé à l'Université en 1970.

---

<sup>1</sup> Éloge prononcé à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du jeudi 12 mai 2022

Il est élu membre correspondant de l'Académie le 30 mai 1969 sur proposition de M. Huron puis secrétaire adjoint le 29 janvier 1975 et Secrétaire Perpétuel le 24 décembre 1988. Daniel Blanc, ancien Président de l'Académie lui succède le 12 juin 2008 suite à un changement de statuts. Au décès de Daniel Blanc, je suis élu Secrétaire Perpétuel le 28 janvier 2010.

### **Communications :**

10 novembre 1971 : « La vérité en mathématiques ».

27 janvier 1977 : « La scolarité en France des étudiants étrangers ».

23 novembre 1995 : « Louis Pasteur et l'Ecole Normale Supérieure ».

12 mars 2003 : « Un académicien : le chevalier Jean-Charles de Borda ».

9 juin 2004 : « Une curiosité à propos de la divisibilité par 9 ».

8 décembre 2005 : « Sur un point d'histoire contemporaine » à propos de l'élection de Salvadore Allende ».

### **Activités :**

Désigné le 27 janvier 1972 pour participer aux travaux sur Pierre de Fermat et son théorème, il prend en charge l'examen de l'essai de M. Gilles et donne son rapport le 10 janvier 1973. A la réponse de M. Gilles, il donne deux commentaires et assure la correspondance sur ces sujets jusqu'au décès de ce dernier en janvier 1975.

Il rend compte de la part faite à Pierre de Fermat lors du Congrès international des Mathématiciens de janvier 1975.

Il récuse au nom de l'Académie un travail signé Gairard concernant la démonstration du théorème de Fermat.

Il rapporte pour l'attribution du prix Ozenne de Mathématiques à Michel Mazan. Il est en charge du rapport général des prix de 1977.

Il représente l'Académie à des congrès extérieurs : Turin le 24 novembre 1983, Lyon le 26 octobre 1991, Rouen le 15 octobre 1994.

Il témoigne des négociations concernant l'Hôtel d'Assézat le 26 mai 1994.

Il rapporte pour les élections de membres correspondants de M. Terjanian (1977), M. Stoka (1982), M. Castellet (2013), M. Picone Président de l'Académie des Sciences d'Italie, et de M. Viviens Maheu.

Il prononce les éloges de Georges Létinier en 2004 et de Jean Combes en 2013.

Henri Mascart a beaucoup donné à l'Académie en assurant la continuité. Il portait des jugements précis sur les candidatures à l'entrée comme correspondants ce qui avait une influence certaine en raison de sa forte personnalité et de sa mémoire des faits et des hommes. Il avait privilégié le recrutement de mathématiciens étrangers. Le Trésorier Perpétuel Jean Laroche a eu un rôle essentiel pour le maintien à son plus haut niveau des lourdes charges de l'Académie.

De secrétaire adjoint à Secrétaire Perpétuel pendant 33 ans, on doit à Henri Mascart la reconnaissance de son dévouement de tous les instants.

# OBÉSITÉ ET CANCER : DIALOGUE INSOLITE ENTRE TISSUS ADIPEUX ET CANCÉREUX

Par Mme Catherine MULLER-STAUMONT<sup>1</sup>

## Le lien entre obésité et cancer

Il est désormais admis par l'ensemble de la communauté scientifique et médicale que l'obésité entraîne une augmentation de la mortalité par cancer. Ce lien a été formellement établi grâce à l'étude prospective parue en 2003 dans le *New England Journal of Medicine* de Calle et co-auteurs, incluant plus de 100 000 patients, qui a montré qu'aux États-Unis 15 à 20% de la mortalité par cancer était lié au surpoids et à l'obésité (Calle *et al.*, *New England Journal of Medicine*, 2003). Ces données ont des conséquences majeures en termes de santé publique, puisque le surpoids et l'obésité sont en augmentation constante dans le monde, et que leur prévalence atteint maintenant des dimensions alarmantes. En effet, l'Organisation mondiale de la santé montre qu'en 2016, deux milliards d'adultes dans le monde sont en surpoids, et 700 millions sont obèses. L'une des mesures les plus utilisées de l'importance de la graisse corporelle est l'indice de masse corporelle (IMC), défini comme le poids en kilogrammes divisé par le carré de la taille en mètres. Un IMC supérieur à 25 définit le surpoids tandis qu'un IMC supérieur à 30 définit l'obésité. Le lien entre obésité et mortalité par cancer s'explique à la fois par une augmentation de l'incidence (c'est-à-dire leur nombre) des cancers (en particulier celle des cancers de l'endomètre, de l'œsophage, du côlon, du rein et du sein en période post-ménopausique) et de leur agressivité (cancer du sein et de la prostate principalement) chez les sujets en surpoids et obèses. Par exemple, dans le cas du cancer du sein et indépendamment du statut ménopausique, l'obésité est un facteur indépendant de mauvais pronostic, les femmes obèses présentant des tumeurs à un stade avancé et qui métastasent plus fréquemment (Ewertz *et al.*, *Journal of Clinical Oncology*, 2011). Dans cette vaste étude, lorsque les données des patientes ont été ajustées en fonction des caractéristiques de la maladie, le risque de développer des métastases à distance après 10 ans était significativement augmenté de 46 % pour les patientes ayant un IMC de 30 kg/m<sup>2</sup> ou plus, ce qui montre l'impact majeur de l'obésité sur la gravité de la maladie (Ewertz *et al.*, *Journal of Clinical Oncology*, 2011).

Comprendre le lien entre l'agressivité des cancers et le surpoids et l'obésité est l'objectif principal de mon équipe de recherche créée en 2008 et située à l'Institut de Pharmacologie et de Biologie Structurale qui est une Unité mixte de Recherche entre

---

<sup>1</sup> Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 28 octobre 2022.

le CNRS et l'Université Paul Sabatier. Plusieurs hypothèses peuvent être évoquées pour expliquer ce lien qui est probablement complexe. Par exemple, un retard au diagnostic peut être observé chez les patients obèses, ceux-ci étant généralement moins adhérents aux différentes campagnes de dépistage. Le traitement peut aussi être inapproprié avec une augmentation de la morbidité et de la mortalité opératoire, et la délivrance de doses insuffisantes de radiothérapie ou de chimiothérapie liée à des critères physiques. Toutefois l'hypothèse que nous favorisons est celle de facteurs liés à l'hôte (le ou la patiente obèse) qui rendrait les tumeurs plus agressives en modifiant leurs caractéristiques biologiques (augmentation de leur prolifération, de leur survie, de leur capacité à disséminer localement ou à distance) *via* des facteurs délivrés par la masse adipeuse augmentée.

### **Le cancer est une maladie tissulaire**

Il y a plus de 15 ans nous avons émis l'hypothèse que le tissu adipeux à proximité des tumeurs pourrait participer à l'évolution de ces dernières et que ce dialogue délétère pourrait être amplifié en condition d'obésité. Avant de parler plus spécifiquement du tissu adipeux, il faut évoquer la théorie du microenvironnement en cancérologie, théorie qui a soutenu notre hypothèse. Outre les modifications épigénétiques et génétiques qui se produisent dans les cellules tumorales (mutations sur des oncogènes ou des gènes suppresseurs de tumeurs), il est désormais admis que la progression des tumeurs est également le résultat d'un dialogue bidirectionnel entre les cellules tumorales et les cellules normales environnantes, ce que l'on appelle le stroma tumoral ou le microenvironnement tumoral. Les tumeurs ont été décrites comme des « *blessures qui ne guérissent jamais* » par le Dr Dvorak en 1986, car elles s'entourent d'un microenvironnement permissif pour la croissance maligne (Dvorak, 1986). Les cellules cancéreuses génèrent un microenvironnement favorable en activant la réponse de cicatrisation de l'hôte impliquant par exemple les fibroblastes, les cellules endothéliales ou les macrophages. Lors du processus de cicatrisation, les facteurs de croissance, les composants de la matrice extracellulaire et les nouveaux vaisseaux vont contribuer au processus de ré-épithélialisation et ce processus va s'interrompre lorsque la plaie sera guérie. Dans le cancer, il s'agit d'un processus perpétuel qui, une fois initié, va contribuer à la croissance et à la dissémination de la tumeur. Cité ici comme exemple, les travaux du Dr Dvorak n'ont pas été les seuls à établir ce rôle du microenvironnement. Déjà en 1889, Stephen Paget avait examiné les données post-mortem recueillies auprès de 735 femmes atteintes d'un cancer du sein et avait constaté que la distribution des métastases dans les organes de ces patientes n'était pas aléatoire. Paget avait suggéré que les métastases n'étaient pas le fruit du hasard, mais que certaines cellules tumorales (la « graine ») se développaient de préférence dans le microenvironnement de certains organes (le « sol ») et que les métastases n'apparaissaient que lorsque la graine appropriée était implantée dans le sol adéquat. Jusqu'aux années 2000, la plupart des études consacrées aux interactions entre les cellules cancéreuses et les cellules environnantes ont mis l'accent sur le rôle des fibroblastes, des cellules endothéliales et des cellules inflammatoires.

### **Il existe une proximité entre les cancers et les tissus adipeux**

Lorsque nous avons débuté nos travaux, en collaboration avec le Pr Philippe Valet, très peu d'attention avait été accordée aux adipocytes, bien qu'il fût évident que dans de nombreux cancers, il existait une proximité physique entre les tumeurs et le tissu

adipeux. En effet, les dépôts de tissus adipeux sont localisés dans différentes régions du corps, ces différents dépôts présentant entre eux des différences structurales et fonctionnelles. Dans le cancer du sein, un contact physique va s'établir entre le tissu adipeux mammaire et le cancer dès que ce dernier devient localement invasif. Cette proximité avec le tissu adipeux va se retrouver au cours de l'histoire naturelle de nombreux cancers ayant disséminé localement. C'est le cas du cancer de la prostate qui va « rencontrer » la graisse péri-prostatique, du cancer du côlon qui vient au contact de la graisse péri-viscérale, du mélanome invasif qui envahit le tissu adipeux sous-cutané ou d'un ensemble de cancers (ovariens, digestifs) qui, en disséminant dans le péritoine, vont se localiser au niveau du tissu adipeux omental. Enfin, la proximité entre les adipocytes et les cellules cancéreuses va se retrouver au niveau des métastases osseuses dans le tissu adipeux médullaire. Parmi les cellules qui composent le tissu adipeux, on retrouve majoritairement des adipocytes matures ainsi que, dans une fraction dite « stroma vasculaire », d'autres cellules telles que des progéniteurs adipocytaires, des fibroblastes, des macrophages, des lymphocytes, des péricytes et des cellules endothéliales. L'adipocyte gère les fluctuations énergétiques induites par l'apport alimentaire ou les états de jeûne en stockant l'énergie sous forme de triglycérides ou en la libérant sous forme d'acides gras libres. À côté de sa fonction de réservoir d'énergie, l'adipocyte est également une cellule endocrine active qui sécrète une grande variété de molécules (appelées adipokines) qui sont impliquées entre autres dans la régulation de l'appétit et de la balance énergétique, le métabolisme lipidique, la sensibilité à l'insuline et la régulation de la pression artérielle. Ces fonctions des adipocytes en font d'excellents candidats susceptibles de modifier le comportement des tumeurs. En effet, parmi les sécrétions adipocytaires, on retrouve des cytokines pro-inflammatoires comme le TNF $\alpha$  (*Tumor Necrosis Factor  $\alpha$* ), ou certaines interleukines (IL1 $\beta$ , IL6), des hormones (stéroïdes, glucocorticoïdes), certains lipides (prostaglandines, acide lysophosphatidique), des molécules pro-angiogéniques (VEGF pour *Vascular Endothelial Growth Factor*), des chimiokines (comme MCP1, pour *Monocyte Chemoattractant Protein 1*) et des facteurs de croissance (tels que l'HGF pour *Hepatocyte Growth Factor*) dont beaucoup ont déjà été impliqués dans la progression tumorale. De plus, la cellule tumorale a la particularité d'être très exigeante au plan énergétique pour sa croissance et sa dissémination. Ainsi le dialogue sécrétoire et/ou métabolique entre adipocytes et cellules tumorales pourrait influencer la survie, la prolifération et le potentiel métastatique de ces dernières.

L'ensemble de ces données ont été décrites dans des articles récemment publiés par notre équipe (Attané et Muller, *Trends in Cancer*, 2020 ; Duong *et al.*, *Oncotarget*, 2017).

### **Rôle des adipocytes péri-tumoraux dans la progression tumorale : le concept des adipocytes associés aux cancers**

Afin d'étudier l'influence des adipocytes à proximité des tumeurs, nous avons mis en place au laboratoire en 2008 un système de coculture entre cellules cancéreuses mammaires et adipocytes, les deux populations étant séparées par un insert autorisant le passage de facteurs solubles. Après trois à cinq jours de coculture, nous avons étudié le comportement de ces cellules tumorales « éduquées » par les adipocytes. Parmi les différentes caractéristiques des tumeurs ainsi modifiées, nous avons retrouvé une augmentation de leurs propriétés invasives à la fois *in vitro* et *in vivo*, qu'il s'agisse de cellules exprimant ou non le récepteur aux œstrogènes. Ainsi, des cellules tumorales mammaires « éduquées » par des adipocytes et injectées dans la queue d'une souris présentent une capacité à former des métastases pulmonaires très fortement augmentée

(Dirat *et al.*, *Cancer Research*, 2011). Comment les adipocytes peuvent-ils influencer le comportement des tumeurs ? Quelle que soit la lignée de cancer du sein utilisée, ces adipocytes subissent d'importantes modifications. En effet, ils présentent une délipidation partielle et une diminution de l'expression des marqueurs de différenciation adipocytaires. Cette « dédifférenciation » s'accompagne d'un état d'activation marqué par la surexpression de cytokines pro-inflammatoires (interleukine 6 ou IL6, interleukine 1 $\beta$  ou IL1 $\beta$ , *Tumor Necrosis Factor  $\alpha$*  ou TNF $\alpha$ ) ainsi que de protéines de la matrice extra-cellulaire et de son remodelage. Fait majeur, nous avons montré que ces adipocytes modifiés sont retrouvés au front invasif des tumeurs mammaires humaines, soulignant ainsi la pertinence clinique des résultats obtenus dans le système de coculture (Dirat *et al.*, *Cancer Research*, 2011). Nous avons nommé ces cellules des « Adipocytes Associés aux Cancers » ou « *Cancer-Associated Adipocytes* », terme qui est maintenant repris par la communauté scientifique internationale avec plus de 600 citations pour notre article de 2011. Il est important de souligner ici que dans toutes les tumeurs étudiées, les adipocytes à proximité de ces tumeurs vont présenter un phénotype d'adipocytes associés aux cancers ce qui montre qu'il s'agit d'un phénomène général qui n'est pas restreint aux cancers du sein.

Quels sont les médiateurs les plus importants expliquant l'influence des adipocytes associés aux cancers sur la tumeur ? Tout d'abord l'inflammation et en particulier l'IL6. En effet, dans une série de 32 échantillons comparant les caractéristiques des adipocytes péri-tumoraux à des adipocytes normaux issus de mammoplastie de réduction, nous avons retrouvé une augmentation très importante de l'IL6 (7.5 fois) dans les adipocytes associés aux cancers. De façon très intéressante, le niveau d'expression de l'IL6 dans les adipocytes associés aux cancers est corrélé à la taille des tumeurs et à l'envahissement ganglionnaire mais non au type ou au grade de ces dernières (Dirat *et al.*, *Cancer Research*, 2011). Dans notre modèle de coculture, le blocage par des anticorps spécifiques de l'IL6 adipocytaire diminue l'effet pro-invasif des adipocytes, confirmant l'importance de l'inflammation dans le dialogue adipocytes/cancer. Outre l'inflammation, l'importance des protéines de la matrice extra-cellulaire ou de son remodelage a été soulignée par différentes équipes. Une des protéines de la matrice qui est fortement exprimée par les adipocytes péri-tumoraux et qui favorise la croissance des tumeurs mammaires *in vivo* est le collagène VI. De plus, il a été récemment montré qu'un des fragments de clivage du collagène, l'endotrophine, agit comme une molécule de signalisation et augmentait la fibrose, l'angiogenèse et l'inflammation dans le microenvironnement des tumeurs mammaires favorisant ainsi l'agressivité tumorale et en particulier l'apparition de métastases (Duong *et al.*, *Oncotarget*, 2017). La dernière caractéristique des adipocytes associés aux cancers, et qui pourrait être la plus originale, est la perte des AG contenus dans les gouttelettes lipidiques, perte que nous avons observé *in vitro* et *in vivo* (Dirat *et al.*, *Cancer Research*, 2011) ce qui laisse supposer que les adipocytes libèrent ces acides gras dans le milieu extérieur. Cette découverte nous a amenés à proposer qu'il pourrait exister une véritable symbiose métabolique entre les adipocytes (« donneurs d'énergie ») et les cellules tumorales (« receveuses »), hypothèse que nous allons maintenant discuter.

### **Les cellules cancéreuses utilisent les adipocytes comme source d'énergie**

Nous avons récemment montré au laboratoire que ces acides gras libérés par les adipocytes sont transférés dans les cellules tumorales mammaires et qu'ils vont favoriser l'agressivité des tumeurs (discuté dans Attané et Muller, *Trends in Cancer*, 2020). Ce

même dialogue métabolique a été montré dans le cancer de la prostate, du côlon et dans le cancer de l'ovaire disséminé. Les cellules de cancer de l'ovaire disséminent fréquemment au niveau de l'omentum, région péritonéale riche en adipocytes. Sous l'effet d'un processus de lipolyse, les adipocytes se délipident et les tumeurs ovariennes se chargent ainsi en lipides libérés qu'elles accumulent sous forme de gouttelettes. Ce transfert de lipides est important pour la croissance et la dissémination des tumeurs. Ces acides gras libres pourraient être utilisés comme constituants des membranes plasmiques, comme molécules de signalisation mais aussi comme source d'énergie. En effet, un ensemble de travaux récents montrent que les tumeurs, outre le glucose, pourraient utiliser les acides gras libres comme substrat énergétique au travers de la  $\beta$ -oxydation des lipides qui a lieu dans la mitochondrie. Un ensemble de données de notre équipe et d'autres ont validé cette hypothèse en montrant que les acides gras libérés par les adipocytes étaient utilisés pour fournir de l'énergie aux tumeurs (Attané et Muller, *Trends in Cancer*, 2020). Ainsi on voit clairement au travers de cet exemple que les cellules cancéreuses vont se comporter comme de véritables parasites allant puiser dans l'organisme dans les tissus à proximité l'énergie nécessaire pour se diviser et surtout envahir les tissus environnants et à distance. Cette découverte ouvre de nouvelles opportunités de traitement si on arrive à interrompre ce parasitisme énergétique et c'est une hypothèse sur laquelle nous travaillons.

### **Le dialogue local entre tissu adipeux et tissu cancéreux explique-t-il l'aggravation du pronostic de certains cancers chez le sujet obèse ?**

Il existe donc un lien maintenant établi entre l'obésité et le pronostic de nombreux cancers, en particulier le cancer du sein, de la prostate ou du côlon. Comme montré précédemment, l'ensemble de nos résultats ainsi que ceux de nos collègues supportent le concept innovant selon lequel les adipocytes participent à un cercle vicieux initié par les cellules cancéreuses, et leur modification (sécrétion de cytokines pro-inflammatoires, libération d'acides gras) est favorable à la progression tumorale. Notre hypothèse est que les adipocytes présents à proximité des tumeurs seraient, chez l'obèse, encore plus enclins à stimuler la dissémination locale et à distance, ce qui pourrait expliquer le pronostic défavorable observé chez ces patients. Chez le sujet obèse, la taille (hypertrophie) ainsi que le profil de sécrétion des adipocytes est altéré. L'effet de l'obésité sur la composition et la fonction du tissu adipeux a surtout été décrit pour les dépôts adipeux les plus étudiés dans le métabolisme, en particulier le tissu adipeux viscéral. Il est maintenant clairement établi que le tissu adipeux viscéral, c'est-à-dire présent dans les couches profondes de l'abdomen, des sujets obèses présente un état d'inflammation dit de « bas bruit », participant aux nombreux effets délétères métaboliques et cardiovasculaires de l'obésité. Cet état inflammatoire est marqué par une augmentation de la sécrétion de cytokines pro-inflammatoires (dont l'IL6), et par une infiltration de macrophages entourant le plus souvent des adipocytes nécrotiques, structure en couronne encore appelée « *Crown-like structures* » ou CLS. Enfin, ce tissu est souvent chez le sujet obèse le siège d'une fibrose. De façon très intéressante nous avons pu montrer en collaboration avec le centre anti-cancéreux d'Oslo que le tissu adipeux mammaire chez l'obèse présente aussi des modifications. Une hypertrophie adipocytaire, proportionnelle à l'IMC, est également observée dans le tissu adipeux mammaire, ainsi qu'un état inflammatoire, caractérisé par la présence de CLS et l'augmentation de l'expression des cytokines pro-inflammatoires (Vaysse et al., *Npg Breast Cancer*, 2017). Ces résultats ouvrent différentes hypothèses qu'il convient de démontrer en utilisant des systèmes de coculture entre



adipocytes (ou tissu adipeux mammaire) de patientes obèses ou de poids normal et des cellules tumorales. Nous nous sommes consacrés ces deux dernières années à la mise au point de ce système, la difficulté technique reposant sur la nécessité de conserver pendant plusieurs jours des adipocytes viables, surtout quand ils sont isolés de sujets obèses. Ce système est maintenant au point et nous allons étudier l'effet de l'obésité sur l'agressivité des cellules tumorales et essayer de déterminer quel est l'événement prédominant (transfert de lipides, sécrétion augmentée de cytokines pro-inflammatoires) dans cet effet. En parallèle, nous étudions ce transfert de lipides entre cellules tumorales et adipocytes dans des coupes de tumeurs mammaires humaines en utilisant une technologie de pointe qui est l'imagerie par spectrométrie de masse. Nous souhaiterions étudier si ce transfert existe *in vivo* et s'il est augmenté chez les patientes obèses

## Conclusion

En conclusion, nous voyons au travers de ce chemin scientifique que la recherche est un processus lent. La question que nous avons initialement posée, était celle du lien entre l'obésité et l'agressivité de certains cancers, en particulier celui du sein. Nos travaux ont débuté il y a maintenant plus de 14 ans et nous n'avons toujours pas la réponse à cette question ! Toutefois nous avons progressé dans nos connaissances. Le résultat le plus important que nous avons obtenu est la démonstration que, comme d'autres cellules normales, les adipocytes participent à la vie de la tumeur. C'est une grande leçon de la théorie du microenvironnement que d'avoir contribué à montrer que le cancer est un tissu et non un îlot indépendant de cellules tumorales au sein de l'organisme. Ce tissu est donc constitué de cellules cancéreuses et de cellules normales qui vont être modifiées par la tumeur à son propre profit. On peut donc parler de parasitisme des cellules cancéreuses. Les adipocytes sont aussi modifiés toujours de façon identique, quelles que soient les cellules tumorales, et le fait marquant est que ces adipocytes perdent leur contenu en acides gras. Ces acides gras sont transférés dans les cellules tumorales où ils vont être utilisés comme source d'énergie. En effet, de nombreux travaux montrent que les tumeurs sont très dépendantes pour leur croissance de l'énergie fournie par l'organisme ou les cellules environnantes. Les tissus adipeux sont donc de formidables sources d'énergie pour les tumeurs, comme ils le sont pour l'organisme en cas de jeûne ou d'efforts physiques. On voit donc encore une fois que le propre du cancer est de détourner à son avantage des fonctions physiologiques. Nous avons maintenant les outils expérimentaux qui vont nous permettre, enfin, de répondre à la question du lien entre obésité et cancer. Si l'énergie fournie par les adipocytes est l'événement clé de cet effet, nous pouvons envisager d'utiliser des traitements qui pourraient interrompre cette symbiose métabolique. Toutefois, notre optimisme reste mesuré. En effet, les tumeurs sont très adaptatives et il est possible que de les priver d'une source d'énergie (les acides gras des adipocytes) les conduise à adopter une nouvelle source d'énergie prédominante comme le glucose ou certains acides aminés. Au plan sociétal, ce sujet de recherche est très important. Des mesures de santé publique devraient être instaurées pour contrecarrer l'augmentation du nombre de cancers (qui sont de plus agressifs) en lien avec l'obésité. Il faut informer la population que le surpoids et l'obésité sont la troisième cause de cancers évitables derrière le tabac et l'alcool. De plus, les patients en surpoids ou obèses devraient bénéficier de dépistages spécifiques. Au-delà de notre intérêt et investissement dans la recherche fondamentale, nous essayons toujours de contribuer à la diffusion de ces données auprès du grand public et de la communauté médicale.

## Bibliographie

Attané, Camille *et al.*, « Drilling for Oil : Tumor-Surrounding Adipocytes Fueling Cancer », *Trends in Cancer* (6), 2020, 593-604.

Calle, Eugenia *et al.*, « Overweight, Obesity, and Mortality from Cancer in a Prospectively Studied Cohort of U.S. Adults », *New England Journal of Medicine* (348), 2003, 1625-1638.

Dirat, Béatrice *et al.*, « Cancer-Associated Adipocytes Exhibit an Activated Phenotype and Contribute to Breast Cancer Invasion », *Cancer Research* (71), 2011, 2455-2465.

Duong, Minh, *et al.*, « The fat and the bad : mature adipocytes, key actors in tumor progression and resistance », *Oncotarget* (8), 2017, 57622-57641.

Dvorak, Harold, « Tumors: wounds that do not heal. Similarities between tumor stroma generation and wound healing », *New England Journal of Medicine* (315), 1986, 1650-1659.

Ewertz, Marianne *et al.*, « Effect of Obesity on Prognosis after Early-Stage Breast Cancer », *Journal of Clinical Oncology* (29), 2011, 25-31.

Paget, Stephen, « The distribution of secondary growths in cancer of the breast. 1889 », *Cancer Metastasis Review* (8), 1989, 98-101.

Vaysse, Charlotte *et al.*, « Inflammation of Mammary Adipose Tissue Occurs in Overweight and Obese Patients Exhibiting Early-Stage Breast Cancer », *NPJ Breast Cancer* (3), 2017, 19-24.



# LE BANNISSEMENT DU CLERGÉ RÉFRACTAIRE CONTRAIRE À LA DÉCLARATION DES DROITS DE L'HOMME

Par M. Jean-Claude MEYER<sup>1</sup>

Au pays des droits de l'homme, les graves conséquences qui résultèrent de la proscription du clergé réfractaire à la *Constitution civile du clergé* méritent que l'on analyse leur portée dans l'évolution des institutions révolutionnaires. Après les journées des 5 et 6 octobre 1789 qui virent les émeutiers ramener à Paris la famille royale et l'Assemblée nationale, les députés délibérèrent sous la surveillance des clubs et des tribunes, dans la peur d'une « journée parisienne ». En ces circonstances, une centaine de députés s'éloignèrent et cessèrent de venir à l'Assemblée, une attitude aux graves conséquences : ils laissèrent la place libre à leurs adversaires<sup>2</sup>.

Devant la nécessité de combler le déficit de l'État, l'Assemblée nationale, par le décret du 2 novembre 1789, mit les biens-fonds du clergé « à la disposition de la Nation ». Pour réaliser des économies, le décret du 13 février 1790 interdit de faire les vœux de profession religieuse, supprima les congrégations à vœux solennels qui n'avaient pas d'activité hospitalière ou enseignante, et il ordonna la réunion des maisons comptant moins de vingt religieux. Ainsi, par la voie de la question financière pénétrait-on dans la réforme de l'Église de France : ce fut le vote de la loi dite *Constitution civile du clergé* le 12 juillet 1790 (ratifiée par le roi le 24 août). De sa seule autorité, afin de faire correspondre le territoire des diocèses avec les départements, la Constituante supprima cinquante évêchés. Elle décida la nomination des curés et des évêques en les faisant élire par les citoyens actifs du département, sans exclure du vote les citoyens non-catholiques. Elle interdit au nouvel évêque élu de demander au pape la confirmation de son élection ; d'autre part, l'évêque « ne pouvait faire aucun acte de juridiction, en ce qui concerne le gouvernement du diocèse et du séminaire, qu'après en avoir délibéré avec son conseil [les vicaires épiscopaux] ». Nous pouvons dire avec Bernard Barbiche et Ségolène de Dainville-Barbiche : « À la seule lecture de la Constitution civile du clergé, apparaît le caractère objectivement schismatique de certains de ses articles »<sup>3</sup>. Le procureur général syndic du département de la Haute-Garonne reconnaissait ingénument : « Mais qu'est-ce qu'un Concile national ? C'est une Assemblée Nationale. Les libertés de l'Église Gallicane ne sont pas les libertés du Clergé, ce sont les libertés de la Nation »<sup>4</sup>. Le pape

---

1 Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 18 novembre 2021.

2 Jean MEYER & André CORVISIER, *La Révolution française*, coll. « Peuples et Civilisations », Paris, PUF, 1991, t. 1, p. 246-247 et 258.

3 Bernard Barbiche & Ségolène de Dainville-Barbiche, « Le schisme constitutionnel » dans *Archivum Historiae Pontificiae*, 4 (2008), p. 111.

4 Mailhe, *Adresse de Monsieur le Procureur-Général-Syndic À Messieurs les Curés Vicaires*,

ne se prononcera que le 10 mars 1791 par le bref *Quod aliquantum* condamnant la *Constitution civile du clergé*. Entre temps, la Constituante aura imposé aux clercs exerçant des fonctions publiques de se prononcer sous peine de destitution (loi des 27 novembre - 26 décembre 1790), sanction qu'aggraveront la Convention et le Directoire.

### **La sanction du refus de serment à la *Constitution civile du clergé* en 1791**

C'était bien le serment à la *Constitution civile du clergé* que la loi des 27 novembre - 26 décembre 1790 enjoignait aux « évêques, curés et autres ecclésiastiques fonctionnaires publics » de prêter, en jurant « d'être fidèles à la nation, à la loi et au Roi, et de maintenir de tout leur pouvoir la Constitution décrétée par l'Assemblée nationale et acceptée par le Roi ». En effet, la *Constitution civile du clergé* devait faire partie de la Constitution de l'État, laquelle n'était pas encore rédigée. Les intéressés pouvaient-ils hésiter ? Certains crurent se mettre en règle en renouvelant la prestation du serment civique de 1790. Ainsi fit l'abbé Tridon, membre de la Constituante, en la séance du 27 décembre 1790 : « J'ai prêté sans restriction le serment civique. Je jure de maintenir de tout mon pouvoir la constitution décrétée par l'Assemblée nationale [...] en ce qui concerne le régime spirituel de l'Église je ne reconnais d'autorité compétente que celle du Saint-Siège et des évêques ». Par le refus d'accepter ce serment, l'Assemblée constituante refusait de comprendre ce cas de conscience, et la loi des 4-9 janvier 1791 exigea, sous peine de nullité, un serment « prêté purement et simplement dans les termes du décret, sans qu'aucun des ecclésiastiques puisse se permettre de préambules, d'explications ou de restrictions ». Ce refus d'admettre une réserve concernant les questions religieuses peut étonner : l'Assemblée voulait imposer sa réorganisation de l'Église de France. Le législateur prononçait une incapacité à exercer des fonctions publiques : la prestation du serment devait avoir lieu dans un délai de huitaine, à compter de la publication, pour les ecclésiastiques exerçant des fonctions publiques ; à défaut ils seraient réputés avoir renoncé à leurs fonctions et remplacés. Il s'agissait d'une sanction rigoureuse puisque l'intéressé n'était pas autorisé à prêter ultérieurement le serment exigé. L'Assemblée constituante ne revint pas sur cette sanction quand, le 10 août 1791, elle détacha la *Constitution civile du clergé* de la Constitution<sup>5</sup>.

Succédant à la Constituante, l'Assemblée législative s'inquiéta des troubles survenus à l'occasion du remplacement des curés et vicaires qualifiés de réfractaires ou insermentés. Rapporteur du projet de loi, François de Neufchâteau en donna lecture : « Les décrets de l'Assemblée nationale constituante des 12, 24 juillet et 27 novembre 1790, continueront d'être suivis et exécutés selon leur forme et teneur, mais avec les modifications suivantes, que l'achèvement de la Constitution rend aujourd'hui nécessaires : 1° La formule du serment civique, portée en l'article 5 du titre II de l'Acte constitutionnel, sera substituée au serment provisoire qui avait été prescrit par lesdits décrets [...] »<sup>6</sup>. Des députés s'y opposèrent énergiquement<sup>7</sup>. « [...] les prêtres rebelles

---

*Desservants, et au bon Peuple du département de Haute-Garonne, SUR la Constitution civile du Clergé*, À Toulouse, chez Desclassan, s.d., p. 137.

5 Jean Leflon, *La crise révolutionnaire (1789-1846)*, coll. « Histoire de l'Église », 1949, p.85, les Archives parlementaires, t. 29, p. 321, séance du 10 août 1791.

6 *Les Archives parlementaires*, t. 35, séance du 21 novembre 1791, p. 276.

7 *Ibid.*, Interventions de : Albitte (p. 276), Cambon (p. 280), Merlin de Douai (p. 280), Gouhier (p. 279).

*sont des ennemis que nous devons combattre avec des armes vigoureuses, et non pas avec des mots (Murmures). Oui, les prêtres réfractaires tireront de cet article les armes les plus fortes contre vous. Vous allez les mettre à même d'être nommés à toutes les cures. Ils vont être les ministres des mêmes paroissiens dont ils ont gangrené l'esprit [...] », déclara Albitte. Cambon protesta : « Pourquoi voulez-vous annuler le serment du 27 novembre ? C'est pour faire croire au peuple qu'il existe une différence. Voilà ce qu'il ne faut pas ». Merlin de Douai renchérit : « Les prêtres non assermentés sont vos plus cruels ennemis [...] décrétez qu'ils pourront, avec le serment purement civique, rentrer dans leurs fonctions, vous perdez les prêtres assermentés sans espoir de regagner les autres ». Vainement intervint Gouhier : « On semble craindre que l'abolition du serment ecclésiastique ne forme deux classes de prêtres assermentés ; et moi, je soutiens au contraire que c'est le seul moyen pour qu'il n'y ait qu'une seule classe de ministres du culte catholique. Quand tous tiendront à la Constitution ; quand tous auront contracté l'obligation de respecter la loi et de s'y soumettre, quelle différence existera-t-il entre eux ? »*

Le 29 novembre 1791, l'Assemblée décréta : « Art.1<sup>er</sup>. Dans la huitaine à compter de la publication du présent décret, tous les ecclésiastiques, autres que ceux qui se sont conformés au décret du 27 novembre dernier [1790], seront tenus de se présenter devant la municipalité du lieu de leur résidence, d'y prêter le serment civique dans les termes de l'article V du titre II de la Constitution ». Il résultait des débats que la Législative maintenait pour les prêtres qui, exerçant en 1790 des fonctions publiques, avaient refusé de prêter le serment à la *Constitution civile du clergé* dans les délais impartis, les conséquences résultant de leur refus : la prestation du nouveau serment civique n'aurait pour effet que le maintien de leur droit à pension. D'autre part, le refus de prêter le nouveau serment, outre la déchéance de leur droit à pension, les rendait « *réputés suspects de révolte contre la loi, et de mauvaises intentions contre la patrie, et comme tels plus particulièrement soumis et recommandés à la surveillance de toutes les autorités constitués* »<sup>8</sup> ; celles-ci, en cas de troubles dans leur commune de résidence, pouvaient prononcer leur éloignement et les dénoncer aux tribunaux. C'était une aggravation sensible de leur statut. Malgré le veto royal, maintes autorités locales appliquèrent ce décret<sup>9</sup>. Ainsi, l'Assemblée législative fermait-elle toute solution à la crise qui résultait de la *Constitution civile du clergé*. Elle allait prendre des mesures encore plus sévères dans le contexte d'une année 1792 marquée par les premiers revers subis dans la guerre, la naissance de l'idée d'un complot dirigé contre « *les patriotes* », la chute de la monarchie le 10 août et la Commune insurrectionnelle à Paris.

### **Le bannissement du clergé réfractaire**

Par le décret du 14 août 1792, l'Assemblée législative exigea la prestation du serment dit de « *liberté-égalité* » comme condition de paiement des traitements ou des pensions dues par l'État. Or, par la loi du 26 août 1792 elle refusa de permettre au clergé insermenté de faire ce serment. Article 1<sup>er</sup> : « *Tous les ecclésiastiques qui, étant assujettis au serment prescrit par le décret du 27 novembre - 26 décembre 1790 et celui du 15-17 avril 1791, ne l'ont pas prêté, ou qui, après l'avoir prêté, l'ont rétracté*

<sup>8</sup> *Les Archives parlementaires*, t. 35, séance du 21 novembre 1791, p. 436.

<sup>9</sup> Joseph Lacouture, *La politique religieuse de la Révolution*, éd. Picard, Paris, 1940, p.58-61.

*et ont persisté dans leur rétractation, seront tenus de sortir, dans la quinzaine, hors du royaume ». Passé ce délai, « ils seront déportés à la Guyane française » (article 3), à l'exception des sexagénaires et des infirmes, lesquels seront « réunis au chef-lieu du département dans une maison commune » (article 9). Vainement, dans la séance du 23 août, des députés s'opposèrent-ils au projet de loi et à l'amendement présenté par Cambon de la déportation en Guyane<sup>10</sup>. Reboul s'éleva contre « un système de peines qui ne peuvent être prononcées que par les tribunaux ». « Au nom de l'humanité, au nom de la justice », Lasource s'indigna : « Ce serait envoyer ces malheureux à la mort ». Claye demanda la question préalable en critiquant le texte proposé au nom des principes qui découlaient de la *Déclaration des Droits de l'Homme* : « Il semble qu'on veuille nous faire terminer notre carrière [la Législative s'achevait] par une loi aussi injuste que barbare. Il n'y a que quatorze jours que nous avons décrété le serment de la liberté et de l'égalité, et aujourd'hui vous voulez punir très rigoureusement une infinité de gens qui n'ont fait, en refusant leur serment [le serment à la Constitution civile du clergé], que ce que la loi leur permettait de faire : vous punissez en outre des gens, pour la liberté de leur opinion, comme des criminels de lèse-nation. Laissez le choix aux municipalités de distinguer les perturbateurs d'avec ceux à qui elles n'ont rien à reprocher, et que ceux qui ont mérité par leur mauvaise conduite la déportation, soient libres d'aller où bon leur semblera. Je demande donc que, conformément aux lois de l'humanité et de toute justice, vous ne punissiez que ceux qui ont troublé l'ordre social ; mais, je le répète, n'avilissez pas l'Assemblée par une loi atroce rendue si précipitamment »<sup>11</sup>.*

Intervint ensuite le député Regnault-Baucaron : « Puisque l'Assemblée nationale semble avoir pris le parti de déporter les prêtres non sermentés, je lui ferai une observation qui doit infailliblement la frapper. Depuis l'époque de la révolution du 10 août [1792], plusieurs de ces prêtres, cédant à la volonté manifestée du peuple, ont prêté les serments exigés par les lois, et spécialement celui de liberté et égalité. Sans doute, Messieurs, il n'entre pas dans vos intentions de faire tomber sous le glaive de la loi ceux qui obéissent à la loi. Je demande donc une exception expresse en faveur de ces derniers »<sup>12</sup>.

Vergniaud intervint dans le même sens : « Que vous propose-t-on aujourd'hui ? Une loi qui enveloppe dans la même proscription et l'innocent et le coupable »<sup>13</sup>. En fermant ensuite la discussion, l'Assemblée législative rejetait la motion présentée par Regnault-Baucaron : par ce rejet elle interdisait au clergé réfractaire de prêter le serment dit de « liberté-égalité ». La loi du 26 août 1792 transformait une simple incapacité à exercer une fonction publique en un délit pénalement réprimé, alors qu'il s'agissait d'un fait antérieur à cette loi. Pour comprendre les motivations de l'Assemblée, il faut se référer à une nouvelle intervention de Cambon : « Lorsqu'on invoque les principes et l'humanité, on mérite toute l'attention d'une Assemblée nationale. [...] Le principe que j'invoque, moi, c'est le salut de l'Empire. Vous verrez ces fanatiques aller grossir l'armée ennemie et revenir, armés d'un crucifix, ravager vos frontières, séduire les habitants, auxquels ils feront croire qu'ils combattent contre le Dieu crucifié [...] Aucune dépense n'a jamais été chère pour acheter la liberté (Vifs applaudissements) »<sup>14</sup>. Et le préambule de la loi

10 Les Archives parlementaires, t. 48, p. 667-669, séance du 23 août. Interventions de Reboul (p. 668), Lasource (p. 668).

11 *Ibid.*, p. 667, intervention de Claye.

12 *Ibid.*, p. 667-668, intervention de Regnault-Baucaron.

13 *Ibid.*, p. 668, intervention de Vergniaud.

14 *Ibid.*, p. 668, intervention de Cambon.

la motivait ainsi : « *L'Assemblée nationale, considérant que les troubles excités dans le royaume par les ecclésiastiques non sermentés, est une des premières causes du danger de la patrie [...]* ».

### **Une législation contraire au principe constitutionnel de la non-rétroactivité des peines**

En pénalisant rétroactivement le défaut de serment à la *Constitution civile du clergé*, le législateur adoptait une disposition contraire à la *Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen* votée par l'Assemblée Nationale le 26 août 1789 et placée en tête de la Constitution de 1791. Article 8 : « *La Loi ne doit établir que des peines strictement et évidemment nécessaires, et nul ne peut être puni qu'en vertu d'une loi établie et promulguée antérieurement au délit, et légalement appliquée* ». Article 10 : « *Nul ne doit être inquiété pour ses opinions, même religieuses, pourvu que leur manifestation ne trouble pas l'ordre public établi par la Loi* ».

Le principe de non-rétroactivité des lois pénales avait été ainsi érigé parmi les principes fondamentaux des libertés publiques dans la préoccupation louable de protéger les citoyens contre l'arbitraire du pouvoir. Violant ce principe fondamental, la Législative prononçait rétroactivement une sanction d'une grande sévérité : la peine du bannissement jetait sur les routes de l'exil trente à quarante mille ecclésiastiques. Le terme d'émigration, fréquemment employé pour désigner ces départs, apparaît ambigu parce qu'il n'exprime pas le caractère forcé de ces départs. Le refus d'obtempérer à la peine du bannissement était aussi durement sanctionné par l'article 3 de la même loi : « *Passé le délai de quinze jours, les ecclésiastiques non sermentés qui n'auraient pas obéi aux dispositions précédentes seront déportés à la Guyane française* ». Cette peine était atténuée à l'égard des prêtres sexagénaires ou infirmes, lesquels seraient réunis dans une maison commune au chef-lieu de chaque département. Remarquons qu'aucun acte délictueux n'était la cause de ces peines rigoureuses : les prêtres réfractaires étaient donc considérés comme des « *suspects* » (selon les termes du précédent décret du 27 novembre 1791) et punis comme tels. C'est ce que confirme la lecture de l'article 6, lequel concernait les ecclésiastiques qui n'exerçaient pas de fonctions publiques en 1790 : le législateur ne les frappait de la peine du bannissement que s'ils commettaient une infraction contre l'ordre public. Cette législation pénale rétroactive devait être aggravée par la Convention.

### **Le caractère rétroactif des sanctions portées par les lois de mars - avril 1793**

Menacée par les contre-révolutionnaires, la Convention prit de nouvelles mesures à l'encontre du clergé insermenté. Le 18 mars 1793, elle décréta que tout prêtre astreint à la déportation qui serait trouvé sur le territoire de la République, serait jugé et exécuté dans les 24 heures. Le 23 avril 1793, la Convention généralisa les mesures de proscription à tous les ecclésiastiques qui n'avaient pas prêté le serment dit de « *liberté-égalité* » : « *Tous les ecclésiastiques, réguliers, séculiers, frères convers et laïcs, qui n'ont pas prêté le serment de maintenir la liberté et l'égalité, seront transférés sans délai à la Guyane française* ». Or l'article 3 précisait : « *Le serment qui aura été prêté postérieurement au 23 mars dernier est regardé comme non venu* ». La peine de mort, exécutable dans les 24 heures, était la sanction portée contre les ecclésiastiques qui, « *ne se soumettant pas à cette loi* », rentreraient sur le territoire de la République. On peut s'interroger sur le



caractère « *nécessaire* » de la peine du bannissement, et sur le caractère « *nécessaire* » qu'auraient dû avoir la peine capitale ou celle de la déportation (lois du 18 mars et du 23 avril 1793). Les Conventionnels auraient-ils oublié les principes fondamentaux de non-rétroactivité des lois pénales et du caractère « *strictement et évidemment nécessaire* » des peines, proclamés par la *Déclaration des Droits de l'Homme* ? La Constitution du 24 juin 1793 les rappelle dans sa nouvelle formulation des *Droits de l'Homme*. Article 14 : « *Nul ne doit être jugé et puni qu'après avoir été entendu ou légalement appelé, et qu'en vertu d'une loi promulguée antérieurement au délit. La loi qui punirait des délits commis avant qu'elle existât serait une tyrannie ; l'effet rétroactif donné à la loi serait un crime* ». Article 15 : « *La loi ne doit décerner que des peines strictement et évidemment nécessaires : les peines doivent être proportionnées au délit et utiles à la société* ».

Il était donc un domaine où les Conventionnels se reconnaissaient le droit de bafouer leur *Déclaration des Droits de l'Homme*. Ils aggravèrent encore leur mépris de ces principes fondamentaux des libertés publiques par la loi des 29-30 vendémiaire an II (20-21 octobre 1793) : les ecclésiastiques sujets à la déportation, restés cachés en France, étaient tenus, dans la décade, de se rendre auprès de l'administration de leur département en vue de leur déportation. Ce délai expiré, s'ils étaient découverts, ils seraient poursuivis devant le tribunal criminel qui devrait prononcer la peine de mort (article 5). Ils devenaient « *des hors la loi de fait* » : certains tribunaux criminels argumentèrent pour ne pas prononcer cette peine, mais les commissions militaires, compétentes pour juger les ecclésiastiques arrêtés en armes ou porteurs de signes contre-révolutionnaires, et les commissions spécialement créées avec de larges pouvoirs n'eurent pas de scrupules<sup>15</sup>. On n'oubliera pas que sur les neuf cents ecclésiastiques dirigés sur Rochefort et les mille cinq cents conduits à Bordeaux, avant un transfert sur des vaisseaux, un tiers moururent, affaiblis par le froid, la faim, la maladie, le typhus<sup>16</sup>. Au lendemain du 9 thermidor, ces lois de proscription ne furent pas abolies.

### **L'impossible soumission du clergé réfractaire sous la Convention thermidorienne et le Directoire**

Certes le culte se rétablissait spontanément dans l'ensemble de la France, et le décret du 3 ventôse an III (21 février 1795) proclamait que l'exercice d'aucun culte ne pouvait être troublé. En rappelant que la République ne salariait aucun culte, la Convention thermidorienne établissait la séparation de l'Église constitutionnelle et de l'État. Cependant, un décret du 12 floréal an III (1<sup>er</sup> mai 1795) confirma les mesures de sûreté à l'encontre des prêtres astreints à la déportation. Quand l'Assemblée décida d'accorder aux fidèles la restitution des églises qui n'avaient pas été aliénées, elle imposa un nouveau serment : « *Nul ne pourra remplir le ministère d'aucun culte dans lesdits édifices, à moins qu'il ne se soit fait décerner acte devant la municipalité du lieu où il voudra exercer, de sa soumission aux lois de la République* » (décret du 11 prairial an III - 30 mai 1795, article 5). Il n'était pas fait mention de la *Constitution civile du clergé*,

15 Éric de Mari, *La mise hors de la loi sous la Révolution Française (19 mars 1793 an III)* – Une étude juridictionnelle et institutionnelle, LGDJ Lextenso éditions, Paris, 2015, p. 324-330.

16 J. Hérissey, *Les pontons de Rochefort (1792-1795)*, Paris, 1925, p. 360. - A.C. Sabatié, *La déportation révolutionnaire du clergé français*, t. II, éd. J. Gabalda, Paris, 1916, p. 152-153 et p. 323-328.

et le Comité de législation déclara le 29 prairial (17 juin 1795) qu'elle n'était plus une loi de la République<sup>17</sup>. La Constitution votée le 5 fructidor an III (22 août 1795) rappelait les principes fondamentaux de la *Déclaration des Droits de l'Homme*. Article 12 : « *La loi ne doit décerner que des peines strictement nécessaires et proportionnées au délit* ». Article 14 : « *Aucune loi, ni criminelle, ni civile, ne peut avoir d'effet rétroactif* ».

### **Le vain espoir suscité par le serment de soumission aux lois et la décision favorable du Comité de Législation**

En cet été 1795, la lutte que les Thermidoriens menèrent contre la Terreur blanche les entraîna à redevenir révolutionnaires dans l'ordre politique comme dans l'ordre religieux. Un nouveau serment fut imposé au clergé : « *Je reconnais que l'universalité des citoyens français est le souverain, et je promets soumission et obéissance aux lois de la République* » (loi du 7 vendémiaire an IV - 29 septembre 1795, article 6). Alors que, comme en Haute-Garonne<sup>18</sup>, bon nombre de prêtres de l'Église réfractaire désiraient faire acte de soumission aux lois de la République, par les lois du 20 fructidor an III et 3 brumaire an IV la Convention thermidorienne rétablit « *les lois de 1792 et 1793 contre les prêtres sujets à la déportation ou à la réclusion* » en précisant : « *Sont formellement exceptés de l'amnistie : les prêtres déportés ou sujets à la déportation* » (loi du 3 brumaire an IV, article 8, al. 3). Par conséquent, la discussion ouverte au sein de l'Église réfractaire concernant la licéité de ce nouveau serment perdait grandement de son intérêt. Alors même que la *Constitution civile du clergé* était tombée en désuétude, le législateur, bafouant le principe fondamental des libertés publiques qu'il avait rappelé dans la nouvelle constitution française dite *Constitution de l'an III*, persistait dans la sanction pénale rétroactive du défaut de serment constaté en 1791 (ou en 1793 pour le serment dit de « *liberté-égalité* ») : il s'agissait de la déportation à la Guyane ou, si la procédure était transmise au tribunal criminel, de la peine capitale. Quelques tribunaux, en instruments dociles, appliquèrent la loi<sup>19</sup> : le 9 avril 1796, à Auch, le Tribunal criminel prononça la peine de mort contre le prêtre Larroque<sup>20</sup> alors qu'il avait fait la déclaration de soumission prévue par la loi du 11 prairial an III.

L'espoir de la paix religieuse parut se concrétiser quand le Corps législatif, renouvelé d'un tiers par les élections du printemps 1797, adopta la loi du 7 fructidor an V (24 août 1797) qui rapportait les lois de bannissement frappant le clergé réfractaire. Par le coup d'État du 18 fructidor, les Thermidoriens mirent fin aux espoirs de paix religieuse. Dès le lendemain du coup d'État, la loi du 19 fructidor imposa un nouveau serment dit « *de haine à la royauté* » et rétablit les lois de bannissement malgré le rappel, dans la *Constitution de l'an III*, du principe de non-rétroactivité des lois pénales. Au sein de l'épiscopat de l'Église

17 Pierre de La Gorce, *Histoire religieuse de la Révolution française*, t. 4, Paris, 1921, p. 66. Archives municipales Toulouse, 5 P 24, Lettre du Comité de législation au procureur général syndic de Haute-Garonne du 22 thermidor an III.

18 Jean-Claude Meyer, *La vie religieuse en Haute-Garonne sous la Révolution (1789-1801)*, préface de Jacques Godechot, Association des Publications de Toulouse - Le Mirail, 1982, p. 370-372, 387-389, et annexes 5 et 6. - Documentation reprise par Claude Langlois dans *Atlas de la Révolution*, t. 9, *Religion*, éd. École des Hautes Études en Sciences Sociales, Paris, 1996, p. 35, 87.

19 Pierre de La Gorce, *Histoire religieuse...*, op. cit., t. 4, p. 93-106.

20 Jean-Claude Meyer, *Deux théologiens en Révolution, Barthe évêque du Gers, et Sermet évêque métropolitain du Sud*, préface de Jean de Viguerie, éd. Parole et Silence, 2011, p. 418-419.

réfractaire, divisé sur ce nouveau serment, des voix - Monseigneur de Belloy, Mgr de La Tour du Pin - se faisaient entendre en faveur de sa licéité. Le 4 décembre, le député Chollet, rapporteur de la commission chargée de refondre la législation concernant les ministres du culte, présenta cette motion au Conseil des Cinq-Cents : « *Le défaut de serment à la Constitution civile du clergé ne pourra être opposé à ceux qui se présenteront pour prêter celui exigé par la présente [loi], si étant restés en France, ou y étant rentrés en vertu des arrêtés du Comité de salut public, ils ont prêté le serment à la liberté et à l'égalité, ou la déclaration prescrite par la loi du 7 vendémiaire. Le nouveau serment prêté, lesdits ministres ne pourront être inquiétés ni poursuivis comme réfractaires, aux termes des lois de 1792 et 1793* »<sup>21</sup>. Le 23 nivôse an VI (12 janvier 1798), le Conseil des Cinq-Cents repoussa cette motion<sup>22</sup>. La seconde vague de déportations entraîna le transfert de 1375 prêtres (dont 370 prêtres Belges) dans les prisons des ports de la côte atlantique : 86 périrent dans les îles de Ré et d'Oléron, et 154 moururent en Guyane sur les 265 prêtres qui y avaient été transférés ; et sous le régime du Directoire les commissions militaires firent fusiller 41 prêtres accusés d'être revenus sur le territoire national<sup>23</sup>.

## Conclusion

On a donc vu élaborer une législation méconnaissant des articles de la *Déclaration des Droits de l'Homme et du Citoyen de 1789*, qui garantissaient l'exercice des libertés. Ce fut le prélude à l'instauration de la procédure de la mise hors la loi et aux exactions consécutives à la mise en place, selon l'expression de l'époque, d'un régime de Terreur. Si le 9 thermidor mit fin à ce régime, le Directoire rétablit la rigoureuse proscription du clergé réfractaire qui semblait tomber en désuétude : cela suscita un regain d'activité des agents royalistes qui provoquèrent l'insurrection de l'an VII dans le Sud-Ouest.

Arrivé au pouvoir, Bonaparte rétablit la paix civile en autorisant le clergé réfractaire à faire un acte de soumission. Quoiqu'il fallût attendre la signature du Concordat pour voir autoriser les clercs déportés survivants à revenir de Guyane, Bonaparte avait ainsi acquis le prestige qui lui permettra, par la suite, d'établir le régime impérial et son gouvernement autoritaire : dure conséquence de la violation de principes fondamentaux de la *Déclaration des Droits de 1789*, à laquelle, pourtant, s'étaient référées les Constitutions successives de 1791, 1793 et 1795.

## Bibliographie

Lacouture, Joseph, *La politique religieuse de la Révolution*, éd. Picard, Paris, 1940.

Meyer, Jean-Claude, *La vie religieuse en Haute-Garonne sous la Révolution (1789-1801)*, préface de Jacques Godechot, Association des Publications de Toulouse - Le Mirail, 1982.

21 *Le Moniteur Universel*, n° 117 (27 nivôse an VI - 16 janvier 1798) page 471 séance du 21 nivôse an VI (10 janvier 1798). J. Lacouture, *op. cit.*, p. 148-151.

22 *Le Moniteur Universel*, n° 119 (29 nivôse an VI - 18 janvier 1798), p. 478, Suite de la séance du 23 nivôse : « La question préalable est unanimement votée ».

23 A.C. Sabatié, *op. cit.*, t. II, p. 285-286 et 343-349. - P. De La Gorce, *op. cit.*, t. 4, p.241, note 3.

# L'ARITHMÉTIQUE ET LES MARCHANDS : REGARDS CROISÉS ENTRE COMMERCE ET MATHÉMATIQUES (XV<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> siècle)

Par Mme Maryvonne SPIESSER<sup>1</sup>

*« Quand tu auras appris à l'école / Il te convient de prendre parti / Alors ne sois pas embarrassé / Si tu veux te rendre avec les marchands / Tu dois d'abord apprendre / à bien nombrer, car c'est la voie / Pour plus vite savoir et comprendre / le compte d'or et de monnaie »<sup>2</sup>.*

Ces quelques lignes proviennent d'une complainte de plus de mille vers, écrite en 1460 par un marchand lyonnais, François Garin (Garin v. 1089-1096). Il s'adresse à un fils, destiné sans doute à suivre la voie du commerce tracée par son père. Pour ce marchand, la priorité, avant d'embrasser la profession, est de savoir compter. On le comprend aisément, il le précise : il est primordial de savoir calculer pour jongler avec les différentes monnaies d'or ou de compte. Garin est un pragmatique, à l'instar d'autres marchands : « *D'acquérir science nouvelle / Ne veuille être curieux* ». Ainsi, il met son fils en garde contre les « *histoires et beaux livres* », car « *trop les aimer n'est pour le mieux* », surtout pour ceux qui « *suivent marchandise* ». Mais dans quel cadre ce fils peut-il apprendre à « nombrer » ? Après avoir appris à l'école, écrit le père ; appris la lecture et l'écriture et peut-être déjà des rudiments de calcul dans les « petites écoles ». Et ensuite, est-ce en apprentissage, en suivant un enseignement collectif ou les cours privés d'un précepteur que le jeune homme se formera ? Et que contient cet enseignement ? Autant de questions auxquelles nous allons tenter de donner des réponses partielles. Car les sources sont maigres et disparates, en dehors des sources mathématiques proprement dites.

L'arithmétique peut être théorique ou pratique, une distinction explicite qui remonte au moins à la Grèce ancienne. Dans la philosophie grecque, la pratique (la « logistique ») est dépréciée face à la théorie, plus noble. On retrouve cette hiérarchisation dans les classifications des sciences du Moyen Âge, dans la pensée de la Renaissance, tout en reconnaissant l'utilité donc l'intérêt de la pratique. À l'époque qui nous intéresse, l'arithmétique théorique, ou spéculative, reste dans la continuité de l'arithmétique pythagoricienne et euclidienne, relayée en Europe occidentale par des penseurs comme Boèce au VI<sup>e</sup> siècle. On y trouve les propriétés des nombres entiers : elles

---

1 Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 26 novembre 2021.

2 Toutes les citations en français des XV<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> siècle sont proposées dans une langue française modernisée. Cela implique parfois le choix de mots ou de tournures différents.

sont intrinsèques comme par exemple la notion de parité ou de primalité, ou bien relatives dans l'étude des rapports entre deux ou plusieurs nombres. Dans le contexte du commerce, c'est la seconde branche des nombres qui est utile. Les sources dont nous disposons comprennent divers documents d'archives (Spiesser 2008a 85-89), des manuels de techniques commerciales (*Pratica della mercatura* en Italie) qui, sans oublier les conseils d'ordre moral, renseignent le marchand sur de nombreux aspects pratiques : données sur les poids, mesures, monnaies et règles d'échange, types de marchandises, marchés et foires, voies et moyens de transports, douanes et pourboires... Les livres des changeurs, les livres de compte peuvent nous fournir des indications sur la manière de calculer. Enfin, nous avons conservé de nombreux témoignages sur l'arithmétique pratique à travers des manuscrits puis des livres imprimés écrits dans une perspective pédagogique. C'est ce corpus des arithmétiques dites commerciales ou marchandes que nous considérerons.

### **Naissance d'un genre, l'arithmétique commerciale**

Il n'est pas facile de se faire une idée nette du savoir mathématique des marchands à l'époque de la Renaissance, qui est intimement lié à l'importance du commerce pratiqué. Du marchand-banquier au marchand rural, s'échelonnent toutes sortes d'activités commerciales et il est difficile de distinguer nettement des catégories. Les associations se font entre hommes d'affaires de grande envergure mais également à l'échelon des petits ou moyens marchands dont le rayon d'action n'est pas important. Pour prendre un exemple local, le florissant circuit commercial du pastel était majoritairement composé d'illettrés : un négociant du nom d'Agarn fait signer ses reconnaissances financières par un serviteur, comme si « *icellui Agarn les avait faictes, combien que icellui Agarn ne scayt lire ne escrire* ». D'où la présence de marques de propriétaires dessinées sur les sacs d'agranat (Caster 61-62).

### **Les cités italiennes à l'avant-garde de l'économie européenne**

Entre le XIV<sup>e</sup> siècle et la première moitié du XVI<sup>e</sup> siècle, apparaît en Europe occidentale un nouveau genre d'ouvrage, le livre d'arithmétique pratique destiné en premier lieu aux marchands. En Italie, on a répertorié au moins trois cents manuscrits et cent cinquante livres imprimés de ce type antérieurs à 1600 (le plus ancien traité connu écrit en langue vernaculaire date de 1290) (van Egmond 3-33).

L'Italie est pionnière dans ce domaine, ce qui n'est pas pour étonner : dès le XI<sup>e</sup> siècle, les grands ports de Pise, Gênes, Venise commercent avec le Levant pour obtenir des produits de luxe (soies, épices) ou plus courants (blé, vin, huile...) et pour exporter draps et produits fabriqués variés. Venise affiche sa suprématie aux XIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles et des cités de l'intérieur comme Milan ou Florence se distinguent dans l'industrie et le secteur bancaire. Ces villes, dont certaines atteignent 100 000 habitants au XV<sup>e</sup> siècle, correspondent aux lieux d'écriture de la plupart des traités pour les marchands. Et même si Génois et Vénitiens ne dominent plus le commerce méditerranéen au XV<sup>e</sup> siècle, l'Italie de la Renaissance se tient cependant toujours à l'avant-garde de l'Europe des affaires (Fourquin).

L'ampleur du rayonnement des grandes cités italiennes dans l'économie européenne explique que ces villes soient à l'origine des innovations de plus en plus sophistiquées en matière de commerce et de finance (lettre de change, dès 1300, tenue des comptes en partie double, sociétés commerciales, développement des prêts à intérêt, etc.).

L'expansion du commerce vers des pays lointains et de manière plus générale la complexification des échanges, tout cela a des répercussions sur les exigences en matière de mathématiques. On trouve dans les archives des documents qui montrent combien la classe bourgeoise attache d'importance à une formation mathématique : ainsi, en 1386, le Conseil de Lucques recherche un maître d'arithmétique qui enseigne aux enfants « *afin qu'ils soient à la fois plus fins et plus prudents dans ce qui touche au négoce* »<sup>3</sup>. Et dans son testament de 1420, un médecin vénitien demande que ses enfants, après l'école élémentaire où ils apprendront à écrire et parler avec élégance, « *soient mis à l'abaque, pour qu'ils apprennent à commercer* »<sup>4</sup>. Des écoles laïques se montent, privées ou publiques, pour procurer un enseignement mathématique adéquat. Elles pallient ainsi l'insuffisance de l'enseignement existant dans ce domaine. Elles s'appellent écoles ou boutiques d'abaque (*Botteghe d'abbaco*), un nom que l'on commentera plus loin. Les maîtres sont des « maîtres d'abaque », souvent venus du négoce, parfois très instruits et impliqués dans le mouvement humaniste, qui écrivent des « traités d'abaque » (Brizzi).

Dans la plupart des autres pays d'Europe, le même phénomène est observé, mais se fait jour plus tard et à moindre échelle. Le développement plus tardif et/ou l'intensité moindre des échanges commerciaux en sont responsables en partie<sup>5</sup>. En France, par exemple, c'est au XV<sup>e</sup> siècle qu'apparaissent les ouvrages équivalents aux traités italiens, en nombre infime (une quinzaine) en comparaison de la centaine d'ouvrages italiens pour la même période des 14<sup>e</sup>-15<sup>e</sup> siècles. Quant à l'existence d'un enseignement collectif étendu, elle est beaucoup plus difficile à prouver (Spiesser 2003 81-89). N'oublions pas enfin que l'apprentissage sur le tas - impossible à mesurer - revêtait une importance capitale.

### À quels publics sont destinés ces livres ?

Là encore, il faut distinguer l'Italie des autres pays européens. En Italie, la grande diversité des ouvrages, que ce soit par le contenu ou la qualité de la facture, renvoie à des destinataires et des usages multiples que nous ne détaillerons pas ici. Prenons quelques exemples, en Espagne et en France. Dans les années 1460-70, l'auteur d'un *Traicté de la pratique d'algorisme* promeut ainsi l'algorisme (cf note 11) : cette science, écrit-il, « *est utile et convient à toutes sortes de gens, parce que, grâce à elle, on peut prestement et avec légèreté faire tous les comptes et tous les problèmes tant en toutes marchandises, en fait de change, en géométrie, en astronomie qu'en bien d'autres négoes. Lesquels comptes et problèmes ne pourraient tout bonnement se faire sans grande fatigue et rompement de tête, si ce ne fût au moyen de cette science* »<sup>6</sup>. Un peu

3 « *uti in mercationibus inde sint et subtiliores et cautiores* », d'après Fanfani, Amintore, « La préparation intellectuelle et professionnelle à l'activité économique en Italie, du XIV<sup>e</sup> au XVI<sup>e</sup> siècle », *Moyen Âge* (17), 1951, 327-346, p. 331.

4 « *ad abacum, ut discant ad facere mercantias* », (*Ibid.* 331) et (Brizzi 199).

5 Au XIV<sup>e</sup> siècle, les cités de la Hanse teutonique sont à l'apogée de leur puissance. On pourrait dresser un parallèle entre la suprématie hanséatique dans la Baltique et celle des grands ports italiens en Méditerranée. Mais jamais les capitaux brassés n'ont été aussi importants qu'en Italie, les techniques du commerce étaient moins sophistiquées, les associations plus restreintes (Fourquin, p. 227-232).

6 Anonyme, *Traicté de la pratique d'algorisme*, ms Cesena, Bibl. Malatestiana, S XXVI-6, ca 1476, f. 7r.

plus tard, un auteur lyonnais traduit en français un traité d'arithmétique en castillan dû au frère prêcheur Juan Ortega (1512). Dans sa préface, ce dernier met l'accent sur son devoir chrétien de formation face aux risques de tromperies à l'égard de ceux qui ne savent pas manier les comptes : « [...] *pour extirper et arracher ces fautes par lesquelles Dieu est grandement offensé, par les tromperies quotidiennes envers les gens simples qui n'entendent que peu ou rien aux comptes, et aussi pour qu'il ne me soit pas reproché d'avoir enfoui sous terre ce trésor que Dieu m'a donné, j'ai proposé de composer un petit traité d'arithmétique, autrement dit chiffre, et aussi de géométrie. Non pas comme un grand arithméticien mais comme un petit conteur parmi les moindres en la dite science, pour seulement montrer ce qui est nécessaire pour compter dans tous les comptes relatifs aux marchandises comme les compagnies, les trocs, [...]* »<sup>7</sup>.

Le lectorat, avant tout des marchands ou futurs marchands, s'élargit avec le temps. Gens de loi, artisans, préposés aux comptes sont mentionnés par le professeur et auteur niçois Jean-François Fulconis au milieu du XVI<sup>e</sup> siècle : « [...] *cette science <l'arithmétique> apporte une aide générale, plus importante pour certains que pour d'autres, aide très importante pour les marchands [...], sans oublier les banquiers, les chargés de négoce, les fabricants de monnaie, les receveurs, les trésoriers [...], ainsi que toutes sortes de techniciens comme sont les drapiers, les tisserands, les menuisiers...* »<sup>8</sup>. Pour faciliter l'accès de ces textes au plus grand nombre, le latin a cédé la place à la langue vulgaire. Le même Fulconis, s'adressant aux étudiants niçois, déclare : « *Tu t'étonnes peut-être de ce que ma théorie est exposée en langue maternelle ; j'écris pour ceux qui ne connaissent pas la langue du dehors*<sup>9</sup> ». Et dans un prologue en vers, parlant de son livre, il écrit : « *Je l'ai fait dans la langue usuelle / de cette cité et courante en Provence ; / Car cette langue, pour les petits et les grands, / est plus commune pour apprendre la théorie* »<sup>10</sup>. Enfin, n'oublions pas dans ce public les « jeunes gens qui désirent savoir » (des écoliers?) comme le mentionne le traducteur de Juan Ortega.

## Un enseignement au service des marchands ?

### *Le calcul, outil de travail du marchand*

Deux principaux types d'écriture des nombres (avec les méthodes de calcul associées) coexistent, qui n'ont pas perduré de la même manière selon les contrées. La transmission à l'Europe de la numération positionnelle de base dix, utilisant les chiffres indo-arabes, a donné naissance dès le XIII<sup>e</sup> siècle à l'écriture d'ouvrages nommés algorismes<sup>11</sup>. Les fameux traités d'abaque italiens sont en fait des algorismes, et il ne faut pas les

7 Juan Ortega, *Arte de l'arismetica*, impr. Lyon, 1512, traduit en français par Claude Platin (*L'art et science d'arismetique et geometrie translaté nouvellement d'espaingol en françoys*, impr., Lyon, 1514).

8 Jouan-Françès Fulconis, *Cisterna fulcronica*, 1562, Rocca, Roger éd. Et trad., Nice, Lou sourgentin, 1996, 97.

9 *Ibid.*, 91.

10 *Ibid.*, 95.

11 Le mot *algorismus* vient du nom du mathématicien de Bagdad Al-Khwārizmī, mort en 850, auquel nous devons un traité sur « le calcul indien » connu en Europe à travers ses traductions et interprétations latines du XII<sup>e</sup> siècle. Le mot *algorisme* a plus récemment évolué, dans une acception différente, en *algorithme*.

confondre avec les traités enseignant le calcul sur l'abaque, à l'aide de jetons que l'on déplace sur des lignes ou à l'intérieur de colonnes tracées sur une surface quelconque. Ce deuxième type de calcul fonctionne en général de pair avec une représentation des nombres à l'aide des chiffres romains. C'est une méthode déjà en usage dans l'antiquité gréco-romaine, qui cohabite longtemps avec le calcul indo-arabe, mais à la fin du Moyen Âge, elle est surtout répandue au nord de l'Europe, l'algorithmisme ayant d'abord conquis les zones méridionales. Certains traités proposent aussi les deux méthodes. Dans le *Livre de chiffres et de getz*, publié anonymement à Lyon en 1502, on lit en avertissement : « dans ce petit livre est contenue premièrement l'arithmétique qui se fait avec les jetons (les getz) pour ceux qui ne savent pas écrire, puis pour ceux qui savent l'écriture est montrée ladite



Fig. 1. *Arithmetica* (détail), Reisch, Georg, *Margarita philosophica*, Bâle, 1508 : le calcul sur l'abaque. Les deux nombres positionnés sont : à la droite du calculateur :  $2 + 3 \times 10 + 50 = 82$  et à sa gauche :  $1 + 40 + 200 + 1000 = 1241$ . Wikimedia Commons : <https://wellcomecollection.org/works/s326qf59> (domaine public, pas de droits).

*arithmétique par chiffres* ». Toutefois, le partage n'est pas si net ; on peut trouver les deux types d'écriture réunis dans un même document, comme dans ce traité de marchandise<sup>12</sup> écrit vers 1385 en catalan, où une division est effectuée avec les chiffres indo-arabes dans la marge, qui laisse penser que même lorsque les résultats sont donnés en chiffres romains, les calculs peuvent avoir été menés avec les techniques de l'algorithmisme. Ce n'est donc pas si simple de se faire une bonne idée des méthodes et des habitudes.

Pour décrire le détail des mathématiques enseignées dans les arithmétiques commerciales, je m'appuierai essentiellement sur les traités produits en France méridionale entre le XV<sup>e</sup> et le XVI<sup>e</sup> siècle (avec quelques incursions dans la Péninsule ibérique). Ce sont tous des algorithmes, ils sont écrits en français ou en occitan, ils ont le mérite de constituer un ensemble assez homogène et de proposer un enseignement complet, des méthodes de calcul aux problèmes<sup>13</sup>.

12 *Libre de conexenses e de avissaments de pessos, canes e massures de diverses terres*, Gual Camarena, M. trad. *El primer manuel hispanico de mercaderias (siglo XIV)*, Consejo superior de investigaciones científicas, Instituto de geografía, etnología e historia, Barcelone, 1981.

13 En Italie, la variété est beaucoup plus importante, des brouillons aux manuscrits ornés, et souvent l'auteur suppose les opérations élémentaires déjà connues.



## Apprendre à compter et à maîtriser les techniques opératoires sur les entiers puis sur les fractions

Avant de maîtriser les techniques opératoires, il faut savoir lire les nombres, les écrire avec des symboles ou, dans le cadre d'un calcul « par les gects », les disposer sur la table à calculer avec des jetons. Puis vient l'apprentissage des opérations, d'abord sur les entiers, ensuite sur les fractions, plus précisément sur les nombres dits « rompus », fractions comprises entre 0 et 1, qui proviennent, comme leur nom l'indique, du partage d'un nombre donné en parties. Aux quatre opérations usuelles vient souvent s'ajouter le calcul exact ou approché des racines carrées et cubiques.

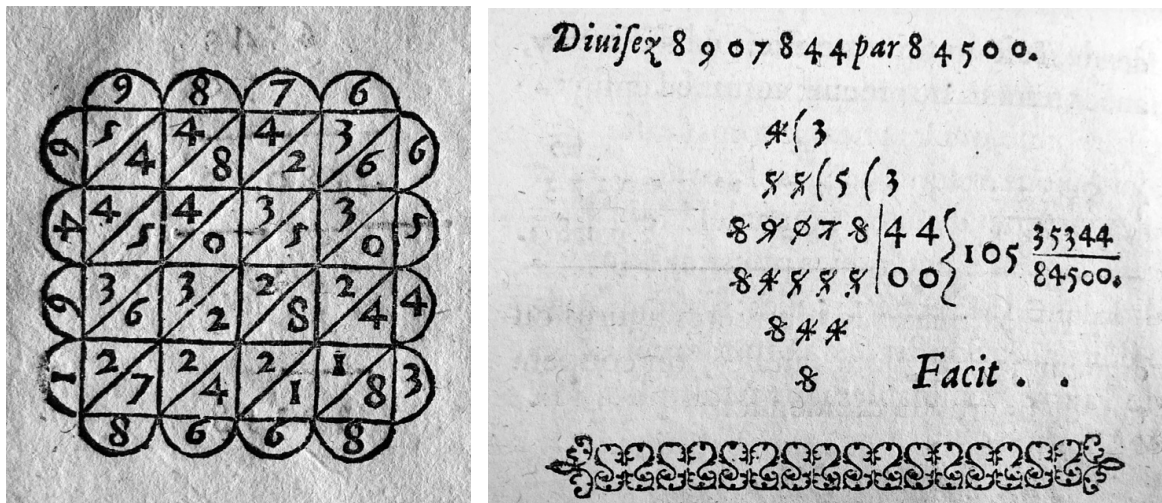


Fig. 2. Francesco Feliciano da Lazisio, *Libro di arithmetica & geometria speculativa & praticale*, Vérone, 1526. Toulouse, Bibliothèque d'études et du Patrimoine, Res C XVI 299, f. Dr et Dv.

À gauche : multiplication par jalousie :  $9876 \times 6543 = 64\,618\,668$ . Chaque chiffre est obtenu en ajoutant les nombres de la diagonale correspondant à son rang, en procédant de droite à gauche et en tenant compte des retenues. Par exemple le chiffre des dizaines est 6 car  $4 + 1 + 1 = 6$  ; le chiffre des dix milliers est 1 car :  $3 + 2 + 3 + 0 + 3 + 6 + 2 + 2$  (retenue des milliers) = 21.

À droite : Division par gallée de 8 907 844 par 84 500. Le résultat (entier + fraction) est  $105 + 35344/84500$ . Autorisation de la bibliothèque d'études et du patrimoine de Toulouse

Les techniques une fois expliquées, elles sont mises à l'épreuve sur des exemples concrets, c'est-à-dire avec des nombres « complexes » représentant des unités de monnaie, de mesure ou de poids. En voici un exemple : « On a vendu 25 marcs 4 onces d'argent, item 18 marcs 7 onces 13 deniers 15 grains 12 garrobes, item 46 marcs 3 onces 19 grains, item 67 marcs 21 deniers 22 garrobes. Item 5 onces 23 grains 20 garrobes, item 30 marcs, item 3 marcs 2 onces 16 denier 12 gr. À savoir à combien monte le tout »<sup>14</sup>. Le résultat est inscrit en bas d'un tableau : 191 marcs, 2 onces 3 deniers 25 grains et 10 garrobes. La présence de kyrielles de sous-unités trahit souvent l'objectif pédagogique (entraînement aux calculs et aux conversions d'unités) au détriment de la pratique réelle. De même, alors que les traités fourmillent de calculs avec des fractions, en examinant les comptes de marchands

14 *Traicté de la pratique d'algorisme*, f. 27v.

de moyenne envergure en France, ou bien les livres de changeurs, il apparaît clairement que cet apprentissage est disproportionné par rapport à l'usage qui en est fait professionnellement. La manipulation des fractions est réputée difficile et les divisions multiples des unités en sous-unités sont un moyen de les éviter. De plus, des fractions écrites en toutes lettres comme demis, tiers, quarts ou dixièmes désignent plutôt des sous-unités de mesure. Par exemple, le marchand toulousain du XV<sup>e</sup> siècle Jean Lapeyre écrit dans ses comptes « *III quartz et demy* »<sup>15</sup>, mais jamais 7/8. Les fractions apparaîtront plus couramment avec l'utilisation accrue des chiffres arabes. On écrira alors souvent « demi », « tiers », mais 1/5 ou 1/8 (Benoit 1992).

### **La règle de trois, règle d'or du marchand**

La règle de trois, fondée sur la proportionnalité, est indispensable et suffisante pour la plupart des problèmes qui se posent au marchand (Spiesser 2011). C'est la seule règle mathématique qu'il faille vraiment connaître pour acheter, vendre, savoir gérer ses affaires. Dans les ouvrages, on part d'un exemple élémentaire, souvent du type : « si 6 valent 18, que vaudront 9 ? ». On énonce la règle : *multiplie ce que tu veux savoir par son contraire et puis divise par son semblant*. On l'applique ensuite immédiatement à des problèmes de monnaies, de marchandises vendues à la mesure ou au poids. En commençant par des exemples simples, tel celui-ci : « *Si 3 florins d'Avignon valent 2 francs de roi, combien vaudront 20 florins d'Avignon ?* »<sup>16</sup>. Ce que l'on veut savoir, c'est-à-dire dont on cherche la valeur en francs, ce sont les 20 florins ; qu'on multiplie par son *contraire*, à savoir les 2 francs, et qu'on divise par son *semblant*, les 3 florins. Le résultat est 13 francs et 1/3 de franc. Les opérations peuvent être schématisées dans un diagramme associé à une procédure de calcul, surtout si la présence de fractions complique le problème comme dans l'exemple « *Si 5 aunes 1/4 valent 6 florins, combien vaudront 12 aunes de la même sorte* », illustré dans le schéma ci-dessous.

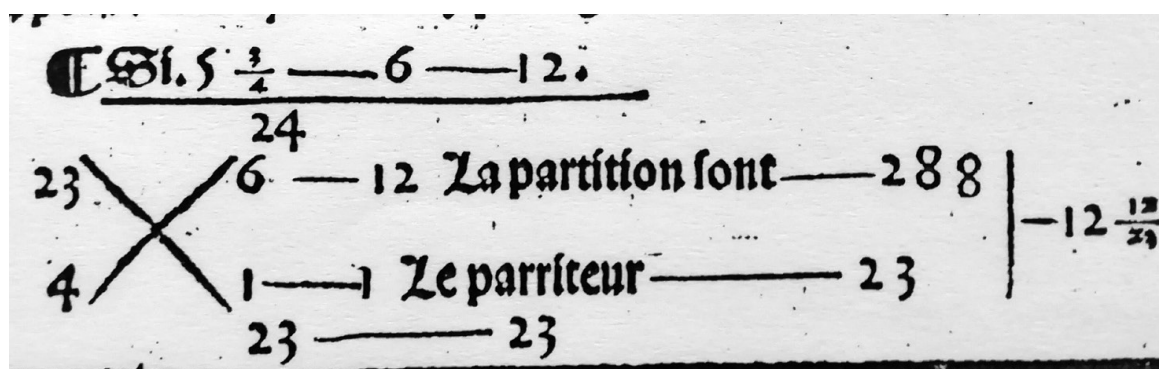


Fig. 3. Règle de trois. Platin, Claude, *L'art et science d'arismetique et geometrie translé nouvellement d'espaingol en françoys*, impr., Lyon, 1514, f. 59r. Bibl. nat. France, Res P-V-369. On note les trois nombres dans l'ordre de l'énoncé, séparés par des tirets.

On doit multiplier 12 par 6 et diviser par 5 3/4. Ensuite il y a le passage délicat de réduction au même dénominateur. Les trois nombres sont 23/4, 6/1 et 12/1, donc le résultat est  $(12 \times 6 \times 4) / (23 \times 1 \times 1)$ . Cela explique le schéma :  $4 \times 6 \times 12 = 288$  (dividende ou partition) ;  $23 \times 1 \times 1 = 23$  (diviseur ou partiteur). Le résultat est  $12 + 12/23$ .

15 Il faut comprendre trois quarts et la demie d'un quart, soit  $3/4 + 1/8$ .

16 Jehan Certain, *Kadran aus marchans*, ms Paris, Bibl. Arsenal 2904, 1485, f. 32r.

Fluctuation des monnaies, change, alliages, troc, répartition des gains ou des pertes dans des sociétés, intérêt simple, tout relève de cette « règle d'or » ou de ses variantes. Mais si la règle initiale est simple, les raisonnements qui l'entourent sont parfois fort complexes. À partir de la règle de trois d'autres règles sont en effet déclinées, fondées sur elle mais exprimées comme des règles nouvelles à savoir par cœur. Prenons quelques exemples et tout d'abord celui des compagnies commerciales. Avec la complexification des affaires, les ventes de plus en plus lointaines, les marchands ont compris la nécessité de se regrouper en sociétés. Plusieurs types d'associations ont vu le jour, une fois de plus en Italie, dont les deux principaux sont la *Commande*, née dans les ports de la Péninsule italienne dès le XI<sup>e</sup> siècle, et la véritable *Société*, dite aussi *Compagnie*, née dans les villes de l'intérieur. Qui fut d'abord familiale et de courte durée. Les différents associés apportent chacun un capital et partagent le bénéfice ou les dettes proportionnellement à leur apport. Outre leur stabilité, leur durée, la possession de correspondants ou de fondés de pouvoir au loin, les compagnies peuvent vendre à crédit et se sont souvent dédoublées en banque de dépôt et de change. Une puissante compagnie, comme celles de Toscane ou la compagnie allemande Fugger au XVI<sup>e</sup> siècle, pouvait regrouper jusqu'à cinq cents personnes. Elles avaient quinze à vingt succursales de par le monde, de la mer du Nord au Levant. Les sociétés moyennes, beaucoup plus nombreuses, pourvues de capitaux plus faibles, ont aussi une durée de vie plus brève, parfois moins d'un an. C'est par exemple le cas des compagnies du Lauragais liées au pastel, dont il a déjà été question (Fourquin 308-314).

Dans les traités d'arithmétique commerciale, le sujet des compagnies, des contrats et ruptures de contrat dans les associations, est abondamment illustré. Les exercices sont des répliques de la réalité économique, en modèle réduit, modèle qui s'adapte à de petites sociétés de deux ou trois personnes et non à de grandes compagnies internationales. Les partages sont fondés sur la proportionnalité, donc sur la règle de trois. Une règle à part entière se met en place, baptisée naturellement « règle de compagnie ». Jehan Certain, auteur d'un *Kadran aux marchans* (1485), propose cet exemple : trois marchands forment une compagnie ; l'un met 100 écus, un autre met 80 écus et le troisième en met 60. L'apport total est donc 240 écus. Le contrat terminé, ils ont gagné en tout 100 livres. Comment doit-on partager un tel gain afin que chacun ait son « *esgalle portion ce qu'il a mis* »<sup>17</sup>. Voici comment l'exprime Jehan Certain : « *par chaque <mise> multiplie et par toutes ensemble divise* ». Ce qui signifie : par chaque mise ( $m_k$ ) multiplie le gain total  $G$  et divise par la somme  $M$  des mises. Le résultat sera le gain  $g_k$ . En effet, les quantités  $M$  et  $G$  sont proportionnelles à  $m_k$  et  $g_k$  ; on peut donc appliquer la règle de trois pour trouver le gain de chacun connaissant les trois autres nombres. Ainsi, dans l'exemple précédent, le premier aura  $100/240^e$  du gain réalisé, le second  $80/240^e$  et le troisième  $60/240^e$ . La règle de compagnie est tellement courante et banalisée qu'elle est devenue une véritable règle mathématique exprimée par une phrase du type précédent. Ce qui est mathématiquement intéressant, c'est que la règle finit par être appliquée à des problèmes qui n'ont rien à voir avec la répartition dans une compagnie mais qui peuvent être modélisés selon ce schéma.

Le deuxième exemple est relatif au troc. À une époque où le numéraire fait souvent défaut, les marchands doivent parfois troquer tout ou partie de leurs marchandises. Un produit troqué est surévalué par rapport à son prix en monnaie d'échange ; les calculs peuvent devenir très compliqués si les trocs sont partiels (troc composé), ou si le

17 Jehan Certain, *Kadran aux marchans*, 1485, f. 41r-v.

paiement se fait à terme (troc avec le temps). Cela peut être un véritable casse-tête. Dans les traités, des règles précises sont énoncées, pour faire en sorte que l'échange soit juste, que personne ne soit lésé. Voici un exemple de troc « composé », dans lequel une partie de la marchandise est vendue au comptant : « *Deux marchands veulent échanger leurs marchandises ; toute la marchandise de l'un vaut 60 florins à vendre argent comptant ; il veut la revendre en troc 80 florins et veut avoir 40 florins en argent comptant et le reste en marchandise. On demande combien l'autre marchand doit lui revendre la partie de sa marchandise qui vaut 9 florins à vendre argent comptant* »<sup>18</sup>.

Ajoutons quelques mots sur les calculs d'intérêt. Outre que les mathématiques impliquées ne relèvent plus de la règle de trois dans le cas où l'intérêt est composé, ils posent un autre problème aux auteurs : l'interdiction de l'usure par l'Église. Du fait de ces deux handicaps, le sujet est moins largement traité dans les ouvrages. Un maître florentin fameux de la fin du XV<sup>e</sup> siècle prend bien des précautions avant d'aborder ce chapitre : « *Bien que le gain réalisé selon le présent chapitre soit prohibé par la loi chrétienne, néanmoins, on montrera la manière <de procéder>, non pour que tu aies envie de faire une telle chose, mais afin que, si cela t'arrive, et que tu as reçu une certaine quantité d'argent, tu saches faire les comptes de manière à ne pas avoir une perte double et à ne pas donner le double de ce qui était convenu* »<sup>19</sup>.

### **Des règles « historiques » pour résoudre des problèmes variés**

Hormis la règle de trois, dont le marchand fait un usage courant, d'autres règles figurent dans les traités d'arithmétique commerciale, dont l'intérêt pratique est nettement moindre, voire inexistant. Ce sont les règles de simple ou de double fausse position (Spiesser 2003, 38), dont on trouve déjà l'esprit, pour la seconde, dans les mathématiques de la Chine ancienne et qui ont perduré jusque dans les manuels scolaires du début du XX<sup>e</sup> siècle (sous le nom de « fausse supposition »). Comme leur nom l'indique, c'est à partir de valeur(s) supposée(s) que l'on obtient, en appliquant une recette, la valeur exacte cherchée. Ce sont des méthodes qui ont longtemps pallié l'absence d'algèbre dans les résolutions de problèmes élémentaires, tel celui-ci : « *Un homme entre en foire et le premier jour double tout son argent et dépense 1 gros. Item le second jour il triple l'argent qui lui était demeuré et dépense 2 gros. Item le troisième jour il quadruple tout l'argent qui lui était demeuré et dépense 2 gros. Et il trouve à la fin qu'il ne lui est demeuré que 3 gros. On demande combien d'argent il avait le premier jour qu'il entra en foire* »<sup>20</sup>. Ces règles s'appliquent généralement à des questions que l'on traduirait aujourd'hui par des équations du premier degré ou des systèmes linéaires. Souvent posées dans un contexte commercial ou plus largement de la vie sociale (comme dans l'énoncé précédent), elles n'ont aucun côté pratique. Il s'agit davantage d'entraîner le lecteur aux mathématiques en sacrifiant en même temps à la tradition, car nombreux sont les problèmes posés qui ont parcouru les siècles. C'est le cas de celui qui est cité plus haut. À ces problèmes « pseudo-concrets », associés à des règles de résolution bien

18 *Traicté de la pratique d'algorisme*, ca 1476, f. 43v.

19 Pier Maria Calandri, *Tractato d'abbacho*, Bibl. Medicea Laurenziana, éd. G. Arrighi, Testimonianze di storia della scienza, ch. 18, Pise, Domus galileana, 1974. La traduction française est la mienne.

20 *Traicté de la pratique d'algorisme*, ca 1476, f. 88v-89r. L'équation correspondant à ce problème est  $4[3(2x - 1) - 2] - 2 = 3$ .

précises, viennent souvent s'ajouter des énoncés récréatifs, qui forgent l'habileté au calcul ou au raisonnement logique, comme le célèbre problème du loup, de la chèvre et du chou<sup>21</sup> (Spiesser 2017).

Les arithmétiques commerciales renferment fréquemment un chapitre dédié à la géométrie pratique - calculs d'aires, de volumes et autres activités de mesurage - et nous renseignent indirectement sur les habitudes des marchands, sur les denrées présentes sur le marché, les monnaies, poids et mesures, sur les lieux de négoce, et aussi sur les techniques commerciales du temps. Elles reflètent les préoccupations des marchands - du moins de ceux dont les affaires sont suffisamment importantes pour qu'un tel apprentissage soit justifié - et cette volonté est souvent exprimée dans les préfaces. Si Jehan Certain nomme son traité le *Kadran aus marchans*, c'est en référence au cadran solaire qui nous guide en nous renseignant sur l'écoulement du temps. Son ouvrage sera lui aussi un guide pour le marchand en lui apprenant à bien compter afin de pouvoir acheter et vendre en respectant le droit de chacun<sup>(f. 2r)</sup>. Les auteurs ne revendiquent aucune originalité. Ils n'ont pas la prétention d'être inventeurs ni même novateurs, ils transmettent fidèlement des pratiques, ils enseignent des savoir-faire. La vocation pédagogique de ces ouvrages s'exprime dans le style : pas de définition, pas de théorèmes avec des démonstrations, mais des règles présentées comme des recettes, des suites d'instructions non justifiées et pour certaines correspondant à des raisonnements non élémentaires que l'auteur ignore certainement. Il faut dire que le fonds mathématique est repris d'un traité à l'autre et ceci depuis des siècles pour certains sujets ou problèmes. L'efficacité toute pragmatique répond aux objectifs : apprendre au marchand à reconnaître, dans les situations qu'il rencontrera, des situations mathématiques qu'il saura appliquer. C'est pourquoi l'exemplification est primordiale. Il y a toutefois un décalage sensible entre le contenu de ces livres et l'utilisation effective que le marchand « moyen » fait des mathématiques. En effet, l'application des règles doit souvent davantage à l'expérience qu'à une bonne maîtrise mathématique. Les chapitres sur les fractions vont certainement bien au-delà de ce que la majorité de ces marchands a assimilé. Nous le pressentons à travers l'examen de comptes ou autres documents associés au commerce : beaucoup de chiffres romains, peu de fractions. Enfin, nous l'avons vu, des chapitres entiers entraînent aux mathématiques mais n'ont aucune utilité directe pour le négoce.

### **Regards croisés : quel impact sur l'évolution des mathématiques ?**

Les auteurs d'arithmétiques commerciales, pour ce que nous en savons, ne forment pas un groupe homogène, par leur formation et leurs intérêts professionnels ou intellectuels. Certains sont marchands, ou proches des marchands, d'autres appartiennent à des ordres religieux, surtout urbains comme les ordres mendiants. Si leur rôle essentiel est effectivement d'enseigner des savoir-faire utiles, il serait toutefois inexact de les réduire tous à de simples passeurs. Là où ce terrain devient intéressant,

---

21 Un marchand doit faire passer une rivière à un loup, une chèvre, un chou. Il ne peut transporter qu'une des trois marchandises à chaque fois. Sachant que le loup ne doit pas se trouver seul sur la rive avec la chèvre, parce qu'il la mangerait, ni la chèvre avec le chou pour la même raison, quel nombre minimum de voyages le marchand doit-il effectuer d'une rive à l'autre pour faire traverser toutes ses marchandises ?

c'est lorsque des hommes compétents, intéressés par les mathématiques, s'investissent. Car ils font alors part de leurs réflexions et ouvrent de nouvelles perspectives, timides certes mais rétrospectivement intéressantes à observer : élargissement de la notion de nombre, réflexion sur les quantités négatives, début de mathématisation du hasard, etc. Nous développerons le premier et le troisième point.

### ***L'élargissement de la notion de nombre aux fractions***

Dans la philosophie grecque, seuls les nombres entiers (positifs) ont le statut de nombre. Défini comme une multitude composée d'unités dans les *Éléments* d'Euclide (Livre VII, déf. 2) au III<sup>e</sup> siècle avant notre ère, le nombre entier exclut l'unité, qui en est le principe. Dans le contexte pratique du commerce, le nombre est objet de calcul et non de spéculation théorique. En conséquence, très peu d'arithmétiques commerciales (au moins dans le domaine français) ne s'attardent sur l'aspect conceptuel. Les problèmes posés sont induits par l'activité de mesure, on opère avec des nombres concrets dans des activités concrètes. Or, en l'absence de l'écriture décimale avec virgule aujourd'hui banalisée, toute opération de partage d'entiers génère des fractions, dont on ne se débarrasse que grâce à une kyrielle de sous-unités. Par le jeu des divisions, tout résultat rationnel est obtenu sous la forme<sup>22</sup>  $a + p/q$ , dans laquelle  $a$ ,  $p$  et  $q$  sont entiers et  $0 < p < q$ . Cette écriture, conséquence de la définition du nombre rompu, est aussi le reflet d'une pratique, car elle y prend tout son sens et tout son intérêt : on se représente mieux 254 + 5/12 livres que 3053/12 livres.

Dans les arithmétiques marchandes, les nombres sont donc répartis en entiers, rompus et nombres « mixtes », sommes d'un entier et d'un rompu ; trois catégories issues des calculs concrets et considérées comme valeurs numériques plutôt que comme quantités abstraites. Cette classification ordonne les applications numériques, selon une difficulté technique croissante. Du fait que les nombres entiers et les nombres dits rompus sont intimement associés dans le calcul, leur statut, même lorsqu'il n'est pas explicité, est sensiblement le même. Nicolas Chuquet, un bachelier en médecine qui écrivit en 1484 le *Triparty en la science des nombres*, précise ses idées sur le nombre : « *le nombre, en tant qu'il convient à notre propos, est pris ici largement, non pas uniquement comme collection de plusieurs unités mais <il peut être> aussi 1 ou une ou <plusieurs> parties de 1 comme est tout nombre rompu* ». Chuquet fait donc entrer l'unité dans le concept de nombre, et il y place aussi les parties de l'unité<sup>23</sup>, soit les fractions comprises entre 0 et 1. D'autres sont plus frileux en admettant que le nombre rompu n'a pas la perfection du nombre entier, voire n'est pas vraiment un nombre, même s'ils en usent et le nomment comme tel (Spiesser 2011, 106 ; Spiesser 2008b, 309-312).

### ***Le goût du risque vs le coût du risque : mathématisation du hasard***

Le monde du marchand est un monde du risque où le hasard est omniprésent. Une expédition outre-Atlantique est soumise aux aléas des intempéries, de la rencontre

22  $a$  et  $p/q$  sont juxtaposés, le signe + n'est pas utilisé. D'autre part, les fractions sont écrites comme nous le faisons aujourd'hui, avec une barre horizontale.

23 Chuquet, Nicolas, *Triparty en la science des nombres*, Paris, BnF, ms fr. 1346, 1484, f. 33v. Cela sous-entend que, pour Chuquet, l'unité est divisible, contrairement à l'indivisibilité de l'unité dans la philosophie grecque.

de pirates, de navires ennemis en temps de guerre, etc. Et les contrats établis entre associés, de même que les contrats d'assurance, ne se font pas sans l'évaluation de ces risques. Le marchand a par nature le goût du risque. C'est un joueur. Et pourtant les jeux de hasard lui sont interdits. Les contrats de compagnies précisent parfois ces interdits. Ainsi, un contrat de société conclu à Anvers en 1535 entre cinq marchands qui engagent tous des fonds stipule : « [...] *s'il advenait aussi que après leur départ d'Anvers vers l'Espagne et durant ainsi le temps de ladite société, aucun d'eux se trouvait en un lieu dissolu et qu'il [...] fît des excès, soit de jouer ou de hanter de folles femmes et autres cas semblables, qu'il soit tenu de porter la charge et punition...* » (Jeannin, 58). Cohabitent donc chez le marchand goût et recherche d'une maîtrise du risque. D'un autre côté, la notion de justice a un poids important ; sans cesse elle est mise en avant. Le but du marchand est de s'enrichir mais il doit vendre « selon le juste prix », ne pas tromper les acheteurs, ne pas être usurier. De manière générale, les maîtres qui écrivent pour les marchands sont attentifs à l'éthique. Un problème sans doute courant est celui des ruptures de contrat au sein d'une association. En tout cas il est largement développé dans les Arithmétiques : comment faut-il répartir les gains ou les pertes de manière équitable lorsque le contrat initial est modifié en cours de route ? Rien n'est normalisé et parfois plusieurs solutions sont proposées ; reste au lecteur le choix de ce qui lui paraît le plus juste. C'est la démarche de Nicolas Chuquet dans l'appendice au *Triparty en la science des nombres* consacré au « fait de marchandise » : « *Deux marchands ont fait un contrat (pache) de compagnie ensemble de telle manière que l'un d'eux doit mettre la somme de 1200 l. sans la personne et l'autre doit mettre 800 l. et la personne, à savoir son service. Et ce faisant, ils doivent répartir le gain par moitié. Or il est advenu que celui qui devait mettre 1200 l. n'en a mis que 900 et celui qui devait en mettre 800 l. n'en a mis que 400 et sa personne. À savoir, ce faisant, quelle portion du gain doit prendre chacun d'eux, les contrats premiers n'étant pas corrompus mais observés et gardés* »<sup>24</sup>. Chuquet propose trois solutions puis conclut : que chacun prenne la solution qui lui paraît la « plus juridique » car les résultats diffèrent selon la manière de voir le problème.

L'emploi fréquent du terme « juridique », opposé à « opinion », rappelle l'adresse à la « Très illustre Académie parisienne de mathématiques »<sup>25</sup> que Blaise Pascal écrit en 1654 à propos de son traité sur la répartition du hasard dans les jeux<sup>26</sup>. Un problème devenu fameux, dit « problème des partis » (parti au sens de partage), qui a nourri la correspondance entre Fermat et Pascal en 1654, marque traditionnellement la naissance du calcul des probabilités. Or il a déjà été posé (et d'ailleurs résolu correctement au moins une fois) dans des traités d'abaque en Italie, ceci dès le XIV<sup>e</sup> siècle<sup>27</sup>. Ce problème pose la question de la répartition des mises entre deux personnes jouant à un jeu de hasard, lorsque celui-ci est interrompu indépendamment de la volonté des partenaires.

24 « Comment la science des nombres se peut appliquer au fait de marchandises », appendice au *Triparty*, f. 264-324, au f. 282v.

25 Il s'agit sans doute de l'Académie qui réunissait des savants autour du père minime Marin Mersenne.

26 Pascal, Blaise, *Oeuvres complètes*, I, Le Guern, Michel éd., Paris, Gallimard, 1998, 172.

27 Voir par exemple Laura Toti Rigatelli, « Il problema delle parti in manoscritti del XIV e XV secolo », dans Folkerts, Menso et U. Lindgren éd., *Mathemata* (vol. 12), Wiesbaden, Steiner, 1985, 229-236 ; Schneider, Ivo, « The market place and games of chance in the fifteenth and sixteenth centuries », dans Hay, Cynthia éd., *Mathematics from Manuscript to Print, 1300-1600*, Oxford, Clarendon Press, 1988, 220-235.

On joue par exemple à « pile ou face » et il est décidé que le premier joueur qui obtient trois fois « pile » gagne l'enjeu. Or le jeu est interrompu avant la fin de la partie. Si le résultat est par exemple 2 à 1 au moment de l'interruption, comment doit-on répartir la mise afin que personne ne se sente lésé ? C'est l'équivalent ludique d'une rupture de contrat. Et on sait l'imagination des écrivains mathématiciens, qui de tous temps ont appris à habiller de manière plaisante des problèmes posés à l'origine dans un contexte autre, souvent concret. Les réflexions sur le risque, sur les moyens de pallier les aléas lors d'investissement financier sont relayées par les maîtres qui proposent des solutions fondées sur le calcul : au XVI<sup>e</sup> siècle, le terrain semble bien préparé pour passer de la spéculation sur le risque à une mathématisation du hasard. Plus un problème est hermétique à l'expérience, plus c'est le raisonnement qui doit y suppléer. Laissons le dernier mot à Pascal, toujours dans la même adresse à l'Académie parisienne : « *en joignant ainsi les démonstrations mathématiques à l'incertitude du hasard [...], <cet art> s'arroe à bon droit ce titre stupéfiant : Géométrie du hasard* ».

## Conclusion

Le corpus des arithmétiques commerciales écrites entre le XIV<sup>e</sup> et le XVI<sup>e</sup> siècle est à l'origine d'un genre d'ouvrage pédagogique qui a perduré. Un mathématicien comme Étienne Bézout (1730-1783), auteur d'un *Cours complet de mathématiques à l'usage de la marine et de l'artillerie*, reprend le plan commun de ces arithmétiques (opérations sur les entiers, sur les fractions, problèmes) avec de nouveaux chapitres dus aux innovations mathématiques postérieures comme les décimaux ou les logarithmes. Et plus récemment, jusqu'au début du siècle dernier, les manuels de certificat d'études primaires ont perpétué cette tradition (Spiesser 2008b, 322-330).

Si la mission principale des auteurs d'arithmétique ou de géométrie pratique est de transmettre des connaissances et non d'innover dans la discipline, le rôle de ce type de mathématiques dans l'évolution du savoir n'est toutefois pas vain et doit être pris en compte. Ces mathématiques ne sont pas « nobles », mais leur rayonnement a cependant dépassé le milieu des praticiens, en Italie d'abord en pénétrant les milieux humanistes, puis dans l'Europe des XV<sup>e</sup> et surtout XVI<sup>e</sup> siècles. Le monde change, les besoins techniques s'accroissent, le public visé par les mathématiques pratiques s'étend. Ramus (1515-1572), professeur au Collège royal, souhaite que le débutant apprenne à compter et mesurer plutôt que « de belles abstractions ». Et qui plus est, les règles pratiques, surtout celles du commerce, ne pervertissent pas l'arithmétique pure ; le théoricien apprendre de la pratique et le praticien de la théorie.

Enfin, la tradition commerciale apparaît comme un espace de liberté, non figé, un terrain sur lequel peuvent voir le jour, timidement certes, des idées nouvelles, qui ont pris mathématiquement corps ultérieurement. Nous venons de citer quelques exemples. En outre, le rôle de transmission de ce courant est indéniable. C'est en grande partie grâce à ces ouvrages que s'est transmise et enrichie une « culture » des problèmes, venus du fond des temps, que la numération et le calcul indo-arabe ont été diffusés, d'abord dans l'Europe méridionale. C'est aussi par le biais des « livres d'abaque » que s'est propagée en Italie l'algèbre arabe et, avec elle, les méthodes de résolution d'équation de degré deux. C'est encore ce milieu qui formera la plupart des grands algébristes de la Renaissance, tels Scipion del Ferro, Tartaglia ou Cardan, à qui nous devons la résolution algébrique de l'équation du troisième degré.



## Bibliographie

Benoit, Paul, « Arithmétiques commerciales et comptabilités dans la France médiévale », *Histoire de fractions, fractions d'histoire*, Benoit, Paul, Karine Chemla et John Ritter dir., Bâle-Boston-Berlin, Birkhäuser, 1992, p. 307-323.

Benoit, Paul, « Calcul, algèbre et marchandise », Serres, Michel dir., *Éléments d'histoire des sciences*, Paris, Bordas, 1989, p. 196-211.

Brizzi, Gian Paolo, « Le marchand italien à l'école entre Renaissance et Lumières », Angiolini, Franco et Daniel Roche éd., *Cultures et formations négociantes dans l'Europe moderne*, Paris, éd de l'EHESS, 1995, p. 199-214.

Caster, Gilles, *Les routes de cocagne. Le siècle d'or du pastel, 1450-1561*, Toulouse, Privat, 1998.

Fourquin, Guy, *Histoire économique de l'Occident médiéval*, Paris, A. Colin, 1990.

Garin, François, *La complainte de François Garin, marchand de Lyon (1460)*, édition critique, Centre d'études et de recherches médiévales, Lyon, Presses universitaires de Lyon, 1978.

Jeannin, Pierre, *Les marchands au XVI<sup>e</sup> siècle*, Paris, Le Seuil, 1957.

Spiesser, Maryvonne, « Les manuels d'arithmétique pour les marchands dans la France du XV<sup>e</sup> siècle », *Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématiques de l'Enseignement Public* (44), « Histoire de l'enseignement des mathématiques », janvier-février 2003, p. 32-50.

—, « L'arithmétique pratique en France au seuil de la Renaissance : formes et acteurs d'un enseignement », *Llull* (vol. 31, n° 67), 2008a, p. 81-102.

—, « L'impact des mathématiques pratiques au XV<sup>e</sup> siècle sur l'évolution de la discipline et son enseignement élémentaire », dans Viennot, Laurence dir., *Didactique, épistémologie et histoire des sciences*, Paris, PUF, coll. Sciences, Histoire, Société, 2008b, p. 303-331.

—, « Règle de trois, rapports et proportions : les calculs des marchands (XIV<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> siècles) », dans Rommevaux, Sabine, Philippe Vendrix, Vasco Zara éd., *Proportions. Science - musique - peinture & architecture*, Turnhout, Brepols, coll. Études renaissantes, 2011, p. 101-122.

—, *La naissance d'un genre, le traité d'arithmétique commerciale (XIV<sup>e</sup>-XVI<sup>e</sup> s.)*, 2017.

<http://images.math.cnrs.fr/La-naissance-d-un-genre-le-traite-d-arithmetique-commerciale-XIVe-XVIe-s.html>

Van Egmond, Warren, *Practical Mathematics in the Italian Renaissance : a Catalog of Italian Abacus Manuscripts and Printed Books to 1600*, Florence, Istituto e Museo di storia della scienza, 1980.

# L'HUMANITÉ, LE COSMOS ET LA MUSIQUE

Par Mme Sylvie VAUCLAIR<sup>1</sup>

Nous vivons actuellement une période de remise en cause fondamentale de la représentation que l'humanité se fait d'elle-même par rapport au cosmos. Dans le passé, la vie ne se concevait que sur le sol terrestre. Tout ce qui nous entourait, le ciel, les nuages, le soleil, la lune, les étoiles, tout cela nous enveloppait et n'existait que pour nous. Le ciel était assimilé au divin.

Depuis moins d'un siècle, et pour la première fois depuis la naissance de la Terre, des êtres vivant sur sa surface ont réussi à s'extraire de leur berceau planétaire. Ils ont conquis la troisième dimension, la verticalité, pour aller découvrir l'espace. Ils ont quitté le sol terrestre pour évoluer dans le ciel qui, jusqu'alors, paraissait totalement inaccessible. Nous vivons à une époque où des sondes spatiales s'en vont visiter d'autres mondes, d'autres planètes où la vie a peut-être existé dans le passé. Des télescopes sont envoyés dans l'espace pour mieux observer ce que l'on appelle le « ciel profond », à des échelles de temps et de distances absolument inouïes pour l'humanité.

Les êtres humains ont à présent les moyens d'observer leur propre planète depuis l'espace lointain, grâce à des caméras embarquées à bord des sondes spatiales. Ces caméras peuvent se tourner vers nous et observer la Terre, comme un petit point bleu perdu dans l'immensité céleste. Cette vision ne peut laisser personne indifférent.

La Terre est un corps céleste qui vogue dans l'espace, comme les autres planètes, les étoiles et les galaxies. Il n'y a donc pas de différence essentielle entre la Terre et le ciel. La Terre fait partie du ciel. En ce sens, les découvertes scientifiques ont mis à mal tous les mythes de l'origine du monde, fondés sur une différence fondamentale entre la Terre et le ciel. La science les a réconciliés.

La musique n'est pas étrangère à cette évolution fondamentale de la pensée. Les représentations musicales ont accompagné de près les représentations du cosmos, depuis la musique des sphères de l'Antiquité, jusqu'à la musique des étoiles découverte depuis quelques dizaines d'années seulement.

## **Les représentations du monde dans l'Antiquité grecque et romaine**

Pour Aristote<sup>2</sup> et la plupart de ses contemporains, la Terre constituait le centre du monde et tous les objets célestes, y compris le Soleil et la Lune, tournaient autour d'elle. La Terre était le lieu de l'imperfection, du mal, alors qu'au ciel tout était parfait. Cette philosophie d'Aristote a perduré au cours du Moyen Âge et imprégné les milieux religieux. Pourtant, chez les Grecs anciens, d'autres philosophes avaient déjà remis en

---

1 Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 9 décembre 2021.

2 384-322 av. J.-C.

cause ce modèle du monde qui ne correspondait pas aux observations du mouvement des planètes dans le ciel nocturne. Il est frappant de constater que la postérité a préféré retenir une description du monde conforme aux souhaits de l'esprit humain, avec la stabilité d'une Terre fixe et l'harmonie du monde autour d'elle, plutôt que d'accepter la réalité observée, plus dérangeante. Mais tout cela n'a qu'un temps, la réalité finit par s'imposer, ce qui est plutôt réconfortant.

Les philosophes grecs étudiaient d'une manière précise l'évolution de la voûte céleste au cours du temps. Ils savaient que les étoiles reviennent chaque soir dans la même position les unes par rapport aux autres, mais avec un petit décalage temporel, environ quatre minutes plus tôt que la veille. Les figures qu'elles dessinent dans le ciel sont devenues des personnages symboliques, des héros d'histoires mythologiques, envoyés au ciel après leurs aventures terrestres : Orion, Persée et son cheval Pégase, Andromède, etc. Ce sont les constellations.

Les anciens mesuraient aussi précisément la position des autres astres du ciel. Il y a d'abord le Soleil, qui se lève chaque matin et qui éclaire les nuées de telle manière que les étoiles disparaissent à nos yeux pendant la journée, même si en réalité elles sont toujours là ; ensuite la Lune, qui se déplace par rapport aux étoiles et change chaque soir de forme et d'horaire ; enfin, on distingue d'autres lumières célestes que l'on découvre chaque nuit à un endroit un peu différent de la veille par rapport aux constellations. Ces « astres errants », ou « *planêtês astêrês* », furent appelés « planètes ». A l'œil nu, on peut en distinguer cinq : Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne.

On avait déjà une bonne idée de la distance de ces astres. Les anciens savaient que le plus proche de nous était la Lune, que Mercure et Vénus étaient plus proches de la Terre que le Soleil, alors que Mars, Jupiter et Saturne en étaient plus éloignées. Ainsi s'est constitué le modèle cosmogonique de l'époque, dont la Terre était le centre, entouré de sept « planètes », les cinq visibles à l'œil nu, plus le Soleil et la Lune, et enfin la sphère des étoiles. Au-delà se trouvait l'habitable des dieux.

Et pourtant, dans la Grèce antique, plusieurs philosophes connus avaient déjà compris que ce modèle du cosmos, avec la Terre fixe au centre du monde, n'était pas conforme à la réalité observée. L'étude détaillée du mouvement des planètes dans le ciel montrait qu'il était impossible qu'elles tournent autour de la Terre d'un mouvement circulaire uniforme. Il n'y a pas besoin pour cela d'instruments sophistiqués : c'est visible à l'œil nu. La planète Mars se déplace dans le ciel par rapport aux étoiles, dans un certain sens, mais parfois elle recule avant de repartir. Les planètes Vénus et Mercure ne sont visibles que le soir après le coucher du Soleil, ou le matin avant son lever. Autant d'observations impossibles à réconcilier avec la théorie d'Aristote.

Philolaos de Crotone<sup>3</sup> est le plus ancien philosophe connu à avoir proposé un modèle d'Univers dont la Terre n'était pas le centre. La Terre ainsi que le Soleil, la Lune et toutes les planètes tournaient autour d'un feu central invisible pour nous. A l'opposé de la Terre par rapport au feu central se trouvait une anti-Terre, ce qui portait l'ensemble des astres au nombre parfait de dix en comptant les cinq planètes connues à l'époque, ainsi que le Soleil, la Lune, la Terre, l'anti-Terre et le feu central. Cela supposait que la Terre était elle-même un corps sphérique tournant dans l'espace et sur elle-même, de telle manière que les êtres humains qui vivaient sur sa surface se trouvaient toujours à l'opposé du feu central et de l'anti-Terre, ne les voyant donc jamais. Cette construction mentale peut sembler très étrange, mais le modèle de Philolaos de Crotone, bien qu'inexact, représente une étape importante dans l'évolution de la pensée par rapport au cosmos,

---

3 470-385 av. J.-C.

dans la mesure où il considérait déjà la Terre comme une planète mobile dans l'espace.

Un siècle et demi plus tard, le philosophe Aristarque de Samos<sup>4</sup> déduisait de ses observations que la Terre était une planète et qu'elle tournait autour du Soleil, de même que les autres planètes. Il est cité par Archimède, dans son livre *l'Arénaire* : « D'après ce qui est dit par Aristarque de Samos, le monde serait beaucoup plus grand que nous venons de le dire, car il suppose que les étoiles et le Soleil sont immobiles ; que la Terre tourne autour du Soleil comme centre... »<sup>5</sup>. C'était un modèle héliocentrique, dix-huit siècles avant Copernic ! Les esprits humains n'étaient cependant pas préparés à une telle éventualité, ils ne pouvaient pas croire à une Terre planète mobile. C'est le modèle d'Aristote qui a survécu et perduré jusqu'à la fin du Moyen Âge<sup>6</sup>.

Nous savons à présent que le Soleil est une étoile comme les autres et qu'il fait partie d'une galaxie, la Voie lactée. Il existe des milliards de milliards d'autres galaxies dans l'Univers, contenant chacune des centaines de milliards d'étoiles. Qui plus est, une grande partie de ces étoiles sont des soleils entourés de planètes. Le vertige est immense.

### L'ancienne musique des sphères

Dans nos contrées occidentales, la tradition de « musique des sphères », ou « harmonie des sphères », remonte aux philosophes grecs du VI<sup>e</sup> siècle avant Jésus-Christ, les pythagoriciens. Elle est liée aux représentations du cosmos que les philosophes avaient à l'époque.

Selon une étrange légende, Pythagore<sup>7</sup>, dont il n'est d'ailleurs pas certain qu'il ait réellement existé en tant que personne alors que l'existence de divers groupes de « pythagoriciens » est une certitude, aurait été saisi d'une compréhension subite du phénomène sonore en passant devant une forge, de la même manière que, trois siècles plus tard, Archimède aurait crié « *Eurêka !* » dans son bain en comprenant pourquoi les objets pouvaient flotter dans l'eau.

Cette réduction de l'évolution des connaissances à la pensée d'un être unique, un lieu unique, un instant unique, qui n'est pas sans rappeler la règle des trois unités du théâtre classique, pose un cadre satisfaisant pour la légende mais est certainement très éloigné de la réalité. Selon un autre aspect de la légende, Pythagore aurait utilisé un instrument appelé monocorde, composé d'une corde unique en boyau montée sur un socle de bois, pour étudier les harmoniques d'un son fondamental. Cette corde aurait été fixée par deux taquets dont un fixe et un mobile, de telle manière qu'on puisse faire varier sa longueur et écouter dans chaque cas les sons obtenus en la faisant vibrer. Pythagore aurait ainsi établi des relations mathématiques entre la longueur des cordes vibrantes et le son qu'elles émettent. Ces relations ont permis de fixer les bases de la gamme musicale encore utilisée de nos jours.

Commençons par expliquer avec quelques détails les découvertes de Pythagore concernant les intervalles sonores. Lorsqu'une corde vibrante émet un son, par exemple un *do*<sup>8</sup>, la corde obtenue en divisant sa longueur par deux émet un son plus aigu, mais

---

4 310-230 av. J.-C.

5 *L'Arénaire*, in *Œuvres d'Archimède*, traduction et commentaire de François Peyrard, Paris, éditions François Buisson, 1807.

6 J'ai détaillé tout cela dans mon ouvrage *La Nouvelle musique des sphères*, Paris, Odile Jacob, 2016.

7 560-490 av. J.-C. ?

8 Il n'était pas question de notes à l'époque de Pythagore, mais j'emploie la notation moderne pour plus de clarté.

dont la perception à l'oreille semble très proche de celle du premier son. On a presque l'impression qu'il s'agit du même son, sauf que sa fréquence est plus élevée. L'intervalle sonore correspondant est appelé « octave » et on attribue au nouveau son le même nom qu'au premier : *do*.

Si, au lieu de diviser la corde en deux parties, on la divise en trois en bloquant le taquet aux deux-tiers de sa longueur, la note obtenue est différente, mais elle semble s'accorder parfaitement bien avec la première. L'intervalle sonore paraît consonnant, comme si l'une des notes se glissait dans l'autre. Il s'agit de l'intervalle de quinte, correspondant ici à la note *sol*. Enfin, si la corde est divisée en quatre en bloquant le taquet aux trois-quarts de sa longueur, on obtient une nouvelle note qui sonne elle aussi de manière très consonante avec la première, pour la même raison. C'est maintenant l'intervalle de quarte, ici le *fa*.

Lorsqu'on représente les quatre notes obtenues, *do-fa-sol-do*, on voit apparaître un nouvel intervalle, entre *fa* et *sol* : le ton. La note *fa* est reliée au *do* inférieur par une quarte et au *do* supérieur par une quinte. Inversement la note *sol* est reliée au *do* inférieur par une quinte et au *do* supérieur par une quarte. Le système est donc parfaitement symétrique. Les deux intervalles *do-fa* et *sol-do* peuvent ensuite être « remplis » en utilisant deux notes intermédiaires, obtenues par tons successifs, ou bien en recherchant de nouvelles notes par succession de quartes ou de quintes à partir des notes connues. C'est alors que tout se complique, car ni l'intervalle de quarte, ni l'intervalle de quinte ne comprennent un nombre entier de tons. Dans la convention de la gamme majeure moderne, les notes intermédiaires sont respectivement espacées de deux tons et un demi-ton. Mais d'autres conventions sont possibles. Pour cette raison, ces notes intermédiaires étaient considérées comme « mobiles » alors que les quatre notes de base étaient « immuables ».

Nous devons noter ici que cette terminologie des intervalles musicaux (quinte et quarte) est venue plus tard. Dans l'Antiquité, l'intervalle de quarte était appelé « tétracorde » et les notes immuables en étaient les « piliers ». Les tétracordes étaient souvent accolés par deux, le pilier aigu de l'un étant identifié au pilier grave de l'autre, par exemple le double tétracorde *sol-do-fa*, qui partage la note *do* comme pilier central.

Sept planètes, sept notes dans le double tétracorde, la tentation était grande de les associer. La musique et le cosmos représentaient conjointement l'élévation de l'âme, dans un monde réglé de manière parfaite par l'arithmétique et la théorie des nombres. De plus, lorsque les sept planètes étaient associées dans le bon ordre aux sept notes de musique, le Soleil, astre du jour, gloire céleste déifiée dans de nombreuses civilisations, se situait d'une manière naturelle sur le pilier central du double tétracorde.

Dans tous les cas et sous toutes ses variantes, la tradition ancienne de musique des sphères avait pour but la description de la perfection du monde. Perfection du cosmos, selon un ordre immuable et harmonieux, et perfection de la musique, selon l'organisation des sons fondamentaux d'une corde vibrante. Cette perfection s'organisait selon la théorie des nombres, élaborée par les pythagoriciens et leurs successeurs, supposée rendre compte de tout l'Univers.

### **L'imperfection créatrice**

La vision pythagoricienne s'est ensuite développée chez les philosophes grecs et latins. On ne sait pas ce que Philolaos de Crotone a lui-même pensé de ce parallèle entre la musique et le cosmos, mais en revanche cette idée est clairement développée chez

Platon<sup>9</sup>, en particulier dans le *Timée* et *La République*. Dans la suite de cette tradition, l'idée d'une Terre-planète, proposée par Philolaos et reprise plus tard par Aristarque, est totalement absente. La Terre est fixe au centre du monde, et les sept « planètes », incluant la Lune et le Soleil, tournent autour d'elle. Cette « harmonie des sphères » représentait un aboutissement, une stabilité confortable à la fois pour le monde cosmique et le monde musical.

Dans la réalité, la perfection aussi bien céleste que musicale n'est qu'un leurre. La musique refuse de se plier aux mathématiques, de même que les planètes refusent de tourner autour de la Terre d'un mouvement circulaire uniforme.

L'imperfection musicale par rapport à la théorie des nombres s'exprime tout d'abord dans la suite des tétracordes obtenus à partir d'une première note, par exemple en allant vers le grave (quartes descendantes). En commençant par un *fa*, on obtient la suite bien connue *fa-do-sol-ré-la-mi-si*. Oui, mais que se passe-t-il si on joue en même temps la note de départ et la note finale ? Un accord différent, dissonant, considéré comme particulièrement laid, interdit dans la musique religieuse au Moyen Âge car supposé introduit par le diable. C'est le « *diabolus in musica* », le triton, la quarte augmentée ou la quinte diminuée, celle qui refuse d'entrer dans le système.

Le triton possède pourtant une propriété mathématique intéressante, car il est l'intervalle moitié de l'octave, c'est-à-dire qu'il est identique à son inverse. L'intervalle *si-fa* est le même que l'intervalle *fa-si*, alors que *do-fa* n'est pas égal à *fa-do*, puisque l'un est une quarte et l'autre une quinte. Mais le triton ne s'insère pas correctement dans la suite des intervalles harmonieux obtenus à partir d'une corde vibrante. C'est un intervalle qui crée une tension et qui appelle sa résolution. Si l'on joue successivement un *fa* et un *si*, on attend la note suivante, le repos, le *do*.

Un autre exemple de refus de la musique de se plier au système mathématique pythagoricien est que le ton n'est pas égal à deux demi-tons. Plus précisément, si l'on définit comme précédemment les intervalles de quinte et de quarte à partir des divisions mathématiques d'une corde vibrante, on aboutit, comme nous l'avons vu, à fixer les notes *fa* et *sol* à l'intérieur d'une octave de *do*. À partir de là, on peut définir le ton comme l'intervalle *fa-sol* obtenu. Ensuite, on peut « remplir » l'intervalle de quarte *do-fa* par des notes intermédiaires, ajoutées par tons successifs à partir du *do* inférieur. On peut ainsi ajouter deux notes, qui s'apparentent au *ré* et au *mi* de la gamme. Oui, mais dans ces conditions l'intervalle restant, le *mi-fa*, ne correspond pas exactement à un demi-ton, défini comme la moitié de l'intervalle *fa-sol* !

C'est pourquoi ces notes intermédiaires sont appelées « mobiles ». Elles ne peuvent pas correspondre à une définition mathématique parfaite. Une autre manière de les définir consiste à les fixer à partir de quintes ou de quartes successives, montantes ou descendantes. Mais dans ces conditions, on découvre, d'une manière subtile et complexe, que tous les demi-tons ne se ressemblent pas et que, par exemple, un *ré* # est différent d'un *mi* b. J'ai détaillé tout cela dans mon récent ouvrage *La Nouvelle Symphonie des Étoiles*<sup>10</sup>. En voici quelques extraits : « *Il est possible d'enchaîner des intervalles de quintes successifs, do-sol, sol-ré, ré-la, la-mi, mi-si, si-fa #, fa #-do #, do #-sol #, etc. (...) C'est alors que la musique se moque de nous. Si l'on accorde, par exemple sur un piano, des intervalles de quintes successives de manière parfaite, on obtient la note sol bien accordée à partir du do, puis le ré, puis le la, puis le mi... et l'on finit par retomber presque sur la note do de départ - aux octaves près -, mais presque seulement!*

9 428-348 av. J.-C.

10 Vauclair, Sylvie, *La Nouvelle Symphonie des Étoiles, l'humanité face au cosmos*, Paris, Odile Jacob, 2021.



Fig. 1 : Champ profond du télescope spatial Hubble : le ciel profond est la mémoire de l'Univers, on voit des galaxies très loin dans l'espace et très loin dans le passé. © NASA/ESA/HST.

*La différence entre la note obtenue et la note de départ, à peu près d'un neuvième de ton, est appelée comma pythagoricien. Il est impossible de boucler la ronde des quintes, on tombe juste à côté ! (...) Si l'on décide de fermer quand même la boucle sur la note de départ, la dernière quinte est fautive. Lorsqu'on la joue, on entend des battements entre les harmoniques parce que l'accord n'est pas bon. Ce genre de défaut, en musique, s'appelle un loup, sans doute parce que les battements font penser, avec un peu d'imagination, aux hurlements de l'animal étouffés dans le lointain. C'est ainsi que cet enfant bancal de la ronde des quintes est appelé la quinte du loup.*

*Il est possible de fermer la boucle des quintes à l'aide d'une petite tricherie, c'est le clavier tempéré. Au lieu d'accorder les notes du clavier de proche en proche en respectant des quintes parfaites, l'accordeur les décale très légèrement, d'une manière insensible aux oreilles non exercées, de telle sorte qu'il retombe finalement sur la note de départ en gommant la quinte du loup. Le comma pythagoricien est partagé entre toutes les quintes du clavier. Il existe plusieurs manières de faire ce partage, qui reste le libre choix de l'accordeur. Les pianos ne sont pas tous accordés de la même manière, et la différence de couleur qui en résulte est sensible aux oreilles musiciennes. Une fois le clavier accordé d'une manière tempérée, il est possible de transposer une œuvre dans toutes les tonalités, sans la trahir. La musique est préservée, plus grave ou plus aiguë. Avant l'introduction du tempérament, il fallait jouer la musique dans la tonalité prévue au départ, pour ne pas la défigurer. On ne parlait d'ailleurs pas alors de tonalité, mais de modes musicaux ».*

L'existence de la quinte du loup représente un puissant symbole, celui de l'imperfection créatrice. Rien n'est parfaitement mathématique dans la musique, mais c'est justement cette imperfection qui permet la créativité et l'évolution. Rien n'est parfait non plus dans le monde, tout évolue, nous sommes le fruit de cette évolution.

## **Les connaissances contemporaines et la musique des étoiles**

Les satellites envoyés dans l'espace nous renvoient l'image de notre Terre, petite planète bleue dans l'immensité du ciel. Cette vision stupéfiante conduit à une prise de conscience planétaire, du jamais vu dans l'histoire passée de l'humanité. La Terre est née il y a 4,6 milliards d'années, dans le sillage de l'étoile Soleil, en compagnie des autres planètes du système solaire. Elle est née dans un grand nuage de gaz de notre Galaxie, au milieu de beaucoup d'autres étoiles, sans doute elles aussi entourées de planètes.

Nous devons beaucoup aux étoiles qui ont existé avant la nôtre, car elles ont fabriqué les éléments dont nous sommes faits, le carbone, l'oxygène et tous les oligo-éléments dont nous avons besoin pour vivre. Cela s'est passé dans leur cœur incandescent grâce aux réactions de fusion nucléaire qui leur fournissaient de l'énergie tout en transformant la matière. À la fin de leur existence, certaines étoiles, les plus petites, se sont évaporées, en laissant derrière elles un petit reste appelé « naine blanche ». D'autres ont explosé, ce qui est le destin des grosses étoiles, au moins huit fois plus massives que le Soleil.

Dans tous les cas, les étoiles mourantes ont rejeté, au sein des grands nuages de gaz que l'on appelle des nébuleuses, les éléments qu'elles avaient fabriqué au cours de leur existence. Celles qui ont explosé les ont retransformés une dernière fois pendant leur déflagration. La Terre et le Soleil sont nés dans une nébuleuse qui avait déjà récupéré, grâce à des étoiles mortes, les éléments nécessaires à notre existence. Sans ces étoiles du passé, nous ne serions pas ici pour en parler.

Un petit geste intéressant pour apprécier ces échelles de temps, c'est le suivant : on tend les deux bras de chaque côté index pointés. Le bout de l'index gauche représente la naissance de la Terre, le bout de l'index droit l'époque actuelle. Dans cette échelle corporelle, l'époque du début de la vie sur Terre se situe à peu près au coude gauche. Pour arriver à l'origine des mammifères, ainsi qu'à l'époque des dinosaures, il faut faire tout le trajet depuis l'index gauche en passant sur la poitrine, jusqu'au poignet droit. Quant à l'humanité, son existence se réduit à la partie blanche au bout de l'index droit. Et lorsque la Terre est née, l'Univers avait déjà deux fois l'âge correspondant aux deux bras écartés. On est loin, extrêmement loin, de l'idée d'un être humain créé en même temps que l'Univers !

Contrairement aux idées de l'Antiquité, les planètes n'ont pas globalement de résonances musicales. Elles peuvent être le siège d'ondes sonores, mais ces ondes disparaissent rapidement et cela ne fait pas résonner la planète d'une manière globale et continue. En revanche, beaucoup d'étoiles, qui sont de gigantesques sphères de gaz chaud, vibrent intérieurement comme d'énormes instruments de musique. Elles sont réellement parcourues d'ondes sonores comme la caisse de résonance d'un violon ou d'une timbale d'orchestre. Le ciel est donc le siège d'un concert perpétuel, mais l'oreille humaine ne peut pas l'entendre directement, pour deux raisons.

La première est que, contrairement à la lumière, les ondes sonores ont besoin d'un milieu matériel pour se propager : air, liquide, solide... Elles ne se propagent pas dans le vide. Or l'espace interstellaire est plus vide que le vide le plus poussé que l'on puisse obtenir sur la Terre. Donc les étoiles produisent des sons, elles s'égosillent à leur manière, tant qu'elles le peuvent, mais nous ne les entendons pas directement. L'autre raison est que la fréquence de résonance des étoiles est immensément trop grave pour l'oreille humaine. Ce sont des hyper-infra-sons. Il fallait donc des techniques particulières, que les astronomes ont mises au point et améliorées depuis une trentaine d'années. Il s'agit essentiellement de détecter par la lumière les vibrations de surface des étoiles dues aux ondes sonores qui les parcourent intérieurement.

Chaque étoile a une signature sonore qui lui est propre, qui dépend de sa taille, de sa composition, de sa température et de l'ensemble de ses paramètres physiques. De nombreuses harmoniques peuvent être excitées, avec un maximum d'amplitude pour une fréquence particulière, la note principale de l'étoile. Il s'agit d'une découverte fondamentale qui a révolutionné l'étude des étoiles, et qui a conduit à une nouvelle thématique de recherches, *l'astérosismologie*. Les astronomes observent les harmoniques stellaires et en déduisent la masse, l'âge, la composition chimique des étoiles avec une grande précision...

Le Soleil ne fait pas exception. Par un hasard plutôt cocasse, le Soleil résonne... en *sol*, ou plus précisément en *sol #*, selon l'échelle musicale moderne où, par convention,





Fig. 2 : Superbe amas d'étoiles dans notre propre Galaxie.  
© NASA/ESA/HST.

la note *la* utilisée comme référence correspond à 440 hertz (le *la* du diapason). On peut aussi remarquer que cette note correspond à peu près au *la* baroque. Et si l'on souhaite allier l'art et la science, il est tout à fait possible de transposer les harmoniques stellaires observées pour composer de la musique audible, ce que j'ai fait avec le musicien compositeur Claude Samuel Levine<sup>11</sup>.

Ainsi donc la musique des sphères de l'Antiquité n'existe pas, la stabilité et l'harmonie du monde telles que les imaginaient les anciens n'est qu'un leurre, mais c'est la condition nécessaire à la créativité et à l'évolution. Le bonheur se trouve dans la recherche et dans la création permanente, non pas dans la stagnation que procurerait un monde figé, aussi beau soit-il. N'est-il pas impressionnant de penser que la vie sur la Terre a existé pendant si longtemps et que nous venons à peine d'y prendre place ? N'y a-t-il pas là de quoi réfléchir et acquérir un peu d'humilité ? La relation étroite de l'humanité avec le cosmos ne se conçoit que dans une symbiose profonde entre l'être pensant et l'espace infini. Nous venons des étoiles et retournerons aux étoiles. Elles représentent notre ancrage ancestral, tandis que notre tête pensante sur la Terre essaie de comprendre ses origines et son devenir. Dans ce contexte, la musique représente un lien privilégié entre les êtres humains de toute la Terre et entre les générations. Elle permet de retrouver les bases fondamentales de la vie et de la conscience, en lien avec le cosmos. C'est dans l'imperfection créatrice, dans le passage, dans l'éphémère, dans l'évolution, que nous pouvons trouver notre raison de vivre.

## Bibliographie

Archimède, *L'Arénaire*, in Œuvres d'Archimède, traduction de François Peyrard, éditions François Buisson, 1807.

Vauclair, Sylvie, *La Nouvelle Symphonie des Etoiles, l'humanité face au cosmos*, Paris, Odile Jacob, 2021.

Vauclair, Sylvie, et Levine, Claude-Samuel, *La Nouvelle musique des sphères*, Paris, Odile Jacob, 2013.

Nombreux articles spécialisés en anglais

<sup>11</sup> Vauclair, Sylvie, et Levine, Claude-Samuel, *La Nouvelle musique des sphères*, Paris, Odile Jacob, 2013.

# L'INCERTITUDE EN MÉDECINE

Par M. Jean-Pierre VINEL<sup>1</sup>

« Ce n'est pas le doute, c'est la certitude qui rend fou »  
Friedrich Nietzsche *Ecce Homo*

L'incertitude est définie par Émile Littré, lui-même médecin, comme la qualité de ce qui est incertain, ou l'état d'une personne incertaine de ce qui arrive ou doit arriver, ou encore l'état d'une personne indécise sur ce qu'elle fera. Ces trois aspects se conjuguent dans l'exercice de la médecine. Hippocrate (460 - 379 av. J.-C) soulignait déjà l'incertitude dans la réponse d'un patient à un traitement spécifique.

De fait, l'incertitude est inhérente à la médecine, science empirique qui ne peut prétendre à des vérités absolues. Mais elle n'est que partielle : il existe un corpus de connaissances établies et des approches rationnelles structurées sont possibles. La maladie (du latin *male habitus* de *male habere* : se porter mal, être en mauvais état) est un concept que nul médecin ne rencontre jamais : il n'observe que des patients (du latin *patiens-tis* de *patior* : subir, souffrir) chez qui il devra identifier la maladie au travers des plaintes (les symptômes), et des signes recueillis par les examens cliniques, biologiques, d'imagerie...

## Principales sources d'incertitude en médecine

Elles sont de quatre ordres :

- connaissances insuffisantes de la science,
- ignorance par l'acteur de données établies,
- erreur d'interprétation du fait :
  - d'informations qui n'ont pas été recherchées ou qui ont été négligées
  - d'ambiguïté dans les données ou leur interprétation
  - de la complexité de la situation (données multiples, pathologies associées)
  - de biais cognitifs

- le patient lui-même qui n'a pas une perception objective de son état. Il peut aussi attendre, consciemment ou non, des bénéfices de l'attribution du statut de «malade» : soulagement de ses symptômes, reconnaissance, avantages matériels...

On peut évoquer à ce titre la variabilité du ressenti de la fatigue et de la douleur (Krupić F. *et al.*). Ainsi par exemple, de nombreuses études, notamment anglo-saxonnes,

---

<sup>1</sup> Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse le 13 janvier 2022.

ont montré des différences de description de la douleur dans ses modalités et son intensité en fonction de l'ethnie, de la nationalité d'origine, du niveau culturel...

Un autre exemple est fourni par une étude menée en France (Strock P. et *al.*). Un document d'information était remis à 102 patients qui devaient avoir une coloscopie. Après l'examen réalisé sous anesthésie générale, 72 de ces patients déclaraient avoir reçu l'information mais 30 affirmaient n'en avoir pas reçu. Pourtant, avant l'examen, quand l'information leur avait été donnée, ces derniers affirmaient avoir lu le document intégralement et jugé l'information suffisante et aucun n'avait souhaité d'information complémentaire. Ce résultat tient principalement à l'anxiété des patients avant l'examen, qui occupe leur attention, diminue leurs capacités de compréhension et de mémorisation.

### **Traitements de l'incertitude et leurs limites**

Ils sont au nombre de quatre :

#### ***Examens complémentaires :***

Leur développement a permis des progrès considérables dans le diagnostic et le traitement des maladies aussi bien aiguës que chroniques. Au point que beaucoup tendent à considérer leurs résultats comme un «étalon or» dans la démarche médicale. Pourtant, ils sont eux-mêmes sources d'incertitudes, comme le montrent les exemples suivants.

Le taux sanguin de transaminases, enzymes essentiellement contenues dans les cellules du foie, est un marqueur biologique très précieux de lésion hépatique. Pourtant la valeur normale de ce taux n'a pas de définition universelle acceptée et plusieurs seuils peuvent être utilisés. Une étude française (Piton A. et *al.*) a montré que selon la définition retenue pour ce seuil, le nombre de dons de sang acceptables (c'est-à-dire provenant de sujets dont les transaminases sont normales et de ce fait non suspects de pouvoir transmettre une hépatite virale) variait de 82% à 96%, et que la normalisation de leur taux au cours du traitement d'une hépatite chronique C variait de 25% à 42%.

On a voulu voir dans l'analyse génétique un moyen sûr de dépister ou diagnostiquer des maladies causées par une ou plusieurs mutations identifiées. L'hémochromatose dans sa forme la plus fréquente est liée à une mutation homozygote (c'est-à-dire des deux gènes d'origine l'un maternelle et l'autre paternelle) du gène HFE porté par le chromosome 6. Elle est responsable d'une accumulation de fer source de lésions hépatiques, cardiaques, des glandes endocrines, des articulations... Selon les pays et les régions, sa prévalence (c'est-à-dire le nombre de cas présents à un temps donné) est comprise entre 1,6 et 4,6%, tandis que celle de la mutation homozygote varie entre 2 et 8%. Ainsi environ la moitié des individus porteurs de la mutation à l'état homozygote ne développent pas la maladie.

L'extraordinaire essor de l'imagerie de coupe (échographie, tomodensitométrie ou scanner, imagerie par résonance magnétique) a profondément modifié la démarche diagnostique de très nombreuses maladies. Pourtant ces examens comportent eux-mêmes des sources d'incertitude.

Dans une étude américaine (Abujudeh H.H. et *al.*), trois radiologues expérimentés ont eu à interpréter chacun 30 examens tomodensitométriques, puis chacun re-interprétait les 30 examens qui lui avaient été confiés et la moitié de ceux qui avaient

été lus par chacun des deux autres experts (soit 60 examens interprétés par chacun des trois radiologues) pour tester la variabilité intra- et inter-observateur. Pour la variabilité intra-observateur, des discordances mineures étaient observées dans 32% des cas et des discordances majeures qui pouvaient avoir un impact sur la prise en charge du patient, dans 32% des cas également. Pour la variabilité inter-observateur, ces valeurs étaient respectivement de 32% et 26% des cas.

Une autre source d'incertitude est l'absence de codification précise de la sémantique des comptes-rendus. Ainsi, une même image peut être interprétée comme « compatible avec... », « correspondant vraisemblablement à... » ou encore « possiblement en rapport avec... ». L'incertitude n'est pas ici source d'erreur mais de retard au diagnostic ou au traitement, de majoration de l'anxiété du patient et de son entourage, et d'augmentation du coût de la prise en charge.

Ces imprécisions ont conduit des membres du département de radiologie de la Harvard Medical School (Shinagare A.B. et *al.*) à proposer en 2020 des définitions pour les termes utilisés :

- « Le plus vraisemblable » signifie « très haute probabilité »
- « Vraisemblable » signifie « haute probabilité »
- « Peut représenter » signifie « probabilité moyenne »
- « Peu vraisemblable » signifie « probabilité faible »
- « Très peu vraisemblable » signifie « probabilité très faible »<sup>2</sup>.

Cette proposition souligne l'importance du problème. Mais en dépit de cet effort, les définitions restent pour le moins évasives en l'absence de quantification de la probabilité évoquée et elles ne sont pas largement adoptées par les radiologues. Notons que la description de cinq niveaux de qualification incite à attribuer une marge de 20% pour chacun. Ainsi, par exemple la « très haute probabilité » pourrait être comprise entre 80% et 100%. Mais si un risque d'erreur de 20% peut paraître tolérable pour une décision sans risque majeur pour le patient, est-on prêt à l'accepter pour porter l'indication d'une intervention lourde ?

De la même manière, les comptes-rendus d'examen anatomo-pathologique, de pièces de biopsies ou d'exérèse chirurgicale comportent des imprécisions qui ont pu être chiffrées à 38 % dans une étude (Lindley S.W. et *al.*).

### ***Médecine fondée sur les preuves (Evidence based Medicine (EBM))***

Dans son *Canon de la Médecine* Ibn Sina (980-1037), Avicenne pour les occidentaux, indique qu'un remède doit être efficace soit toujours, soit au moins dans beaucoup de cas, sinon son action peut être accidentelle. Plus tard, au XVIII<sup>e</sup> siècle, Jacques Bernoulli démontre que la moyenne empirique, calculée sur les valeurs d'un échantillon, converge vers l'espérance lorsque la taille de l'échantillon tend vers l'infini ; et que le degré d'incertitude diminue quand le nombre d'observations augmente.

Ce n'est que bien plus tard que probabilités et statistiques ont été introduites dans le raisonnement médical. En 1991 est utilisé pour la première fois le terme de « *médecine fondée sur les preuves* » (Guyatt G.A.) : « *La médecine fondée sur les preuves utilise des stratégies complémentaires, incluant la recherche rapide de publications d'études*

---

2 Traduit par l'auteur.

*pertinentes pour le problème clinique considéré, l'analyse critique de ces études et l'application des résultats des meilleures au problème posé »<sup>3</sup>.*

On peut distinguer trois modalités dans ce type de démarche : les avis d'experts, les recommandations de sociétés savantes (ou RPC pour « *recommandations pour la pratique clinique* ») et les réunions de Concertation Polydisciplinaire (RCP).

Les avis d'experts doivent être acceptés avec circonspection si l'on en croit l'étude de F. Schaafsma et *al.* Ces auteurs ont soumis 12 problèmes de santé au travail dûment codifiés à 14 médecins du travail en leur demandant de prendre conseil auprès de leurs « experts » habituels. Lorsque l'expert précisait la ou les source(s) qui étayai(en)t son conseil, l'avis était valide dans 83 % des cas, contre 23 % des cas seulement lorsque la source n'était pas mentionnée.

Les RPC sont très précisément codifiées par des instances officielles, comme la Haute Autorité de Santé (HAS) en France qui liste le « *Niveau de preuve et [la] gradation des recommandations de bonne pratique* ». Mais il existe onze autres systèmes de gradation, dont un autre en France proposé par l'Institut National du Cancer (Inca). Le plus haut niveau de gradation (A) pour la HAS correspond aux données issues de « *essais comparatifs randomisés de forte puissance* », de « *méta-analyses d'essais comparatifs randomisés* » ou encore « *d'analyse de décision fondée sur des études bien menées* ». Les essais comparatifs randomisés de forte puissance obéissent à une méthodologie rigoureuse, parfaitement codifiée et transforment une incertitude en risque quantifié. Mais leur mise en œuvre est compliquée et très coûteuse. La plupart des essais sont ainsi financés par des compagnies pharmaceutiques pour tester leurs propres produits, avec les biais que cela peut occasionner. L'extrapolation des résultats à un patient donné est elle-même source d'incertitude : ainsi par exemple, l'effet du médicament testé dans l'étude avec 96% de chances de succès aura sur un patient particulier une efficacité de 0% ou de 100%. Se pose aussi la question de la représentativité de l'échantillon sélectionné pour l'étude : âge (généralement très peu ou pas de sujet âgés), pathologies associées (précisément définies, peu nombreuses et peu graves), origine géographique... Peut-on appliquer sans réserve les résultats d'une étude menée aux USA, mêlant patients d'origine hispanique, afro-américains et caucasiens, plus souvent en surpoids..., à des patients d'Occitanie aux habitudes alimentaires et au mode de vie différents ? Actuellement, dans la littérature médicale, on constate une augmentation très importante d'études menées en Chine ; or on sait par exemple que les hépatites virales n'ont pas une réponse à certains traitements identique à celle des Occidentaux.

Une autre question est liée à l'intérêt clinique de la différence mise en évidence entre deux traitements. Plus la taille de l'échantillon utilisé pour une étude sera grande, plus minime sera la différence entre deux traitements qu'il sera possible de rendre statistiquement significative. Mais plus cette différence est faible, moins l'intérêt thérapeutique du produit est important.

Les méta-analyses permettent de rassembler les résultats de plusieurs études pour augmenter la puissance des comparaisons et préciser des éléments que leur rareté pourrait masquer dans des études d'échantillons plus faibles. Ces méthodes extrêmement puissantes exposent néanmoins à des biais. Ainsi, en toute rigueur, toutes les connaissances, c'est-à-dire toutes les études menées, devraient être prises en compte. Or des études négatives ne sont que rarement publiées. Et les critères d'inclusion et d'exclusion des patients doivent être homogènes entre les études, tout comme les

---

3 Traduit par l'auteur.

méthodologies et définitions utilisées. Ainsi par exemple, une méta-analyse des études comparant deux traitements d'une complication des cirrhoses (Sinagra E. et al.), identifie 39 publications mais n'en retient finalement que 5 pour ces différentes raisons. Une telle sélection, quoique parfaitement justifiée par les auteurs, est indéniablement source d'incertitude sur la validité des résultats.

Une étude française (Poynard T. et al.) a comparé la validité en 2000 des conclusions de 474 études sur les hépatites et la cirrhose publiées entre 1945 et 1999. Cette validité était de 57 %  $\pm$  10 % pour les méta-analyses, contre 85 %  $\pm$  3 % pour les études randomisées.

### **Recherche**

La recherche est la voie principale de traitement de l'incertitude. Les progrès scientifiques, dans tous les domaines, ont indirectement ou directement participé à l'évolution de la médecine.

Un exemple particulièrement spectaculaire est fourni par la transplantation hépatique pour les hépatites fulminantes. Il s'agit d'une insuffisance hépatique aiguë d'origine médicamenteuse, métabolique ou virale. Si le patient survit à l'épisode, la guérison est totale et sans séquelle. Mais si apparaissent des troubles neurologiques (regroupés sous le terme d'encéphalopathie hépatique) associés à des perturbations importantes de la coagulation sanguine (taux de prothrombine inférieur à 30%), la mortalité est supérieure à 90 %. Lorsque ces deux éléments sont associés, on juge donc licite de proposer une transplantation hépatique, dont le taux de survie est de 83 % à 1 an et 70 % à 3 ans. Toutefois ce résultat n'est obtenu qu'au prix d'un traitement immuno-suppresseur à vie pour éviter le rejet du greffon. Le risque d'erreur, soit parce qu'une transplantation est réalisée alors que l'évolution aurait été favorable (10 % des cas graves), soit parce qu'elle n'est pas proposée alors qu'elle aurait dû l'être, rend la décision toujours très difficile.

L'équipe de chirurgie hépatique de Strasbourg a rapporté le cas d'un enfant de 4 ans présentant une insuffisance hépatique sévère par hépatite A (Boudjema K. et al.). Les opérateurs ont laissé en place le foie malade et greffé un morceau de foie dans l'objectif de suppléer aux fonctions hépatiques défaillantes. Cette transplantation auxiliaire a permis une normalisation de l'état de conscience au deuxième jour et de la coagulation sanguine au sixième jour. Au trente-huitième jour, le foie natif avait régénéré et retrouvé une taille normale. 85 jours après l'opération, le foie auxiliaire était enlevé et le jeune patient retrouvait une vie normale, sans les inconvénients des traitements anti-rejet.

### **Formation**

La demi-vie des connaissances médicales a été estimée à 5,5 ans et la durée de vie moyenne de la validité des méta-analyses à 5 ans. Pour limiter les incertitudes liées au défaut de connaissances, il est donc impératif que les médecins assurent régulièrement une mise à jour de leur savoir et de leurs compétences. Ce « *développement personnel continu* » (DPC) a été rendu obligatoire dans de nombreux pays dont la France. Aux Pays-Bas, l'absence de formation à cinq ans peut être sanctionnée par une interdiction provisoire d'exercice. En France, l'application efficace de la loi suppose une organisation qui n'est toujours pas finalisée et des contrôles mais ils sont peu ou pas exercés.

## ***Intelligence artificielle***

L'intérêt suscité par l'IA en médecine est attesté par le nombre de publications sur ce thème (source : National Library of Medicine – NIH - <https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) : 2010 : 589 ; 2015 : 1446 ; 2020 : 8212 ; 2021 : 11148.

Beaucoup de fantasmes entourent ce que recouvre ce concept qui suscite de nombreuses inquiétudes tant dans le public que chez les professionnels eux-mêmes. Dans le journal *Le Monde* du 1<sup>er</sup> Juin 2022, des membres des Instituts Interdisciplinaires d'Intelligence Artificielle (3IA) ont publié une tribune intitulée : « *Plutôt que de craindre que les médecins soient remplacés par l'intelligence artificielle, interrogeons-nous sur le type de service que nous souhaitons lui déléguer* ». De fait, des études déjà nombreuses ont montré l'intérêt des techniques d'IA en médecine. Pour prendre quelques exemples :

- classement de lésions bénignes / malignes en dermatologie,
- identification des images normales / suspectes sur les mammographies,
- en gastro-entérologie : aide au diagnostic de polype au cours de la coloscopie,
- en ophtalmologie : détection de la rétinopathie diabétique. Cette application a reçu l'aval de la Food and Drug Administration américaine pour être utilisée chez les patients.

Les développements de l'IA ne pourront pas ne pas profondément influencer l'exercice de la médecine dans un proche avenir. Mais, comme habituellement dans le domaine des connaissances, ils nous rendront plus conscients encore de l'ampleur de notre ignorance, et déplaceront l'incertitude sans la supprimer.

## **En guise de conclusion : conséquences de l'incertitude en médecine**

L'incertitude est indéniablement un moteur essentiel de la recherche et du progrès scientifique. Mais elle occasionne de nombreuses difficultés dans l'exercice de la médecine.

La première est la complexité de la communication avec des patients censés donner un consentement informé à tout acte médical. Et nous avons vu que l'incertitude est ubiquitaire et que les raisonnements sont le plus souvent probabilistes, notion dont la compréhension reste difficile, surtout à l'occasion d'une discussion avec un patient anxieux de son état et de son devenir.

Annoncer tous les inconvénients potentiels d'un acte ou d'un traitement est nécessaire mais expose à l'incompréhension, voire la défiance. Des études ont montré que des informations sur des controverses portant sur des techniques de dépistage conduisaient à un désintérêt pour ce dépistage. L'épidémie de Covid-19 a montré à l'envi les difficultés de la communication sur les mesures de prévention et la vaccination.

Cette incertitude consubstantielle aux sciences empiriques et particulièrement sensible dans le domaine de la médecine, se heurte encore à l'aversion pour l'ambiguïté avec des conséquences multiples : multiplication des avis et des examens complémentaires, abus du principe de précaution, préférence pour le *statu quo*... Elle rend compte aussi en partie du succès du charlatanisme qui ne connaît ni n'expose le doute. De façon plus pernicieuse et au-delà du seul domaine de la médecine, l'incertitude permet d'encourager le scepticisme : discuter des preuves des dangers du tabac ou du changement climatique fait partie de la démarche scientifique, mais les manipulateurs en tirent prétexte pour affirmer que le doute persiste.

Tous les progrès qui ne manqueront pas d'être faits, ne pourront que modifier les motifs d'incertitude mais ne les feront pas disparaître. C'est pourquoi réduire les

conséquences de l'incertitude ne peut reposer que sur l'éducation pour développer l'esprit critique et raisonner juste.

## Bibliographie

Abujudeh H.H. et al. : *Abdominal and pelvis computed tomography (CT) interpretation : discrepancy rates among experienced radiologist*, Eur Radiol 2010, 20:1952-7.

Boudjema K. et al. : *Temporary auxiliary liver transplantation for subacute liver failure in a child*, Lancet 1993, 342 : 778-9.

Krupić Ferid, et al. : *Ethnic differences in the perception of pain: a systematic review of qualitative and quantitative research*, Med Glas (Zenica), 2019 Feb 1, 16(1) :108-114.

Guyatt G.A. : *Evidence based medicine*, ACP J Club, 1991.

Lindley S.W. et al. : *Communicating uncertainty in surgical pathology reports : disparities between sender and receiver*, Pathol Res Pract, 2014, 210 : 628-33.

Piton A. et al. : *Factors associated with alanine transaminase activity in healthy subjects : consequences for the definition of normal values, for selection of blood donors and for patients with chronic hepatitis C*, Hepatology, 1998, 27 : 1213-19.

Poynard T. et al. : *Truth survival in clinical research: an evidence-based requiem ?* Ann Intern Med, 2002 Jun 18, 136 : 888-95.

Schaafsma F. et al. : *Caution required when relying on a colleague's advice ; a comparison between professional advice and evidence from the literature*, BMC Health Serv Res, 2005, 5 : 59.

Sinagra E. et al. : *Systematic review with meta-analysis : the haemodynamic effects of carvedilol compared with propranolol for portal hypertension in cirrhosis*, Aliment Pharmacol Ther, 2014, 39 : 557-568.

Shinagare A.B. et al. : *Diagnostic certainty scale terminology to convey diagnostic certainty in radiology report*, <https://rad.bwh.harvard.edu/actionable-radiology-reports>

Strock P. et al. : *Étude prospective de la perception de l'information des malades avant coloscopie*, Gastroenterol Clin Biol, 2001, 25 : 432-3.





# DE PICOT DE LAPEYROUSE (1781) À NOS JOURS, LA SAGA DES RUDISTES

Par M. Michel BILOTTE<sup>1</sup>

Alors qu'il parcourait, en 1775, les Corbières, Philippe Picot de Lapeyrouse, célèbre naturaliste toulousain, arrive sur le lieu-dit la Montagne des Cornes et observe une multitude de « *corps pétrifiés ... auxquels le vulgaire a donné le nom de cornes* ». Cette découverte donnera lieu à la publication, en 1781, d'un ouvrage intitulé : « *Description de plusieurs nouvelles espèces d'Orthoceratites et d'Ostracites* ». Cet ouvrage sera considéré par les paléontologistes comme à l'origine de l'étude d'un groupe de bivalves exclusivement fossiles, les Rudistes.

## Pourquoi les noms d'*Orthoceratites* et d'*Ostracites* ?

Le nom d'*Orthoceratites* utilisé par Picot de Lapeyrouse, mais que l'on trouve déjà chez Fortis (1744), provient sûrement d'une assimilation des fossiles de la Montagne des Cornes à des formes droites de céphalopodes (*Orthoceras* = cornes droites), d'où ce nom pour les différencier des *Ceratites* (du grec *Keratitis* qui signifie cornu), qui sont des formes enroulées. Quant au nom d'*Ostracites*, déjà utilisé par Pline l'Ancien (23 à 79 après J.-C.), il désigne, au XVIII<sup>e</sup> siècle, des huîtres pétrifiées.

Quelle peut être la raison supposée de l'attribution aux *Orthoceratites* ? Picot de Lapeyrouse (Fig.1a), dans son superbe ouvrage bilingue latin et français de 1781, (Fig. 1b) figure dans une suite de 13 planches un inventaire détaillé des organismes fossiles qui font la particularité de la Montagne des Cornes. Il fait la description, dans un vocabulaire vernaculaire, des caractéristiques externes et internes, reconnaissant qu'il s'agit de formes cylindriques à coniques (*tuyaux*), cannelées ou striées extérieurement, dont la cavité centrale est subdivisée par des cloisons dont la concavité est tournée vers l'ouverture ; de la muraille externe se dégagent, sur toute la hauteur de la coquille, deux excroissances qui limitent une *gouttière*, qui peut être vide et correspondre à la place d'un *siphon*, d'où le vocable de *gouttière creuse*, ou être interrompue par les cloisons (Fig. 2a & b). Un opercule, ou *tampon*, ferme la coquille ; il porte de nombreuses perforations, et parfois deux gros orifices qualifiés d'*yeux*.

En cette fin de XVIII<sup>e</sup> siècle, l'étude des restes fossiles est balbutiante et Picot de Lapeyrouse n'a que peu de modèles à sa disposition pour attribuer les fossiles de la Montagne des Cornes à des formes connues. Par son mode d'organisation, celle des Nautilus doit lui paraître la plus proche. En effet ceux-ci possèdent une coquille cloisonnée dont ils occupent la dernière loge formée (loge d'habitation) et sont reliés à

---

1 Communication présentée Michel Bilotte à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse le 10 février 2022.

la loge initiale par un siphon qui traverse les cloisons en position centrale. Ce sont des formes nageuses nectoniques, dont le test est mince et la coquille enroulée en spirale plane. Des représentants fossiles possèdent une coquille droite ; ce sont les Orthocères (genre *Orthoceras*, Fig. 2c), d'où une similitude complémentaire pour une attribution aux Orthoceratites.

Trop influencé par le seul modèle à sa disposition, Picot de Lapeyrouse ne s'appuiera pas sur ses observations, comme la présence des opercules ou le fait que les organismes étaient fixés au substratum, pour envisager qu'il se trouvait en présence d'un groupe d'organisme bivalves nouveau.

### Une classification déjà obsolète dès sa parution

C'est sur ces caractéristiques internes et externes que Picot de Lapeyrouse va fonder une « Divisions » des orthoceratites en trois ordres : Ordre I : les orthoceratites à siphon ; Ordre II : les orthoceratites à siphon et à gouttière ; Ordre III : les orthoceratites à gouttière. Les fossiles de la Montagne des Cornes seront attribués aux Ordres II et III (Fig. 1c) ; l'Ordre I, celui des formes à siphon, n'y est pas représenté. Les *Ordres* proposés par Picot de Lapeyrouse sont subdivisés en *Genres* et *Espèces* : un genre et deux espèces dans l'Ordre II, six genres (Fig. 1c) et trente espèces dans l'ordre III.

Quant aux trente espèces censées illustrer ces six genres, leur diagnose ne repose que sur des critères descriptifs peu significatifs (Fig. 1d).

Malheureusement ce type de dénomination n'était déjà plus utilisé depuis l'introduction par Carl Von Linné, dès 1835, du modèle de classification binominale, devenu la règle dans la désignation des espèces dès 1758. Pourquoi Picot de Lapeyrouse, botaniste réputé qui n'ignorait pas le *Species plantarum* de Linné paru en 1753 puisqu'il utilisait le modèle de la classification binominale dans la désignation des plantes qu'il récoltait, n'a-t-il pas appliqué cette classification binominale lors de la description des *Orthoceratites* ? Aucune explication n'en est donnée.

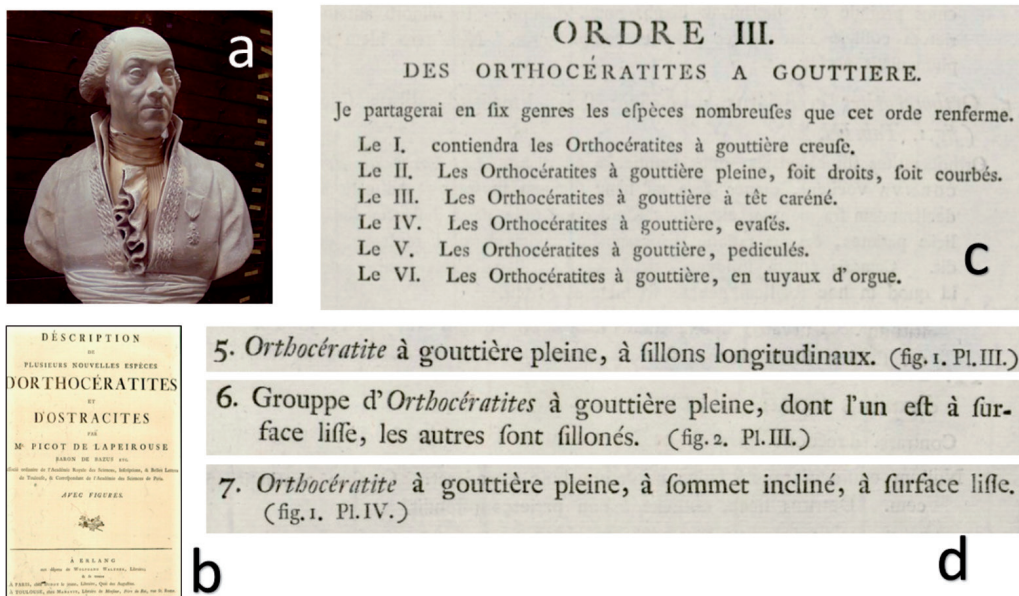


Fig. 1. **a** : buste de Picot de Lapeyrouse à 68 ans, par Griffoul Dorval (1812). **b** : première page de l'ouvrage Description de plusieurs nouvelles espèces d'Orthoceratites et d'Ostracites par Philippe Picot de Lapeyrouse, 1781. **c** : six sections de l'Ordre III des « Orthoceratite à gouttière ». **d** : exemples de descriptions.

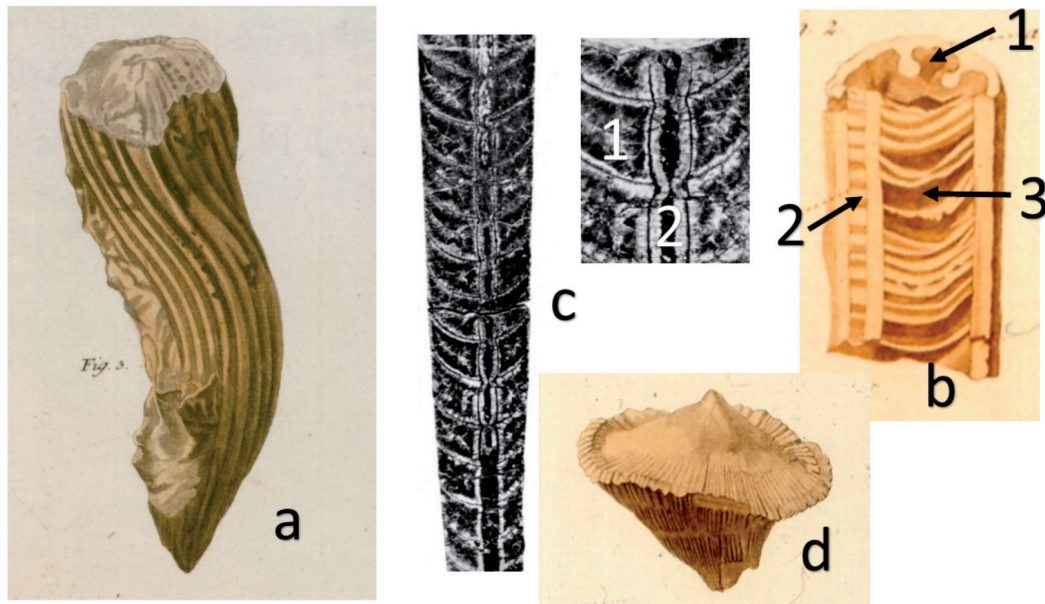


Fig. 2. **a** : reproduction d' « Orthocératite tourné en spirale, espèce 16 » (Tab. VI, Fig. 3).  
**b** : éléments diagnostiques selon Picot de Lapeyrouse : **b1** : gouttière ; **b2** : siphon ; **b3** : loge comprise entre des cloisons à concavité, tournée vers l'avant de la coquille (Tab. II, Fig. 2).  
**c** : Orthocère vrai (Céphalopode du Paléozoïque) **c1** : loge ; **c2** : siphon central (Babin, 1966).  
**d** : reproduction d' « Ostracite angéolide » (Tab. XIII, Fig. 1).

La conséquence fut que lorsque ces organismes seront réétudiés au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, toutes les formes publiées par Picot de Lapeyrouse seront nommées suivant les règles de la classification binominale et aucune paternité ne lui sera reconnue hormis celle d'*Ostracites angeoides* qui respectait les normes de la dénomination binominale mais qui, du fait de son attribution à un genre *Radiolites* créée en 1801 par Lamarck, devint *Radiolites angeoides* (Picot de Lapeyrouse 1781) *emend* Lamarck 1801.

### L'évolution des connaissances à partir du XIX<sup>e</sup> siècle

Déjà d'Orbigny avait émis des doutes sur le fait que les fossiles de Picot de Lapeyrouse « n'étaient pas des céphalopodes ». Dans son ouvrage sur les « animaux sans vertèbres », Lamarck les avait placés dans un groupe nouveau, celui des Rudistes. Mais ce ne sera qu'en 1825 que Deshayes montrera leur similitude avec les bivalves et que cette dernière conception sera progressivement admise par tous.

Si les premières représentations de ces Rudistes sont antérieures à l'ouvrage de 1781 (Ferrante Imperato 1676 ; Spada Giovanni Giacomo, 1744 ; Fortis, 1774), les Rudistes forment de nos jours une famille conséquente constituée de six grandes familles pour certains auteurs (Fig. 3a), sept pour d'autres (Bilotte 2009) - Diceratidae, Requieridae, Caprotinidae, Caprinidae, Hippuritidae, Radiolitidae et Plagiptychidae -, composées chacune de plusieurs centaines de genres et d'espèces. Les Rudistes ont colonisé les rivages de la Téthys du Jurassique supérieur (-154 Ma) à la fin du Crétacé supérieur (-66 Ma) ; ils furent, dans le milieu marin des contemporains des Dinosaures et paraissent avoir disparu avant la limite K/T ; leur déclin semble avoir été progressif, peut-être en parti lié à la disparition des grandes zones de plates-formes qui se développaient aux bordures de cette mer équatoriale, du golfe du Mexique, à l'ouest, à l'Inde et à la Chine, à l'est, et où ils formaient de grandes constructions tabulaires. Ces organismes filtreurs étaient très sensibles aux variations du milieu (T°, profondeur, rayonnement

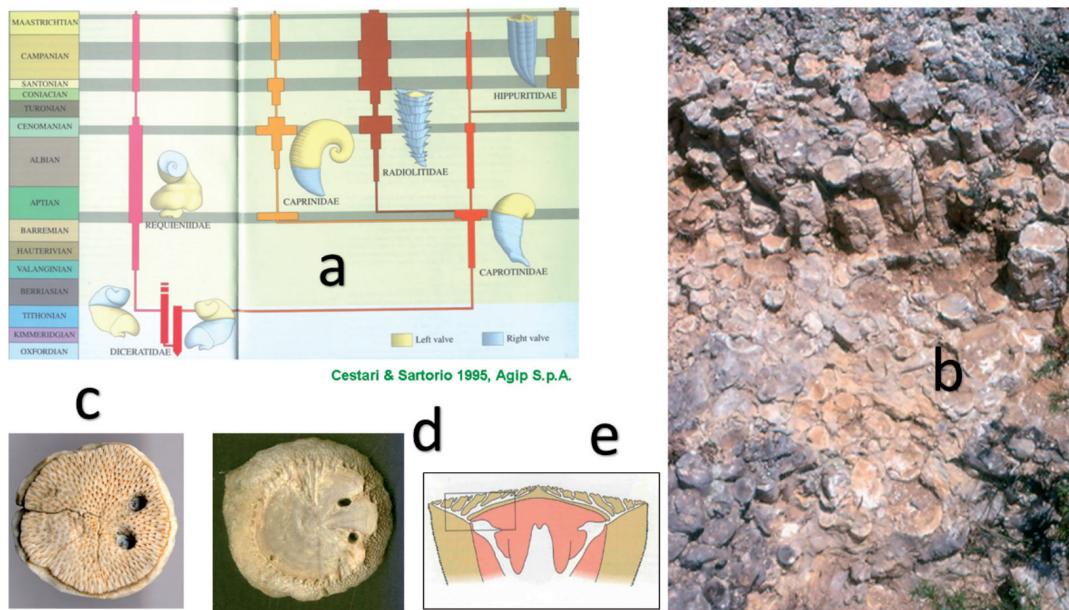


Fig. 3. **a** : exemple de classification des Rudistes (Cestari R. et Sartotio D., 1995). **b** : association de Rudistes sur le site de la Montagne des Cornes (cliché Michel Bilotte). **c** : vue extérieure de l'opercule d'un Hippuritidé montrant les pores et les oscules. **d** : vue intérieure de l'opercule d'un Hippuritidé montrant le débouché des oscules dans la cavité palléale. **e** : schéma de circulation de l'eau de l'extérieur vers l'intérieur de la cavité palléale (d'après Cestari et Sartorio, 1995).

lumineux, turbidité, ...). Alors que les premiers représentants sont des formes massives, au Crétacé moyen, vers -110 Ma, des processus d'allègement des tests apparaissent (tests cellulaires et/ou cloisonnés) ; au cours du Crétacé supérieur (de -91 à -66 Ma), il n'est pas rare d'en trouver dans des environnements deltaïques, mais seulement dans les zones inter-distributaires où les apports terrigènes sont moindres mais où les nutriments sont abondants, comme dans le site de la Montagne des Cornes par exemple (Fig. 3b). Dans ces environnements, les Hippuritidés ont développé des dispositifs très élaborés de filtration au niveau de leur valve operculaire (Fig. 3c, d, & e). Compte-tenu d'une évolution continue des espèces et bien que nombre d'entre-elles doivent être utilisées avec discernement, compte-tenu du fait que l'on s'adresse à des espèces morphologiques (transiant) et non à des espèces véritables à courtes durée de vie, de nombreuses associations ont démontré une valeur stratigraphique dans la datation des terrains qui les renferment.

### La valeur esthétique des calcaires à rudistes

Des calcaires à rudistes ont été, depuis la période romaine, et sont encore exploités en carrière pour fournir des marbres de forte qualité esthétique (Fig. 4b & c). Dans les Alpilles, les carrières de la région d'Orgon exploitent un faciès particulier, le faciès urgonien caractérisé par l'abondance des Requienidae ; le marbre de Sarrancolin (Fig. 4e), riche en Caprinidae, se retrouve dans la Galerie des Glaces de Versailles ou à New-York dans l'Empire State Building ; à Lisbonne, les calcaires à Caprinules d'Alcantara (Fig. 4f) sont omniprésents ; on en trouve à Damas (Syrie) dans la mosquée des Omeyyades (Fig. 4d) ; des Radiolitidae s'observent dans les dallages de l'aéroport de Mexico, etc. Cette manne économique que fournissent ces plus beaux gisements, ne doit pas faire oublier que, ponctuellement, des rudistes ont été un temps utilisés dans le bâti rural charentais (Fig. 4a) et l'ont été encore récemment (Fig. 4g).

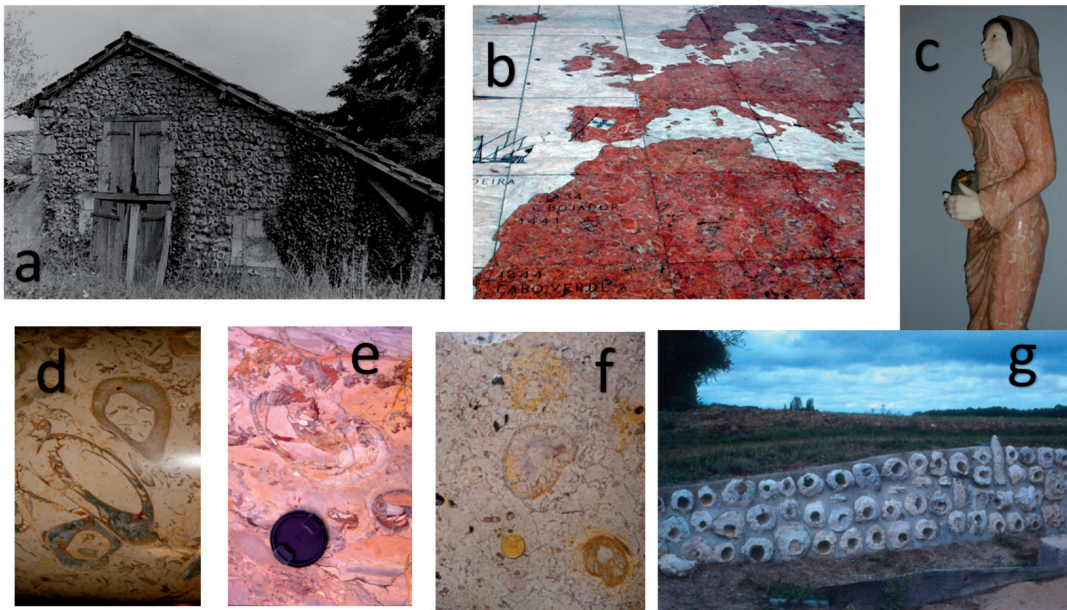


Fig. 4. **a** : bâti ancien d'une grange utilisant des Rudistes dans les Charentes (Lamerac, cliché Joël Drochon). **4b, 4c, 4f** : utilisation de calcaires à Rudistes à Lisbonne ; **b** : mappemonde du Padrão dos Descobrimentos. **c** : sculpture ; **d** : calcaire à sections de Caprinidés dans la Mosquée des Omeyyades (Damas, Syrie). **e** : marbres de Sarrancolin utilisés à Versailles. **f** : pavement utilisant les calcaires à Caprinules d'Alcantara. **g** : mur construit utilisant des Rudistes du genre *Lapeirousia* (Lamerac, Charentes).

Ce rapide survol de ces organismes fossiles que sont les Rudistes a montré, que de Picot de Lapeyrouse à nos jours, ils ont mobilisé les plus grands noms de la paléontologie française du XIX<sup>e</sup> siècle. Leur étude s'est poursuivie par la suite, et dans nos rangs Gaston Astre en fut le chantre pyrénéen. De façon périodique des colloques internationaux réunissent les spécialistes qui y confrontent leurs idées et présentent de nouvelles espèces. Chez les Hippuritidés, les mécanismes du fonctionnement hydraulique de la valve supérieure, ne sont pas totalement élucidés. Certains calcaires à rudistes sont devenus des marbres recherchés au point que, dans les Pyrénées, des exploitations abandonnées ont été réactivées. La saga des Rudistes n'est certainement pas terminée.

## Bibliographie

Babin, Claude, *Mollusques bivalves et céphalopodes du paléozoïque armoricain*, Thèse Doctorat ès Sciences, Université de Rennes, 1966, p. 1-471.

Bilotte, Michel, «1781-1889, deux dates remarquables de la géologie de l'Aude et des Pyrénées », *Bulletin de la Société d'Études Scientifiques de l'Aude* (109), 2009, p. 25-31.

Cestari, Ricardo & Dario Sartorio, *Rudists and facies of the periadriatic domain*, AGIP. S.p.A., S. Donato Milanese, 1995, p. 1-207.

Deshayes Gérard-Paul, « Quelques observations sur les genres Hippurites et Radiolites », *Annales des sciences naturelles*, 5, Paris, 1825.

Ferrante, Imperato, *Historia Naturale*, 1672.

Fortis A., *Viaggio in Dalmatia*, 1774.

Lamarck, Jean-Baptiste, *Système des animaux sans vertèbres*, in-8°, an IX, 1801.

Linne, Karl von, *Species plantarum*, 1753

Picot de Lapeyrouse, Philippe, *Description de plusieurs nouvelles espèces d'Orthoceratites et d'Ostracites*, Erlag. Wolfgang Walther Libraire, 1781, p. 1-48, 13 pl.

Spada, Giovanni, *Corporum lapidefactorum agri veronensis catalogus*, 1744.

# LA LECTURE LITTÉRAIRE : USAGES ET « UTILITÉ »

Par M. Olivier Guerrier<sup>1</sup>

Quittant un instant Montaigne et la Renaissance au sens strict, je souhaiterais, selon un des autres pans de mon travail, proposer un parcours de type historique et réflexif sur la « lecture littéraire ». L'expression implique d'abord une production seconde savante, réalisée à partir d'un texte premier, celui d'un « auteur » de « littérature », ce selon plusieurs voies et « usages » possibles dont il s'agit de décliner les spécificités et les modes de constitution dans le temps. Toutefois, la « lecture littéraire », c'est également la lecture d'œuvres littéraires par un sujet lambda et empirique, qui n'a pas à déboucher nécessairement sur un écrit. En réalité, l'expression et la notion prennent un relief supplémentaire dès lors que, en jouant sur l'équivoque du mot « lecture » en français, on articule ces habitudes professionnelles et spécialisées à des propriétés extérieures à la compétence littéraire en propre, par où on peut s'interroger avec le plus d'efficacité sur l'« utilité » de la « lecture littéraire ».

## **La seconde main littéraire : usages savants**

Sont concernés ici au moins quatre gestes, qui peuvent être imbriqués les uns dans les autres, et par lesquels se façonne le paysage de la « recherche en littérature » : la philologie, l'histoire littéraire, l'herméneutique littéraire et la théorie de la littérature.

### ***La philologie***

Cet « amour du discours » vise à rétablir le contenu original de textes connus par plusieurs sources, c'est-à-dire à sélectionner le texte le plus authentique possible, à partir de manuscrits, d'éditions imprimées ou d'autres sources disponibles. Il s'intéresse ainsi aux problèmes de datation, de localisation, d'édition et d'établissement de textes. Les grandes périodes de la philologie sont celles d'Alexandrie et sa bibliothèque, de l'humanisme de la Renaissance, de l'Allemagne de la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle autour de Christian Gottlob Heyne et son élève Friedrich August Wolf ou encore de l'œuvre de Winckelmann, enfin de la France du XIX<sup>e</sup> siècle avec la fondation de l'École des Chartres (1821) et le développement de la « romanistique ».

Cette pratique, qui est loin de concerner la seule « littérature », tient moins à la production d'un texte second qu'à la restitution du premier, et elle est probablement celle qui a le plus volontiers caressé une ambition de scientificité. Cependant, sélectionner ou combiner des variantes, proposer des découpages, intervenir graphiquement sur

---

<sup>1</sup> Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 24 février 2022.



la matérialité du texte, sont des activités qui engagent des choix d'interprétation et relèvent de la sorte d'une forme de subjectivité<sup>2</sup>. Et, comme par exemple le soutient Saussure, elle est loin d'être poreuse aux autres domaines que nous considérons : « *Ensuite parut la philologie [...] qui veut avant tout fixer, interpréter, commenter les textes ; cette première étude l'amène à s'occuper aussi de l'histoire littéraire, des mœurs, des institutions, etc. partout elle use de sa méthode propre, qui est la critique. Si elle aborde les questions linguistiques, c'est surtout pour comparer des textes de différentes époques, déterminer la langue particulière à chaque auteur, déchiffrer et expliquer des inscriptions rédigées dans une langue archaïque ou obscure* » (Saussure, 13-14).

### **L'histoire littéraire**

L'idée d'une historicisation et d'une contextualisation de l'art connaît une de ses premières manifestations avec *Les Vies des meilleurs peintres, sculpteurs et architectes* de Giorgio Vasari (1550). C'est également sous l'angle de la biographie qu'on saisit d'abord l'histoire de la littérature, dans la *Bibliothèque française* ou *Premier volume de la bibliothèque du sieur de La Croix du Maine. Qui est un catalogue général de toutes sortes d'Auteurs qui ont écrit en François depuis cinq cents ans & plus jusques à ce jourd'hui* de François Grudé et Antoine du Verdier (1584), laquelle est suivie au siècle suivant de *l'Histoire générale et particulière des poètes françois, anciens et modernes* de Guillaume Colletet (vers 1650). En France, la première entreprise systématique est celle de Dom Rivet et des bénédictins de Saint-Maur avec *l'Histoire littéraire de la France* (1733-1749), interrompue par la Révolution alors que ses auteurs venaient seulement d'atteindre le XII<sup>e</sup> siècle et le douzième volume, et qui sera continuée plus tard par l'Académie des Inscriptions.

Le XIX<sup>e</sup> siècle est le siècle de l'histoire littéraire en France. Si l'approche biographique est encore pratiquée par Sainte-Beuve (1804-1869), ce qui lui vaudra les critiques de Proust, l'essor de la philosophie allemande de l'histoire, et celui du modèle positiviste, aboutissent à *L'évolution des genres dans l'histoire de la littérature* de Ferdinand Brunetière (1892), qui conçoit les genres de manière presque darwinienne comme des organismes, puis à *La méthode de l'histoire littéraire* de Gustave Lanson (1910), lequel, réagissant contre le dogmatisme, le psychologisme, l'impressionnisme, impose la triade auteur-livre-public, comme l'importance des institutions sociales qui déterminent certains effets esthétiques. Il y a là une proximité avec l'histoire des idées et celle des mentalités à la Lucien Febvre, comme le notera plus tard Gérard Genette, pour mieux distinguer les deux disciplines : « [...] *ce type d'histoire restera nécessairement extérieur à la littérature elle-même. Cette extériorité n'est pas celle de l'histoire littéraire selon Lanson, qui s'en tient explicitement aux circonstances sociales de l'activité littéraire : il s'agit bien ici de considérer la littérature, mais en la traversant aussitôt pour chercher derrière elle des structures mentales qui la dépassent et qui, hypothétiquement, la conditionnent [...]* » (Genette, 1972, 16).

---

2 Et ce jusqu'au risque de la fiction : voir Sophie Rabau, « La représentation entre fiction et conjecture : le cas du discours philologique des Sciences de l'Antiquité », *Fabula*, Atelier de théorie littéraire, [https://www.fabula.org/atelier.php?Pr%26eacute%3Bsence\\_de\\_la\\_fiction\\_dans\\_le\\_discours\\_philologique](https://www.fabula.org/atelier.php?Pr%26eacute%3Bsence_de_la_fiction_dans_le_discours_philologique) (consulté le 23 juin 2022).

Quoi qu'il en soit, l'histoire littéraire se décline en fresques chronologiques. Si elle s'est inspirée de l'histoire événementielle, elle a inventé ses propres découpages et scissions, avec des termes volontiers métaphoriques et « naturalistes » (siècles, périodes, générations, courants), en faisant bien souvent de l'œuvre - Lanson consacrait les « chefs d'œuvre » - son « événement » à elle.

### ***L'herméneutique littéraire***

L'herméneutique, science de l'interprétation des textes, ne concerne pas elle non plus uniquement les écrits « littéraires ». On peut même dire que l'herméneutique littéraire moderne a dérivé de modèles exégétiques antérieurs et officiels, qu'elle est venue comme problématiser. Un des extraits les plus emblématiques en la matière est fourni par le Prologue du *Gargantua* de Rabelais, prologue du second roman de l'auteur mais devenu avec le temps celui de sa chronique tout entière. Après avoir imposé pour la compréhension de son livre le passage de la surface à la profondeur grâce à l'image des Silènes d'Alcibiade puis celle du chien et de l'os, Rabelais pose une question aussi malicieuse que provocatrice : « *Croiez vous en votre foy qu'oncques Homere escrivent L'Iliade et L'Odyssée pensast es allegories [...] ? Si le croiez : vous n'approchez ne de pieds ne de mains à mon opinion : qui decrete icelles aussi peu avoir esté songées d'Homere, que d'Ovide en ses Métamorphoses, les sacremens de l'evangile [...]. Si ne le croiez : quelle cause est, pourquoy autant n'en ferez de ces joyeuses et nouvelles chronicques ?* » (Rabelais, 7)<sup>3</sup>. Est évoquée la méthode allégorique, employée tout autant pour la lecture de la Bible que pour celle des poètes anciens, chez qui d'ailleurs l'époque voit encore à l'œuvre une « *théologie première* », sorte d'anticipation avant l'heure de la religion révélée, ce qui requiert une exégèse « *à plus hault sens* » selon un autre mot du passage. Or, ce schéma contraignant et programmé est appliqué ici à une fiction moderne, bouffonne et fantaisiste, qui plus est avec une certaine désinvolture puisque le lecteur peut choisir ou non de s'en départir, en s'éloignant au besoin de l'opinion de l'auteur. Un espace est en voie de constitution, qui valorise l'ouverture du sens, et la liberté de l'interprétation.

Si l'Ancien Régime, et encore le XIX<sup>e</sup> siècle, sont plutôt le temps et de la critique de goût, volontiers subjective, et des « Querelles » de doctes (celles du *Cid*, de *L'École des femmes*, des Anciens et des Modernes...), le XX<sup>e</sup> siècle est celui de l'avènement des grandes herméneutiques littéraires européennes, qui sont dans la France de 1965 au centre d'un houleux débat entre Roland Barthes, auteur deux ans avant d'un *Sur Racine*, et Raymond Picard, auteur lui de *La Carrière de Jean Racine* et inscrit dans le sillage de Lanson, qui réagit par *Nouvelle critique ou nouvelle imposture* à l'incohérence de la méthode, au jargon employé et aux hypothèses invérifiables du premier. Cette nouvelle critique dont Barthes se fait le chantre, va puiser dans le marxisme, la psychanalyse et la linguistique, et ses représentants sont ainsi parfois qualifiés d'« enfants de Marx, Freud et Saussure ».

---

3 Une « traduction » en français moderne pourrait donner : « Croyez-vous, en votre bonne foi, qu'Homère écrivant *L'Iliade* et *L'Odyssée*, ait pu penser aux allégories [...] ? Si vous le croyez, vous n'approchez ni des pieds ni des mains de mon opinion, selon le décret de laquelle Homère n'a pas songé davantage à ces allégories qu'Ovide en ses *Métamorphoses* n'a songé aux mystères de l'Évangile [...]. Si vous ne le croyez pas, comment expliquer que vous n'adopterez pas la même attitude vis-à-vis de ces joyeuses et nouvelles Chroniques ? ».

Au premier rang d'entre eux figurent les tenants de la critique sociologique, dont d'abord le Hongrois Georg Lukács et le Russe Mikhaïl Bakhtine, très attachés au genre « réaliste » du roman, ainsi que pour le second à la culture populaire, qu'il décèle en particulier dans l'œuvre de Rabelais. En France, et cette fois sur des œuvres du XVII<sup>e</sup> siècle davantage, se distingue Lucien Goldmann, avant que la sociocritique ne s'étende, avec Claude Duchet et Henri Mitterand notamment, à d'autres corpus. En fait, par-delà les œuvres, c'est tout le champ littéraire qui est soumis à cette perspective : à l'école de Pierre Bourdieu, Alain Viala étudie les Académies, Hélène Merlin le « public », Roger Chartier les lecteurs, et Hans Robert Jauss dans *Pour une esthétique de la réception* (1972-1975) appelle même de ses vœux une histoire littéraire à partir des lectures des textes situées dans l'histoire sociale. On voit encore combien les sous-disciplines peuvent se croiser, et l'on comprend le lien qui rattache histoire littéraire et critique sociologique, lien que Lanson avait mis en évidence dès 1904 dans un article (« L'histoire littéraire et la sociologie », *Revue de Métaphysique et de Morale*), et auquel de nouveau le Barthes de *Sur Racine* donne toute sa force : « *Or l'être de la littérature replacé dans l'histoire n'est plus un être. Désacralisée, mais à mon sens d'autant plus riche, la littérature redevient l'une de ces grandes activités humaines, de forme et de fonctions relatives [...]. C'est donc au niveau des fonctions littéraires (production, communication, consommation) que l'histoire peut seulement se placer, et non au niveau des individus qui les ont exercées. Autrement dit, l'histoire littéraire n'est possible que si elle se fait sociologique, si elle s'intéresse aux activités et aux institutions, non aux individus* » (Barthes, 1963, p. 145-146).

Freud puis Jung ont eux aussi connu leurs adeptes dans le domaine littéraire. On y distingue la mythocritique, dont le « pape » est Gibert Durand, auteur en 1960 des *Structures anthropologiques de l'imaginaire*, et la psychocritique, avec *Des métaphores obsédantes au mythe personnel : introduction à la psychocritique* de Charles Mauron en 1963. Mention spéciale à Marthe Robert qui, dans son *Roman des origines et origines du roman*, s'attaque à son tour au roman, genre « œdipien » par excellence, mais infini dans ses variations : « [...] le roman ne reçoit de la littérature elle-même à proprement parler ni prescriptions ni interdits ; [...] il n'a de loi que par le scénario familial dont il protège les désirs inconscients, de sorte que tout en étant absolument déterminé quant au contenu psychique de ses motifs, il jouit d'une liberté non moins absolue quant au nombre et au style de ses variations formelles [...]. Le paradoxe du genre réside entièrement dans cette singulière disposition qui le distingue radicalement de tous les arts codifiés : il n'a d'obligations qu'envers le phantasme dont il accomplit le programme, et, littérairement, pas d'autres bornes que celles de la monarchie absolue où il déploie ses illusions » (Robert, p. 63). La critique psychanalytique se ramifiera par la suite en sémanalyse avec Julia Kristeva, textanalyse avec Jean Bellemin-Noël, passant du plan de la production et de l'auteur à celui de la réception et du lecteur, avec aujourd'hui encore les études de Pierre Bayard.

Du côté plus strictement de la langue se situe le « formalisme », terme créé par les adversaires d'une école fondée en URSS vers 1915-1916, laquelle prône l'analyse morphologique en réaction contre subjectivisme et symbolisme, et dont les chefs de file sont Tomachevski, Chklovski et Jakobson. Celui-ci, on s'en souvient, distingue dans le langage six fonctions, dont la fonction « poétique »<sup>4</sup>, que le texte littéraire mobilise

---

4 Pour mémoire, la fonction incitative (ou conative) - l'énoncé porte sur le destinataire, il cherche à provoquer une réaction -, la fonction référentielle - l'énoncé porte sur le référent, il renvoie au

de manière privilégiée. Dans ses *Questions de poétique*, il donne ainsi une analyse du sonnet « Les chats » de Baudelaire qui, au lieu d'aborder thèmes, métaphores ou symboles, observe le croisement du masculin et du féminin à l'œuvre dans le jeu des rimes ou des substantifs, pour conclure au caractère hermaphrodite de l'animal ici présenté. Diffusé en Occident par Tzvetan Todorov ou Claude Lévi-Strauss, le formalisme à la fois s'élargira en une méthode plus globale, le structuralisme, et, dans le domaine des études littéraires, se concentrera sur le style, aboutissant à la stylistique, dont un des pionniers sera Leo Spitzer.

Il est une quatrième tendance, appelée « critique de la conscience », dont le socle est cette fois la Suisse, d'où le nom d'« École de Genève » choisi pour ses membres. Influencé par l'œuvre de Gaston Bachelard, la psychanalyse, la phénoménologie, ayant volontiers Rousseau comme auteur fédérateur, le groupe comprend Albert Béguin (*L'Âme romantique et le rêve*, 1939), Marcel Raymond (*De Baudelaire au surréalisme*, 1940 ; *Jean-Jacques Rousseau. La quête de soi et la rêverie*, 1962), Jean Rousset (*Forme et signification*, 1962 ; *L'intérieur et l'extérieur*, 1968 ; *Leurs yeux se rencontrèrent*, 1981) et Jean Starobinski, médecin d'origine et qui a publié une *Histoire de la Médecine* (*Jean-Jacques Rousseau : la Transparence et l'Obstacle*, 1957 ; *L'œil vivant I et II*, 1961 - 1970 ; *Montaigne en mouvement*, 1982). L'une de ses têtes de pont en est cependant le Belge Georges Poulet (*Étude sur le temps humain*, 1949 ; *Les métamorphoses du cercle*, 1961 ; *La conscience critique*, 1971), tandis que la France a son représentant avec Jean-Pierre Richard (*Poésie et Profondeur*, 1955 ; *L'Univers imaginaire de Mallarmé*, 1961 ; *Proust et le Monde sensible*, Seuil, 1974). Plus éclectique que les précédentes, cette critique semble avoir mieux résisté au temps, car elle est encore très citée aujourd'hui.

Il peut sembler paradoxal que cette « nouvelle critique » se soit abreuvée à la source des sciences humaines - d'où les reproches d'arbitraire et de dogmatisme auxquels elle a été exposée - pour avant tout introduire dans l'herméneutique littéraire une forme de relativité. Dans « Qu'est-ce que la critique » de 1964, Roland Barthes, encore et toujours, écrit de la sorte : « *L'objet de la critique [...] n'est pas 'le monde', c'est un discours, le discours d'un autre : la critique est toujours discours sur un discours ; c'est un langage second, ou méta-langage (comme diraient les logiciens), qui s'exerce sur le langage premier (ou langage-objet). [...] son rôle est uniquement d'élaborer elle-même un langage dont la cohérence, la logique, et pour tout dire la systématique, puisse recueillir, ou mieux encore 'intégrer' (au sens mathématique du terme) la plus grande quantité possible de langage proustien [...]. On peut dire que la tâche critique [...] [est] seulement d'ajuster [...] le langage que lui fournit son époque (existentialisme, marxisme, psychanalyse) au langage [...] élaboré par l'auteur selon sa propre époque. La 'preuve' d'une critique n'est pas d'ordre « aléthique » (elle ne relève pas de la vérité) [...] ; la « preuve » critique, si elle existe, dépend d'une aptitude, non à découvrir l'œuvre interrogée, mais au contraire à la couvrir le plus complètement possible par son propre langage » (Barthes, 1964, p. 255-256).*

---

monde extérieur -, la fonction expressive (ou émotive) - l'énoncé porte sur l'émetteur, il exprime son état -, la fonction phatique - l'énoncé porte sur le canal, il vérifie son fonctionnement ☐ la fonction métalinguistique - l'énoncé porte sur le code, il décrit la langue -, et la fonction poétique - l'énoncé porte sur l'énoncé lui-même, il joue avec sa forme.

### **La théorie de la Littérature**

Si les premiers gestes envisagés avaient affaire à des textes dont ils ne posaient pas vraiment la question de l'appartenance au « littéraire », qui d'emblée semblait aller de soi, et finalement n'était pas un problème, certaines herméneutiques littéraires combinent pratique et théorie. Le formalisme, en particulier, constitue une « poétique moderne », qui prend le relais des poétiques classiques, d'obédience aristotélicienne ou horacienne.

Cette distinction entre l'analyse des modalités et des effets des productions et l'étude de leur nature est celle qui existe entre herméneutique et théorie littéraires, cette dernière étant une sorte de « conscience critique », pour reprendre donc le titre d'un ouvrage de Georges Poulet, une « conscience de la critique », une « épistémologie de la critique » ou encore une « métacritique ». Il est alors logique que sa principale visée soit la recherche de « critères de littéarité », soit ce qui permet de caractériser un texte comme « littéraire ». On rappellera que, dans le sillage d'Aristote en particulier, l'appartenance à un genre est le premier de ceux-ci, ce bien que la grille générique soit en évolution permanente. Mais on ajoutera que d'autres, plus englobant ou diffus, sont venus s'ajouter, tels que la fictionnalité, l'intertextualité, la réception<sup>5</sup>....

On a pu taxer la théorie littéraire d'abstraction excessive, voire d'intemporalité. Pourtant, les genres, on vient de le dire, sont des objets historiques. En réalité, dès les formalistes russes était recherchée une conciliation entre poétique et histoire, vœu que reprend Gérard Genette en 1970 dans un article : « [...] *si nous voulons contribuer à ramener les études littéraires à la littérature elle-même, ou pour mieux dire à sa littéarité, nous ne voulons pas ignorer, comme le faisaient les poétiques classiques, que cette littéarité [...] constitue elle-même une histoire [...]. Cette histoire de la littérature qui, après plus d'un demi-siècle d'histoire littéraire, nous fait encore si lourdement défaut, nous voudrions aussi favoriser son élaboration* » (Genette, 1970, 1). Ce qui est ainsi suggéré est une histoire de la littéarité et de ses conditions de possibilité, ce que certaines entreprises récentes ont tenté de mettre en œuvre<sup>6</sup>.

### **Des « utilités » de la lecture littéraire**

#### ***Raisons immanentes au domaine littéraire***

Ces *habitus* recouvrent plusieurs enjeux, par lesquels la lecture littéraire touche le terrain de l'« utile ». Par-delà la volonté d'autolégitimation d'un champ que poursuit la théorie littéraire, et plus largement peut-être le fait que la seconde main puisse apparaître comme condition de la littéarité de la première, il tombe sous le sens que

5 Voir sur ce point la collection « Corpus Lettres », dirigée par Marc Escola, chez Garnier-Flammarion.

6 Par exemple, la somme en deux tomes (Tome I, Moyen Âge-XVII<sup>e</sup> siècle ; Tome II, XVIII<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles), sous la direction de Jean-Yves Tadié, *La littérature française - dynamique & histoire* (Paris, Folio essais, 2007), expose ainsi son objectif sur la quatrième de couverture de ses volumes : « Cette *Littérature française* entend juste répondre, contre tout anachronisme, à la question : que fut, à chaque grand âge de l'histoire culturelle de la France, la 'littérature' pour les contemporains ? ».

l'activité d'établissement des textes garantit la constitution et la préservation d'un patrimoine, voire d'un Panthéon, l'histoire littéraire elle-même ayant souvent frayé avec le nationalisme.

Du côté du critique en tant que tel, et du sens qu'il donne à sa démarche, on entrevoit une visée supplémentaire, qui reste également dans les limites du domaine professionnel. Le mythe européen de l'écrivain fortement constitué en Europe au moins depuis les Romantiques, et relayé de nos jours par les médias, joue beaucoup dans l'idée que « *la critique est aisée, mais l'art est difficile* » (Philippe Néricault Destouches), et qu'en conséquence le critique serait un auteur raté, qui s'intéresserait aux autres pour ne pas avoir pu (par incompetence, timidité) produire lui-même un discours premier. Or, une tendance assez récente va dans le sens d'une remise en cause de cette division, assignant à la critique une part créatrice. C'est ainsi qu'on observe une tentation de littéarité chez celle-ci, qui tend à l'œuvre. Parmi les courants que nous avons déclinés, c'est le dernier, avec notamment Georges Poulet et Jean Starobinski, qui le revendique le plus nettement. On lit ainsi dans *L'œil vivant II - La relation critique* : « *Pour répondre à sa vocation plénière, pour être discours compréhensif sur les œuvres, la critique ne peut pas demeurer dans les limites du savoir vérifiable ; elle doit se faire œuvre à son tour, et courir les risques de l'œuvre. Elle portera donc la marque d'une personne - mais d'une personne qui aura passé par l'ascèse impersonnelle du savoir 'objectif' et des contraintes scientifiques. Elle sera un savoir sur la parole repris dans une nouvelle parole ; une participation à l'événement poétique, promue à son tour au rang d'événement* » (Starobinski, 55). Il en résulte une production non pas mimétique de ce qu'elle commente, mais qui doit inventer une poétique conforme à sa logique de commentaire<sup>7</sup>, en des textes qui peuvent du coup confiner au genre de l'essai.

### « Utilités » individuelles et sociales

Il est à présent temps d'élargir le périmètre d'application de la « lecture », en croisant lecteur savant et lecteur lambda. Le premier, en réalité, reste plutôt du côté de l'auteur, en devenant peu ou prou son partenaire idéal ; il répondrait de ce fait assez bien à la remarque de Fielding dans *Tom Jones* : « *Tout livre doit être lu dans le même esprit et de la même manière qu'il a été écrit* ». La lecture empirique, elle, si elle est base et socle de la lecture professionnelle, se fixe davantage sur le sujet lisant désireux de constituer le texte en objet de « jouissance », pour parler comme le Barthes du *Plaisir du texte*, et implique du coup des paramètres comme la mémoire, la logique, les émotions, en justifiant la convocation de disciplines telles que la psychanalyse, le cognitivisme, la phénoménologie, voire l'éthique ou la politique. Et il est alors possible de ressaisir ces données en une histoire des pratiques de lecture (orale, écrite ; collective, individuelle, etc.), ce qui correspond à une sociologie de la consommation, et ce que proposent des travaux comme ceux de Roger Chartier<sup>8</sup>.

Si Wolfgang Iser dans *L'acte de lecture - Théorie de l'effet esthétique* (1985 [1976]) et surtout Umberto Eco dans *Lector in fabula* (1979) postulaient plutôt la capacité et la

7 Voir ainsi Florian Pennanech, *Poétique de la critique littéraire - De la critique comme littérature*, Paris, Le Seuil, 2019, coll. 'Poétique'.

8 Voir notamment *L'Ordre des livres. Lecteurs, auteurs, bibliothèques en Europe entre XIV<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècle*, Alinéa, 1992, et Roger Chartier et Guglielmo Cavallo (éds), *Histoire de la lecture dans le monde occidental*, Paris, Le Seuil, 2001, coll. « Points ».

collaboration interprétatives des abstraits « lecteur implicite » ou « lecteur modèle », la critique récente, à partir souvent d'exemples empruntés au champ littéraire du reste, a mis en évidence la fonction formatrice de la lecture. C'est le cas en particulier de Marielle Macé qui, dans *Façons de lire, manière d'être* (2011), s'inspire de l'« individuation » des anthropologues comme de l'esthétique ou la stylistique de l'existence de Foucault pour montrer comment les livres peuvent être inducteurs de conduites et peuvent configurer la vie des écrivains. Cette part existentielle et « éthique » au sens large, qui remotive le vieux « connais-toi toi-même », constituant la lecture en « *surveillance intellectuelle de soi* » selon le mot de Bachelard, trouve son point d'aboutissement le plus contemporain dans l'ouvrage d'Andrei Minzétanu, *La lecture vertueuse* (2021). Et on se souvient ici de la célèbre phrase de Proust dans *Le temps retrouvé*, « *Chaque lecteur est, quand il lit, le propre lecteur de lui-même* », laquelle s'adapte assez bien par exemple à la conception qu'a un Georges Steiner du « classique » : « *je définis un 'classique' [...] comme une forme signifiante qui nous 'lit' [...] chaque fois que nous serons aux prises avec lui, le classique nous questionnera* » (Steiner, 37). Si l'auteur de la *Recherche* a probablement à l'esprit la lecture empirique, on voit les enjeux qu'une telle proposition peut avoir dès lors qu'on l'applique à la production savante du critique littéraire.

En réalité, et en dépit des tentations, du XX<sup>e</sup> siècle notamment, pour constituer une « science de la littérature », il est très difficile d'évacuer toute implication personnelle d'une interprétation. On peut même affirmer que cette dernière repose sur une confusion et un va-et-vient fécond entre soi et un autre, une confrontation de type ludique à l'altérité : « *Toujours me mettre à la place de l'autre, et essayer non seulement de voir, mais, dans la mesure du possible, de penser et sentir comme lui* » écrit Charles Du Bos dans son *Journal* le 22 février 1922 (Du Bos, 68). Et, plus remarquablement encore, Georges Poulet dans *La conscience critique* : « *Pour connaître un auteur, il ne suffit pas de le connaître, il faut encore, pour ainsi dire, se connaître ou se reconnaître en lui ; il faut retrouver, étape par étape, l'entière des émotions par lesquelles il nous a fait passer. La connaissance d'un écrivain ne se borne pas à un acte isolé d'admiration. Il consiste en la redécouverte, par le souvenir, de la suite d'émotions diverses déposées en nous par nos lectures passées* » (Poulet, 21).

On peut dire que cette intersubjectivité a un fondement essentiellement « démocratique », puisque par elle le sujet se forge à partir de la prise en compte d'un autre, par validation ou redéfinition. Et qui plus est en une représentation seconde qui avoue sa relativité, et porte déjà sur une première qu'est le texte commenté. Soit des prismes successifs, de positions et de jugements, que l'on tente autant que possible de fonder en raison tout en leur reconnaissant une dimension subjective. Si bien que ce qui a eu lieu entre le livre et le critique peut être reconduit entre le critique et son lecteur : un partage possible, aléatoire, non contraint ; tout sauf un dialogue de sourds : un mode de reconnaissance. Après tout, le « partage du sensible » que Jacques Rancière envisage à partir de la littérature, parole déliée, à la fois « bavarde » et « muette », sans leçon déterminée et sans garant, orpheline, sans père vivant pour en fixer le sens et la défendre, est également susceptible d'opérer au niveau de l'herméneutique de celle-ci.

Pour terminer, et illustrer tout cela, on reviendra à l'exemple de Montaigne - le premier des critiques littéraires selon Georges Poulet -, qui commence par commenter les autres, puis se met à s'« *entregloser* » lui-même, élaborant ainsi une œuvre dont il confesse qu'elle n'est faite que de ses « *fantaisies* », sans prétention ni certitude, par lesquelles il tâche juste de se connaître : « *C'est ici purement l'essai de mes facultés naturelles, et nullement des acquises [...]. Qui sera en recherche de science, si la pêche ou elle se loge : il n'est rien de quoi je fasse moins de profession. Ce sont ici mes fantaisies, par lesquelles*

*je ne tâche point à donner à connaître les choses, mais moi* », (Montaigne, II, 10, p. 123). Cependant l'ouvrage s'ouvre à une instance extérieure, qui d'abord, selon l'Avis liminaire de l'ouvrage, devra juste « retrouver » l'auteur, une fois qu'il aura disparu : « *Je l'ai voué à la commodité particulière de mes parents et amis : à ce que m'ayant perdu (ce qu'ils ont à faire bientôt) ils y puissent retrouver aucuns traits de mes conditions et humeurs, et que par ce moyen ils nourrissent plus entière et plus vive la connaissance qu'ils ont eue de moi* » (Montaigne, Avis, I, p. 45). Bien des années plus tard, il donne des précisions sur les dispositions qu'il attend du partenaire en question : « *Et puis, pour qui écrivez-vous ? Les savants, à qui touche la juridiction livresque, ne connaissent autre prix que de la doctrine, et n'avouent autre procéder en nos esprits que celui de l'érudition et de l'art : Si vous avez pris l'un des Scipions pour l'autre, que vous reste-il à dire qui vaille ? Qui ignore Aristote selon eux, s'ignore quant et quant [à la fois] soi-même. Les âmes communes et populaires, ne voient pas la grâce et le poids d'un discours hautain et délié. Or, ces deux espèces occupent le monde. La tierce, à qui vous tombez en partage, des âmes réglées et fortes d'elles-mêmes, est si rare, que justement elle n'a ni nom ni rang entre nous : c'est à demi temps perdu, d'aspirer et de s'efforcer à lui plaire* ». Non une âme commune, non un « savant », mais une « *âme réglée et forte d'elle-même* » : la compétence est donc éthique avant d'être intellectuelle, et son maître mot est l'autonomie. On peut parler d'une politique de la lecture, en ce que l'acte de reconnaissance est ici pleinement libre, et ouvre le texte à ceux qui sauront vraiment le situer dans son ordre propre. Ou comment peuvent se former des « *communautés interprétatives* », selon l'expression de Stanley Fish dans *Quand lire c'est faire* (Fish, 2007 [1980]), qui renouent avec la *sodalitas* à la mode antique et humaniste, et créent des liens humains affranchis des pouvoirs comme des obligations de la rentabilité et du profit matériel.

## Bibliographie

Barthes, Roland, *Sur Racine*, Paris, Le Seuil, 1963.

Barthes, Roland, *Essais critiques*, Paris, Le Seuil, 1964.

Du Bos, Charles, *Journal*, Paris, Corrèa, 1931.

Fish, Stanley, *Quand lire c'est faire - L'autorité des communautés interprétatives*, Paris, Les Prairies ordinaires, 2007 [*Is there a Text in this Class, the Authority of Interpretive Communities*, 1980].

Genette, Gérard, *Poétique*, 1970, n. 1.

Genette, Gérard, « Poétique et histoire », *Figures III*, Paris, Le Seuil, 1972, p. 13-20.

Jakobson, Roman, *Questions de poétique*, Paris, Le Seuil, 1973.

Montaigne, Michel de, *Essais*, édition d'André Tournon en 3 volumes, Paris, Imprimerie nationale, 1998, coll. « La Salamandre ».

Poulet, Georges, *La conscience critique*, Paris, José Corti, 1971.

Rabelais, François, *œuvres complètes*, édition de Mireille Huchon avec la collaboration de François Moreau, Paris, Gallimard, 1994, « Bibliothèque de la Pléiade ».

Robert, Marthe, *Roman des origines et origines du roman*, Paris, Grasset, 1972, rééd. Gallimard, 1990, coll. Tel.

Saussure, Ferdinand de, *Cours de linguistique générale*, Paris, Payot, 1971 [1915].

Starobinski, Jean, *L'œil vivant II - La relation critique*, Paris, Gallimard, 1970, rééd. coll. Tel, 2001.





# AU RISQUE DE LA CULTURE ?

Par Mme Brigitte QUILHOT-GESSEAUME<sup>1</sup>

Je voudrais partager ici quelques questionnements et réflexions sur la place, le rôle et le contenu de la culture aujourd'hui dans notre société. Il me semble que l'on peut constater que le mot « culture » est galvaudé du fait de contours flous dans l'histoire, le temps et dans l'espace sociétal, qu'il est un enjeu que l'on invite dans les campagnes politiques et les échelles économiques. Ainsi voit-on se juxtaposer, sans ordre mais sans doute avec des implicites axiologiques selon qui les utilise, les expressions suivantes : haute culture, culture jeune, contre-culture, éducation artistique et culturelle, industries culturelles, culture populaire, culture de masse, tourisme culturel... Pour ma part, je renverrai aux lectures qui m'ont permis de donner de la hauteur à ce qui ne devrait pas faire débat : celles de philosophes, historiens, historiens de l'art, sociologues, hommes de lettres, artistes...

Je me situerai par rapport à la culture européenne et plus largement occidentale et encore plus précisément à l'un des champs reconnu que recouvre le mot culture. Pour cela je m'appuie sur le remarquable et essentiel travail du philosophe Denis Kambouchner dans son article « La culture »<sup>2</sup>. Il distingue trois sens pour ce domaine : un premier, concernant l'humanité entière, « *ontologique [qui] recouvre tout ce par quoi l'existence humaine apparaît comme s'élevant au-dessus de la pure animalité, et plus généralement, à travers elle, au-dessus de la simple nature* » (Kambouchner 445) ; un second, « *la culture d'appartenance* », concernant des groupes humains, « *anthropologique* » qui désigne « *tout un ensemble d'habitudes et de représentations mentales constituant, par rapport à d'autres, un système original (...). La culture d'une société donnée inclura la totalité de ses coutumes, lois, croyances, techniques, formes d'art, de langage et de pensée* » (Kambouchner 447) ; et le troisième, « *classique* », hérité d'une tradition venue de l'Antiquité, individuel, intellectuel et moral, fruit d'un processus éducatif au sens large du mot, celui qui nous retiendra (Kambouchner 448 sq). Cette culture « *classique* » est aussi nommée culture cultivée, haute culture ou culture légitime au sens où elle est transmise par l'éducation et l'École. Enfin, par glissement métonymique, ce troisième sens désigne aussi les domaines et œuvres de l'esprit où l'individu constitue pour lui-même ce troisième niveau de culture : arts, patrimoine, langues et littératures, sciences humaines, sciences et technologies. Dans mon propos, ces domaines seront toujours associés, les arts et les sciences tant indissociables dans la constitution d'une culture, sans quoi l'esprit est coupé d'une partie des savoirs et ne peut former diptyque avec le sensible. Le mot « œuvre » désignera donc aussi bien les

---

1 Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 10 mars 2022.

2 Denis Kambouchner : « La culture » in *Notions de philosophie* III.

œuvres d'art et productions artistiques que les productions de l'esprit et de la recherche scientifique et technologique.

Partant de l'histoire du mot et de la notion de culture depuis les philosophes grecs, Cicéron, puis Kant, les philosophes et le romantisme allemands, Kambouchner offre un ancrage temporel essentiel à une réflexion philosophique et sociologique tournée vers notre présent qu'il n'est pas dans mon propos de retracer mais à laquelle je renvoie. Je me centrerai sur la question de la signification ontologique, humaniste, citoyenne et de civilisation de la culture face au loisir et au loisir de masse, dans une situation de discrédit voire d'effacement de cette culture qui nous semble relever désormais d'une « *urgence culturelle* » pour reprendre le titre d'un ouvrage de Jérôme Clément<sup>3</sup>. Sans doute soulèverai-je davantage de questions que je n'y apporterai de réponses, mais tel est le paradoxe de ce qui nous rassemble ici dans cette Académie : la culture.

### Essai de définition

Définir la culture en quelques phrases est une opération délicate tant la notion se prête à des approches déterminées par la formation, la sensibilité, le parcours personnel, les engagements, le lieu, l'époque. Sans être un concept mou, elle se laisse aisément saisir sous différents aspects et selon certaines gradations. Laissant de côté un commentaire sur l'étymologie et les définitions de dictionnaire, je vais m'essayer à cerner la culture à partir d'un ensemble de points de vue des XX<sup>e</sup> et XXI<sup>e</sup> siècles. La culture se fonde nécessairement sur des connaissances, et c'est ce qui explique que l'École soit le premier lieu de la culture. Des connaissances qui ne forment pas un catalogue réduisant au psittacisme, mais qui ont fait l'objet d'une appropriation pleine et entière, élaborée et soutenue par une réflexion personnelle. La culture n'est cependant pas réductible aux seules connaissances, inutiles si elles sont à visée autotélique. La culture doit aussi convoquer des dispositions d'esprit qui permettent de comprendre et d'apprécier, d'être réceptif et ouvert ; des compétences cognitives qui permettent de développer une pensée construite et d'exercer un esprit critique. Elle se nourrit aussi de l'expérience sensible, pas nécessairement à travers une pratique artistique, mais d'abord à travers l'exercice de la réception des œuvres. On observera toutefois une dimension circulaire de la culture selon laquelle les connaissances alimentent les dispositions d'esprit, l'expérience sensible et les compétences cognitives, et inversement. Tout cet ensemble que je qualifierai de spiralaire pour marquer une dynamique d'accroissement tout au long de la vie, donne accès à différents cheminements conduisant à des valeurs de civilisation : la culture est pourvoyeuse de citoyenneté, de liberté réfléchie, d'autonomie, de respect, de reconnaissance de l'altérité, de tolérance.

C'est à ce creuset que s'élabore une vision du monde élargie, que se construisent les outils pour penser et comprendre la complexité, pour parvenir à s'orienter dans un monde qui n'est ni univoque ni limpide. La culture est aussi une mémoire qui s'appuie sur la connaissance du passé pour éclairer le présent en se gardant des anachronismes et donner des clés pour un futur responsable et humain.

Si la culture est un être au monde, elle est aussi un être à soi. Elle constitue un miroir grâce auquel l'homme peut se penser et se construire : dans le rapprochement avec

---

3 Jérôme Clément a été conseiller culturel et conseiller ministériel, directeur du Centre National de la Cinématographie, fondateur et directeur d'Arte. Actuellement il préside la Fondation Seydoux-La Roche et le domaine de Chaumont-sur-Loire.

d'autres modèles, d'autres temps et d'autres lieux, il apprend à se chercher, se regarder et se trouver peut-être, à se questionner certainement et à trouver sans doute des réponses, à exercer l'axiome socratique du « *Connais-toi toi-même* » pour exister en toute lucidité et humilité parmi les autres.

Il n'est donc pas certain que la culture donne des droits, en revanche elle donne des devoirs dont le premier sans aucun doute est un devoir d'humanité. Par les mises en relation et confrontations à des connaissances et des œuvres, par l'épreuve de la sensibilité, l'exercice du débat éclairé, la culture permet de grandir et « *d'approfondir l'humanité* » (Le Goff 182).

### **La culture : un humanisme ? un universalisme ?**

La culture « *classique* », cultivée, légitime dont nous parlons ici, repose sur un idéal hérité d'un modèle antique, transmis par la Renaissance et les Lumières. Je m'appuie à nouveau sur l'article déjà cité de Denis Kambouchner (Kambouchner 463-468) pour le présenter. Né dans la Grèce du IV<sup>e</sup> siècle avant notre ère, théorisé par Isocrate, l'idéal de culture « *classique* » repose sur cinq composantes : la connaissance de la langue et la pratique de la rhétorique ; l'acquisition de savoirs fondamentaux dans les domaines de la grammaire, de la rhétorique, des mathématiques (dont l'astronomie et la théorie musicale pour les Anciens), de l'histoire et de la géographie, de la philosophie ; la formation du goût pour la poésie et la littérature et plus largement les œuvres d'art ; la bienveillance et la tolérance à l'égard des autres s'exprimant dans l'aménité des manières sans aucune mollesse morale ; une rigueur de pensée et une droiture de comportement pour soi-même en cohérence avec les composantes précédentes. Bien sûr cet idéal a évolué avec le temps, mais ce qu'il en reste aujourd'hui est sa dimension profondément humaine.

Portant l'atemporalité des productions humaines, la culture s'impose comme un dialogue entre les œuvres et leur public : l'ouverture à l'universel, au partage, à la mutuelle compréhension, à l'acceptation dans la différence et par-delà le relativisme. La culture est un hors temps et un hors espace où l'on circule sans frontières et à travers les époques pour échanger dans le silence des siècles, avec révérence et gratitude sans doute, avec les hommes et les œuvres qui témoignent pour leur âge, qui continuent, malgré cette distance, à nous interroger, à nous répondre et à nous construire : c'est le patrimoine universel de l'humanité d'hier et d'aujourd'hui. Dans ce dialogue chaque homme s'accroît de la connaissance des autres et donc de soi, et tend ainsi à l'universel : c'était le programme culturel de Goethe pour une littérature mondiale, capable d'installer « *une tolérance généralisée* » entre les hommes, à travers ce qu'il appelle une littérature universelle - *Weltliteratur* - assimilant toutes les littératures nationales dans le respect de leurs particularismes<sup>4</sup>.

### **La culture : une éducation à l'humanité ?**

Je reprends l'expression de Jean-Pierre Le Goff citée plus haut : « *approfondir l'humanité* ». Dans un processus engagé à l'École, la culture permet d'atteindre

---

4 Goethe, *Écrits sur l'art*, GF Flammarion : l'introduction de Tzvetan Todorov et les extraits regroupés sous le titre « Littérature universelle, 1827,1828 ».

progressivement la pleine possession et le plein exercice des facultés sensibles et intellectuelles qui donnent accès à une saisie mesurée et critique des choses et du monde. C'est le pas de côté, la distance critique, la hauteur de vue. Mais l'humanité ne se réduit pas à l'intellect. Elle comporte aussi une dimension morale qui rend l'homme attentif aux autres, altruiste, éloigné de la vulgarité, responsable.

Et pourtant cette éducation à l'humanité sera remise en cause face à une modification de paradigme contre laquelle elle vient se fracasser. Commentant le programme de culture artistique développé par Kant, voici comment Yves Michaud en résume les finalités : « L'expérience esthétique est [...] ce qui garantit l'unité du monde humain, la sociabilité, et elle vient étayer et redoubler l'égalité citoyenne par ailleurs posée. [...] (L'art) est, au sein même de ce monde, ce qui permet l'accomplissement des promesses de la citoyenneté. Il est lui-même transformation en tant que principe de transformation de l'humanité, principe d'humanisation » (Michaud 240, souligné par lui-même). Le pouvoir humanisant et civilisateur de l'art est celui que nous avons déjà évoqué, qui fonde une communauté humaine universelle. Michaud conclut pourtant à « l'illusion » de ce programme sous les effets conjugués du relativisme, de la perte des repères, des modes et du marché de l'art et de la culture.

## **Le rôle de l'éducation**

Il devrait aller de soi que la culture a besoin de passeurs, de pédagogues au sens étymologique du terme. On pense bien évidemment d'abord aux enseignants dont un des rôles dans l'acte de transmission est de redonner vie et audibilité aux voix du passé, à cet héritage qui éclaire le présent, qui a toujours des choses à nous dire, terreau pour le futur : toutes choses qu'il convient de dévoiler aux jeunes esprits en cours d'apprentissage. Ces enseignants ont un autre rôle, celui de susciter la curiosité, le goût et *in fine* le désir de culture en aidant les élèves et les étudiants à surmonter leurs préventions et leurs représentations - « *ce n'est pas pour moi* » -, à distinguer la séduction d'une pseudo-culture facile et aguicheuse de la profondeur de notre reflet dans le miroir de la culture légitime. Par les connaissances, l'exercice de la pensée qu'on leur applique, et la sensibilité, la culture ne laisse pas désemparé face à l'inconnu et au vide : elle est source d'optimisme, à tout le moins d'un réalisme pragmatique qui permet d'envisager et d'assumer l'avenir. Or, sans un minimum de clés culturelles, intellectuelles, conceptuelles, sensibles, l'homme ne peut guère s'orienter dans la forêt vierge du relativisme, des manipulations, du nécessaire et du superflu.

Mais la transmission culturelle ne se limite pas à l'âge des apprentissages fondamentaux. C'est un processus qui se déroule tout au long de la vie, ce sont des acquis, toujours remis sur le métier. C'était déjà ce que disaient les Grecs avec la *paideia* et les Romains avec l'*humanitas*. Dans la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle c'était la fonction des Maisons de la culture de Malraux sur lesquelles je reviendrai, c'est le sens de notre Académie et de toutes ses semblables, c'était la visée de l'éducation populaire, c'est le sens de bien des associations, c'est une des orientations partagée par les institutions culturelles, les collectivités et les ministères de la culture et de l'éducation.

## **Pour autant la culture est fragile**

Tout d'abord parce qu'acquérir de la culture ne va pas de soi. Il ne suffit pas de regarder une exposition, d'écouter un opéra, de visiter un monument historique pour, comme par

magie, se découvrir du goût pour la culture. Cela peut même être totalement contre-productif car il y faut tout de même un accompagnement, une éducation. Face aux divertissements culturels facilement accessibles par les médias et un certain tourisme, se forger une culture suppose une volonté et du temps, justement ce temps vide qui appelle la consommation plutôt que la méditation. Albert Camus serait le remarquable exemple d'un parcours né dans le plus grand dénuement intellectuel et porté aux faîtes de la pensée par le désir de culture semé en lui par son instituteur, Louis Germain, et par son oncle, Gustave Acault. Ce parcours me semble très bien résumé par cette formule frappée de Malraux qui bat en brèche une certaine conception de la transmission culturelle : « *La culture ne s'hérite pas, elle se conquiert* » (Malraux 258).

Parce qu'il est facile aujourd'hui d'être gagné par l'illusion d'être cultivé. La culture distillée par les médias, des spectacles pseudo-historiques, des livres et revues de vulgarisation dans tous les domaines, des films et des pièces de théâtre sur l'art et les sciences..., et tout ce qu'on appelle la culture de loisirs, réduit la culture à des connaissances partielles, fragmentées, décontextualisées, bradées... Les anachronismes et les clichés ont alors la vie belle : ils alimentent tant la désinformation que les contresens et les non-sens, ouvrant la porte aux manipulations de la pensée, des idées, de l'histoire et des savoirs<sup>5</sup> contre quoi la culture « *classique* » s'érige.

Parce que surgit aujourd'hui dans nos sociétés occidentales une défiance préoccupante envers la culture. Le rejet de l'art et de la culture n'est pas un phénomène récent. Depuis Platon et Aristote opposés sur le rôle éducatif de l'art<sup>6</sup>, tout au long de l'histoire, artistes, savants et intellectuels ont fait l'objet d'une chasse aux sorcières pour des raisons idéologiques, politiques, morales, religieuses. Si ces faits existent encore de nos jours, il en va dans notre Occident d'attaques qui commencent dès l'école, la culture dont nous parlons étant ressentie comme un marqueur social, le savoir étant perçu comme un outil de domination par des personnes de tous âges et de tous horizons, ignorantes, soumises à des influences toxiques, manipulatrices, procédant à des amalgames insensés, portées par une appréhension irrationnelle du réel, par des modes, des réactions fondées sur des clichés au sujet de la vocation de la culture légitime.

Parce que la culture n'empêche pas la barbarie. L'universitaire George Steiner, spécialiste de littérature comparée et de traductologie, philosophe du langage, dresse dans l'essai *Dans le château de Barbe-Bleue*, le terrifiant constat que nous sommes entrés dans l'ère de l'après-culture qui fait suite au cataclysme des deux guerres mondiales et de la Shoah : « *Rien dans le monde tout proche de Dachau, ne venait troubler la saison de musique de chambre de Beethoven dont s'enorgueillissait Munich. Les toiles ne tombaient pas des murs quand les bourreaux parcouraient respectueusement les galeries, catalogue en main* » (Steiner 76). Son constat est sans appel sur la défaite de la culture. La foi dans le progrès moral lié à l'éducation et donc à la culture comme le pensaient les philosophes du XVIII<sup>e</sup> siècle ne tient pas devant l'horreur et l'impuissance de l'esprit. Force est de constater qu'il n'y a pas de solidarité entre culture et comportement :

---

5 Je renvoie ici au remarquable article de l'historien Pierre Joutard, « Réapprendre le temps historique » (in Yves Quéré et al., *La Culture - En mémoire de France Quéré*, Paris, Odile Jacob 2006, p.35-43), qui démontre l'importance fondamentale de cet apprentissage pour s'orienter dans le présent et pour maîtriser des clés de compréhension du monde. Voir aussi Jean-Pierre Le Goff (*op. cit.* 145-150). Philippe Joutard est membre correspondant de notre Académie.

6 Voir à ce sujet l'article par Claire Brunet « Art et poésie » in *Notions de philosophie III*, p.369-444. Mais aussi Yves Michaud (*op. cit.*), Denis Kamboucher (*op.cit.*).

« *civilisation ne veut pas dire civisme, ni humanisme humanité* » (Steiner 92). Et cela, Malraux, qui fut sur les lignes de combats pendant la Seconde Guerre Mondiale, l'avait bien compris : la culture et le comportement n'appartiennent pas aux mêmes ordres, il y a disjonction de fait entre eux et l'ignorer c'est ignorer la part d'inhumain qui habite toujours l'homme. « *J'entends bien que, quelque humanisme que nous cherchions, il est douteux qu'il nous épargne la guerre. Mais il était également douteux que le monde de la charité la plus profonde, qu'il s'appelât le christianisme ou le bouddhisme, supprimât la guerre, car il ne l'a pas supprimée. Les cultures n'ont jamais été maîtresses de toute la nature humaine, qu'elles n'ont atteinte que d'une façon extrêmement lente et craintive, mais elles ont été des moyens de permettre à l'homme de parvenir à son accord avec lui-même, et, cet accord obtenu, de tenter d'approfondir son destin* » (Malraux 155-156). Si la culture, comme les religions, est impuissante face à la barbarie, elle a cependant donné à l'homme les moyens de penser sa condition humaine et d'y puiser les forces de la dépasser pour s'accepter dans sa dimension tragique, celle de l'homme sans Dieu, qui regarde le « *ciel étoilé* » (Malraux 325).

Parce que la culture de loisir et les industries culturelles bénéficient aujourd'hui d'un tel développement qu'elles « *marginalisent* » (Yves Michaud 59), voire stigmatisent la haute culture. Ces cultures, qui sont de groupes, de clans, d'âges, d'idéologies, d'intérêt..., divisent les publics, éclatent leur expérience sensible et la formation de la pensée au lieu de rassembler à partir du fonds commun fruit de notre histoire. Ce phénomène confine à un nivellement des valeurs culturelles et de la légitimité des propositions : c'est le tout se vaut qui conduit à la société du spectacle et au loisir généralisé. « *La crise de la culture ou la déculturation n'est pas une crise de la culture au sens où la culture serait détruite. Il s'agit plutôt d'une neutralisation mutuelle et d'un parasitage de cultures différentes en concurrence* » (Michaud 61) : le philosophe fait ici le constat de dérives, de brouillage des codes et de l'émergence de nouvelles conceptions de la culture, au point qu'il faudra s'interroger sur ce que l'on peut désormais entendre par culture.

## Les industries culturelles et la culture de masse

Les menaces qui pèsent sur la culture « *classique* » ne datent pas d'aujourd'hui. Elles ont été dénoncées par les philosophes de l'école de Francfort, Walter Benjamin dès 1935, Theodor W. Adorno et Max Horkheimer dès 1947<sup>7</sup>. Dans les années 50-60 Hannah Arendt relaie ces constats ainsi qu'au même moment André Malraux. Ce qu'ils visent ce sont les industries culturelles dont ils démontent les rouages et ce qu'elles génèrent de culture de masse - masse entendu au sens du plus grand nombre. Il s'agit en fait de tout ce qui occupe le loisir et prend prétexte de la culture pour offrir de la distraction, du divertissement. Ces mécanismes ont été parfaitement décrits par les quatre philosophes déjà cités qui mettent en évidence la façon dont les lois du marché se sont emparé de ce temps vacant pour y faire proliférer des formes et des sujets dénaturés, dépréciés, affadis de la culture légitime. L'art et la culture sont devenus objets de consommation, objets fonctionnels, destinés à « *gagner de l'argent* » selon les mots de Malraux, en vendant du passe-temps. Ils font perdre à la culture « *classique* » son sens et ses finalités

7 Walter Benjamin, *L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique* [1935, 1936], Paris, Allia 2013 ; Theodor W. Adorno & Max Horkheimer, *Kulturindustrie*, [1947] Paris, Allia 2012.

d'éducation et d'élévation en nouant étroitement prétentions culturelles, offres de loisirs et économie. C'est un simulacre de culture qui se déploie et dont font feu ces industries, suscitant une « *hyperconsommation* » désormais à l'échelle mondiale comme le montre le sociologue Gilles Lipovetsky dans *L'Esthétisation du monde*.

Ce basculement s'est amplifié avec ce que l'on appelle le tout culturel apparu à la fin du siècle dernier. La notion de culture, devenue alors informe, molle, s'applique désormais à des domaines qui relèvent de l'anthropologie, comme la gastronomie, le sport ; de nouvelles disciplines artistiques sont nées, validées et accompagnées par les institutions. Une confusion s'installe ainsi entre les œuvres d'art et de l'esprit issues de l'histoire, éternelles, et de nouvelles formes, éphémères, liées au social et relevant davantage du socio-culturel.

Contre l'ennui, la peur du silence et le vide réflexif ou spirituel, on verse désormais dans l'animation culturelle, la performance, le spectacle et l'événement, sur toile de fond de fête généralisée, de convivialité, de vivre-ensemble, dans de nouvelles valeurs promues par cette nouvelle culture dont Jean-Pierre Le Goff se fait l'analyste et le pourfendeur dans le chapitre de *Malaise dans la démocratie* consacré à ce qu'il nomme « *la culture animée et festive* » avec comme événement initiateur la Fête de la musique en 1982.

Ne peut-on toutefois pas se demander si ces événements, ces industries ne véhiculent tout de même pas une possible acculturation, comme une initiation maladroite, sommaire bien évidemment, à une autre culture ? La question est ouverte et il ne semble pas incohérent, comme en attestent aujourd'hui certaines pratiques éclectiques, de voir cohabiter chez certains une culture légitime et des loisirs culturels sciemment choisis, le divertissement n'étant pas en soi condamnable.

### **La mise en question de la démocratisation culturelle et le retournement des valeurs culturelles**

La démocratisation culturelle est une ambition et une volonté justifiées des ministères de la culture et de l'éducation qui se sont succédé à partir du Front Populaire et de tous les acteurs et militants de la culture. Or le constat relevé par différents penseurs et théoriciens de la culture est celui de son échec, pour des raisons multiples qui tiennent tant aux représentations que l'on s'en fait, à ses faiblesses, à la force du marché des industries culturelles, à son éclatement sous l'effet d'un relativisme promouvant la diversité qu'à la complexité même de sa mise en œuvre. La démultiplication de l'offre culturelle participe de ce même mouvement qui crée un leurre sur la démocratisation et l'élargissement du public - ce sont souvent les mêmes chez qui trouve écho l'éventail de nouvelles offres. On remarque en effet que malgré l'essor considérable des réalisations culturelles de toutes natures, malgré l'implication de l'État, des collectivités territoriales et de tous les acteurs culturels sur le terrain, et cela depuis le ministère Malraux, la diffusion de la culture ne touche pas tous les publics, le désir de culture n'est toujours pas le fait du plus grand nombre ; même s'il y a eu un réel élargissement, les réussites et les grands succès (dont les emblématiques Journées du patrimoine) restent ponctuels et sporadiques. On perçoit en fait un hiatus entre la demande croissante de loisirs culturels, suscités parfois par les acteurs culturels eux-mêmes, et le goût pour une culture cultivée, on sent les liens distendus entre l'offre de cette culture et ses potentiels bénéficiaires, attirés par des actions et domaines éloignés des œuvres de l'art et de l'esprit.



Nous n'entrerons pas ici dans l'étude fouillée de ce sujet que l'on retrouve chez Christopher Lasch, Jean-Claude Wallach<sup>8</sup> et Marc Bélit<sup>9</sup>. Pour sa part, Yves Michaud qui y consacre aussi une part de sa réflexion, analyse entre autres dans *La Crise de l'art contemporain* les effets de la démocratie sur les pratiques culturelles, mettant ainsi en lumière « *l'émiettement de la culture* », l'indifférenciation de nature et de qualité qu'elle subit aujourd'hui, le repli relativiste de chacun sur la culture de son choix, tout cela conduisant à une perturbation des valeurs attachées à la culture légitime. Il en vient ainsi à parler de « *démocratie culturelle* », notion qui remplace pour lui celle de démocratisation de la culture.

Comment en est-on arrivé là ? Quelques pistes seulement, par ailleurs largement développées dans les ouvrages cités : en voulant lutter contre les inégalités culturelles, en laissant s'enkystrer une représentation élitiste de la culture alors que les œuvres et le savoir sont un bien commun de l'humanité, en avançant lentement sur la place de l'éducation artistique et culturelle à l'École, en cédant à la facilité et à l'illusion du loisir culturel, en cédant à la force économique que représente le marché de l'art et de la culture, en acceptant un relativisme culturel qui est tout l'inverse des valeurs humanistes d'ouverture de la culture légitime. Et puis bien sûr la culture légitime n'allant pas de soi, on ne peut décréter l'imposer à tous, malgré la générosité de l'ambition. Il y a une discontinuité entre la volonté d'un État au nom de ses valeurs de généraliser la culture à tous les niveaux et lieux de la société et la formation d'une culture qui est une démarche personnelle, privée voire intime. On retrouve ici le rôle de l'École dans la diffusion et l'apprentissage d'une culture commune, ferment d'une société et levier de développement de chaque/tous les individus. Hanna Arendt a largement développé ce point dans son article « *La crise de l'éducation* »<sup>10</sup>. On peut avancer aussi que l'idéal de culture « *classique* » n'apparaît plus aujourd'hui avec la même légitimité, la même unanimité, face aux évolutions sociétales et technologiques. De fait, dès lors que prédominent les particularismes, que le relativisme est survalorisé, que l'individu prime sur le collectif, c'est au détriment de la culture légitime qui peut apparaître comme n'étant plus en phase avec notre temps.

Avec les industries culturelles et la culture de masse nous sommes donc entrés dans un nouveau « *régime culturel* », décrit et analysé précisément avec exemples et références à l'appui par Jean-Pierre Le Goff. Ce retournement de valeurs dont l'étape ultime est la haine de la culture, promeut une contre-culture, le règne de la société du spectacle théorisée par les situationnistes, de « *l'homo festivus* » de Philippe Muray. Cette culture festive qui cultive émotion et convivialité est tout sauf un viatique pour grandir et s'orienter dans le monde, mais un artifice, un simulacre, un leurre, une uniformisation

---

8 Christopher Lasch, *Culture de masse ou culture populaire ?* [1981] Castelnau-le-Lès, éditions Climats 2001 ; Jean-Claude Wallach, *La culture, pour qui ? Essai sur les limites de la démocratisation culturelle*, Toulouse, éditions de l'attribut 2007.

9 Marc Bélit, philosophe de formation, est ancien conseiller artistique au ministère de la Culture, fondateur et président actuel de la Scène nationale : Le Parvis Tarbes-Pyrénées. Il est aussi membre titulaire de l'Académie de Béarn.

10 Hannah Arendt, *La Crise de la culture Huit exercices de pensée politique* [1961, 1968], Paris, Gallimard 1972, Folio essais : « VI. La crise de la culture : sa portée sociale et politique », « V. La crise de l'éducation ». Le titre anglais du recueil, *Between past and future*, est bien autrement significatif pour notre propos.

des goûts, un nouveau conformisme institutionnalisé, tout ce qui façonne « *l'homme superflu* » selon Hannah Arendt.

Le « tout culturel » qui promeut l'art dans la vie sociale et l'épanouissement personnel, a ouvert la porte à une porosité entre la culture cultivée et la culture au sens anthropologique, dans une société où dominant de plus en plus un hédonisme culturel, où chacun peut se prétendre artiste ou expert. Bien plus, toutes les formes du quotidien peuvent être élevées au statut d'art et de culture : le design, la publicité, la mode en sont des exemples représentatifs parmi d'autres. Gilles Lipovetski et Jean Serroy dans *L'Esthétisation du monde* déjà cité et dans *La Culture-monde* décrit et analyse au niveau mondial cette évolution sociétale dans le rapport à la culture<sup>11</sup>. Marc Bélit pour sa part, dans *Le Malaise de la culture*<sup>12</sup>, donne avec cet ouvrage un panorama historique et une analyse fouillée des questions et débats qui ont traversé et traversent notre modèle culturel hérité des humanités.

## Un phare : Malraux

### *Le temps du ministère d'État chargé des Affaires culturelles*

Dans une réflexion sur la culture, il n'est pas possible de ne pas en venir à Malraux, tant pour son rôle dans notre pays, que pour la profondeur de sa pensée, toujours aussi puissante et d'actualité. Rappelons rapidement qu'il a créé, à la demande du général de Gaulle en 1959, le ministère d'État chargé des Affaires culturelles à la tête duquel il restera jusqu'en 1969. Ce ministère a pour fer de lance de son action la création de Maisons de la culture, validée par le IVe Plan de 1961 : lieux de « *confrontation et de rencontre par excellence entre la culture et ceux qui veulent y accéder* »<sup>13</sup> (Biasini 17), lieux de création et de diffusion que Malraux rêvait de créer depuis longtemps. La mission de ces Maisons qui sont prévues au nombre de vingt, est de « *transformer en bien commun un privilège* » (Biasini 18). Mais il s'agit aussi d'un projet politique national d'irrigation culturelle grâce à une programmation pluridisciplinaire - arts, littérature, sciences, sciences humaines - de qualité, intégrant les ressources locales, et d'un projet politique de rayonnement international devant faire de la France le premier pays à mettre ainsi la culture au cœur de la cité et de la société, comme levier éducatif tout au long de la vie.

Nous pouvons donc voir en Malraux celui qui a parachevé les bases posées par Jean Zay, ministre de l'Éducation nationale du Front populaire. Il a ainsi donné ses fondements à une politique culturelle d'État et à une volonté de démocratisation de la culture qui sous-tend encore aujourd'hui l'action publique et celle de tous les acteurs culturels. L'objectif qu'il assigne à son ministère est à la fois simple et ambitieux : « *rendre accessibles les œuvres capitales de l'humanité, et d'abord de la France, au plus grand*

11 Gilles Lipovetsky, Jean Serroy, *La Culture-monde – Réponse à une société désorientée*, Paris, Odile Jacob 2008 ; Gilles Lipovetsky, Jean Serroy, *L'Esthétisation du monde – Vivre à l'âge du capitalisme artiste*, Paris, Gallimard 2013.

12 Marc Bélit, *Le Malaise de la culture, Essai sur la crise du « Modèle culturel » français*, Biarritz, Atlantica- Séguier, 2006 Prix de l'académie des sciences morales et politiques en 2008.

13 Émile J. Biasini « Action culturelle, An 1 – 1961-1962 » in *Événementiel vs action culturelle*. Émile J. Biasini était un proche collaborateur de Malraux au ministère des Affaires culturelles. Cet article, à valeur de manifeste, décrit les objectifs et le processus de création des Maisons de la culture.

*nombre possible de Français, assurer la plus vaste audience au patrimoine culturel, et favoriser la création des œuvres de l'art et de l'esprit qui l'enrichissent* »<sup>14</sup> (Biasini 16-17).

### **Au-delà d'une culture humaniste**

Malraux définit le contenu de la culture comme « *l'ensemble des créations de l'art et de l'esprit* »<sup>15</sup>, dans la suite de l'héritage de la Grèce (Malraux, 256), aux sources de notre civilisation. Dans une autre définition, ce sont la liberté et la dignité humaine qui constituent la finalité de la culture : « *la culture est l'ensemble de toutes les formes d'art, d'amour et de pensée qui, au cours des millénaires, ont permis à l'homme d'être moins esclave* »<sup>16</sup> (Malraux, 218). Dans cette perspective humaniste et au regard de son engagement, le projet de politique culturelle de Malraux se place au cœur de la démocratie dont il rappelle le rôle dans son hommage à la Grèce et à Périclès. Il est posé en termes de défi, celui d'une démocratisation de son accès afin de jouer pleinement son rôle dans la formation de l'homme et du citoyen. En effet, Malraux dissocie dans une complémentarité fructueuse les connaissances acquises dans les études et la culture d'où jaillit l'émotion : c'est ici qu'il faut trouver la justification des Maisons de la culture, prolongement de la formation scolaire et universitaire pour tout citoyen désireux de poursuivre son chemin dans le domaine de l'art et des savoirs.

Du politique Malraux glisse vers l'ontologique. Dans un monde qu'il affirme déserté par les dieux, le rôle de la culture est de donner accès au sens de l'homme : « *La culture, c'est ce qui répond à l'homme quand il se demande ce qu'il fait sur terre* »<sup>17</sup> (Malraux 323). Tenter de comprendre le sens de notre place ici-bas, dépasser et retourner la perception tragique de notre destin en énergie, trouver les forces pour vivre, chercher des réponses aux questions existentielles. Cette nouvelle perspective rejoint les préoccupations d'autres écrivains et penseurs de la même génération, je pense en particulier encore une fois à Camus.

Poursuivant son investigation du sens de la culture, Malraux accède à une perception métaphysique qu'il développe principalement dans ses écrits sur l'art. Par la culture l'homme se survit à lui-même, victorieux de la mort et accédant à l'éternité de la chaîne plurimillénaire des œuvres. Et réciproquement, c'est en l'homme que ces œuvres se survivent pour l'éternité, témoignant pour le futur à travers lui, son regard : « *La culture de chacun de nous, c'est la mystérieuse présence, dans sa vie, de ce qui devrait appartenir à la mort* »<sup>18</sup> (Malraux 288, souligné par lui-même).

### **La culture civilisatrice**

Malraux perçoit lui aussi une rupture civilisationnelle dans le glissement déjà amorcé de la culture vers les loisirs. Non qu'il récuse le droit à se distraire, mais il place, nous

---

14 Et Malraux lui-même : « *rendre accessibles les plus grandes œuvres au plus grand nombre d'hommes* » (Malraux 257).

15 Malraux : « Discours prononcé le 28 mai 1959 à Athènes » in *op. cit.*

16 Malraux : « Allocution prononcée le 30 mai 1952 au cours de la séance de clôture du congrès « Pour la liberté de la culture » ».

17 Malraux : « Discours prononcé à l'occasion de l'inauguration de la Maison de la culture d'Amiens le 19 mars 1966 ».

18 Malraux : « Allocution prononcée à New York le 15 mai 1962 ».

l'avons vu, la culture ailleurs et surtout pas dans le temps vide qu'il faut occuper par du loisir. C'est avec force, avec virulence même, qu'il dénonce la culture de masse, hors de toute considération de classe sociale, comme une forme abâtardie de culture, vouée à l'amusement, une culture niaise, ignorante des valeurs, flattant ce qu'il y a de plus vil dans l'homme : le sexe, le sang et la mort. Face à « *l'industrialisation des rêves* », la culture dresse la force créatrice des artistes du passé et du présent, du monde entier, leur capacité à vaincre par la puissance de leurs œuvres l'oubli et la mort, à nous interpeler, nous parler de nous-mêmes et à nous émouvoir. C'est de manière tout à fait significative, en filant la métaphore guerrière tout au long de ses discours, en le présentant comme une psychomachie, que Malraux décrit ce combat entre la culture et le loisir, les œuvres de la lumière et les créations des « *ténèbres* » ; entre « *les usines à rêves* » qui visent à « *gagner de l'argent* » - que sont pour lui, pris en mauvaise part, la radio, la télévision, le cinéma, la publicité, le disque, le roman populaire, la presse à grand tirage - et les vertus de l'art et de la culture, beauté, compassion, esprit critique, dignité.

Malraux n'a de cesse d'alerter. Il place dans la culture une foi civilisatrice et salvatrice face aux dérives de la consommation culturelle et de loisirs qui entraîne l'homme dans la perte de son humanité et de sa dignité. Il en fait aussi le constat en termes de dualité du Bien et du Mal : « *...il semble que les dieux soient morts mais [...] certainement les diables ne le sont pas et le vrai problème est de savoir si une civilisation qui a su ressusciter les démons saura aussi en son temps ressusciter les dieux* »<sup>19</sup> (Malraux 326).

Au fil des discours qu'il prononce entre 1934 et 1966, Malraux affine et conforte cette conception de la culture dont l'expression culmine avec toute sa force dans le discours de Dakar du 30 mars 1966. Comme Goethe appelant de ses vœux une *Weltliteratur*, mais avec une dimension militante de son époque, Malraux répand de par le monde un message d'universalisme humaniste porté par la culture mondiale, permettant de communier dans une fraternité humaine qui ignore le temps et l'espace. Mais à la différence du maître de Weimar, Malraux offre une vision lucide des limites du pouvoir humaniste de la culture, nous l'avons vu.

## Conclusion

A l'issue de ce parcours et en guise de conclusion, je vais entr'ouvrir la dernière porte du « *château de Barbe-Bleu* », en proposant de placer derrière un sursaut, une prise de conscience ainsi qu'une volonté et un optimisme mobilisateurs pour que continue à advenir l'humain, pour que le travail culturel accompli par l'impressionnante cohorte de savants, d'artistes ou d'hommes de l'ombre durant les siècles qui nous ont précédés, ne sombre pas irrémédiablement.

Je suis convaincue que nous devons faire le pari de la culture parce qu'il y a urgence. Nous avons tant besoin d'elle pour ne pas retourner à la barbarie, même si nous sommes conscients que la culture n'est pas un rempart inexpugnable pour l'humain. À défaut de nourrir la totalité de la communauté humaine, elle confortera ses zéloteurs dans sa nécessité, au nom de la plus haute liberté et de ce qu'il y a de plus noble dans l'homme. Alors peut-être ne sera-t-il pas *vox clamantis in deserto* - la voix de celui qui crie dans le désert. Mais nous pouvons au moins espérer que cette voix parviendra à former

---

19 Malraux : « Discours prononcé à l'occasion de l'inauguration de la Maison de la culture d'Amiens le 19 mars 1966 ».

des disciples dans la lutte contre les préjugés et l'absence de pensée, jusqu'à devenir « *une arme de destruction massive contre l'ignorance* »<sup>20</sup>. Que cette voix parviendra à se faire entendre contre la culture captive, les industries culturelles, contre la dictature des images et des médias, contre la manipulation de la pensée, contre l'emprise du spectacle/du spectaculaire.

Alors quel modèle culturel pouvons-nous appeler de nos vœux, contre le pessimisme de George Steiner dont l'ouvrage cité est sous-titré *Notes pour une redéfinition de la culture* ? Une voie est proposée par Denis Kambouchner face à toutes les menaces déjà évoquées que lui-même cite : c'est croire dans l'idéal de culture « *classique* » contre lequel aucun argument ne tient, dont rien ne peut contredire le bien-fondé, « *ses effets (étant) intégralement positifs* » (Kambouchner 565, souligné par lui-même), même si l'on est assuré qu'aujourd'hui le contexte lui est plus que jamais défavorable. Face à ce principe de réalité, Denis Kambouchner développe un plaidoyer pour cette culture dont toutes les potentialités, affirme-t-il, n'ont pas été développées et qui sont donc en attente d'être (ré)activées.

Et pour que nous allions de l'avant, je terminerai par cette citation extraite d'un discours du dramaturge et écrivain Olivier Py : « *Ne nous enfermons pas dans une idée de la culture qui ne serait faite que de chefs-d'œuvre sous vitre, ni dans un tout-culturel qui ressemble à un atelier ergothérapeutique. La culture, ce n'est ni l'érudition, ni le divertissement, c'est l'énergie pour aller vers le sens* »<sup>21</sup>.

## Bibliographie

Kambouchner Denis, « La culture », *Notions de philosophie III*, Paris, Gallimard 1995, Folio essais p. 445-568.

Khaznadar, Chérif *et al.*, *Événementiel vs action culturelle*, Internationale de l'imaginaire numéro 22, Maison des cultures du monde, Arles, Babel 2007.

Le Goff Jean-Pierre, *Malaise dans la démocratie*, « IV La culture animée et festive : imaginaire et déculturation du nouveau monde » p. 133-183, Paris, Stock 2016.

Malraux André, *La politique, la culture – Discours, articles, entretiens (1925 - 1975)*, Paris, Gallimard 1996, Folio essais.

Michaud Yves, *La Crise de l'art contemporain*, Paris, PUF/Quadrige 1997.

Steiner George, *Dans le château de Barbe-bleue – Notes pour une redéfinition de la culture* [1971], Paris, Seuil 1973, Folio essais.

20 Jérôme Clément, *L'Urgence culturelle*, Paris, Grasset, 2016, p. 247.

21 Olivier Py : « Du politique - Pour une architecture de l'espérance », discours prononcé le 28 octobre 2010 à La Rochelle dans le cadre d'une université d'été du parti socialiste, in *Cultivez votre tempête*, Arles, Actes Sud - Papiers 2012.

# L'AGRICULTURE ET L'AGRONOMIE TELLES QUE VOUS NE LES AVEZ JAMAIS VUES

Par M. Jean-Pierre SARTHOU<sup>1</sup>

## Ce que la démographie humaine doit aux révolutions agricoles

Les premières formes d'agriculture, apparues il y a 4 à 10 000 ans selon les endroits de la planète, consistaient à défricher un espace forestier par la hache, la dent des premiers animaux domestiqués et le feu, pour en exploiter pendant quelques années le sol fertile. Une fois la fertilité du sol par trop diminuée par les exportations successives de produits, une nouvelle zone était défrichée et le cycle recommençait avant que le premier emplacement ne soit réutilisé au bout de trois à cinq décennies. Vers 3 000 avant notre ère, la première révolution agricole a permis aux hommes du Néolithique de passer de cette agriculture itinérante dite sur abattis-brûlis, à l'agriculture post-forestière, beaucoup plus sédentaire. Elle consistait à mettre en culture des surfaces (*l'ager*) dont la fertilité du sol était entretenue par le parcage nocturne, sur les parcelles en jachère, des animaux ayant pacagé le jour sur des secteurs plus éloignés et donc largement déboisés (le *saltus*). Ainsi, après avoir d'abord mis à contribution le temps et les arbres pour restaurer la fertilité du sol d'une zone ayant été exploitée (par remontée *via* les racines des éléments minéraux lessivés en profondeur), c'est l'espace qui a été peu à peu utilisé pour concentrer ces derniers sur une surface cultivée, ce transfert de fertilité étant assuré par les animaux domestiques. Le passage de l'araire, instrument aratoire à soc pointu sans versoir, venait parfaire le travail de préparation du sol en l'ameublissant et le débarrassant des mauvaises herbes. Cette première révolution agricole entraîna une augmentation modeste de la démographie européenne, passée, en 20 siècles environ, de moins de 5 millions d'individus à une quinzaine. Le fort développement de la sidérurgie vers l'an 1 000 de notre ère fit le lit de la deuxième révolution agricole car il profita largement aux paysans. Les chariots et les charrettes, jusque-là réservés aux armées et riches commerçants, leur devenaient en effet enfin accessibles. Deux inventions majeures s'ajoutèrent à cela, complétant parfaitement les moyens de travail nouvellement à disposition des paysans : la faux, inventée quelque part en Europe centrale et permettant de décupler les surfaces fauchées dans la journée et donc les quantités de foin réalisées, et la charrue à versoir, outil parfait pour incorporer au sol le fumier désormais plus abondant, puisque davantage d'animaux pouvaient être nourris et donc gardés en hiver, et plus aisément transporté jusqu'aux champs. Cette deuxième révolution entraîna en Europe, en quelques décennies seulement, une forte

---

<sup>1</sup> Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 24 mars 2022.

augmentation de la force de travail et des surfaces cultivées, et permit l'introduction des céréales de printemps et l'apparition de la rotation triennale. Toutefois, la jachère occupait encore les deux tiers de celle-ci. En trois siècles seulement, la population européenne, mieux nourrie, avait été multipliée par 7 et avoisinait les 100 millions d'habitants quand les guerres et la peste bubonique provoquèrent, au XIV<sup>e</sup> siècle, son effondrement de presque 50 %. La troisième révolution agricole s'est étalée sur une plus longue période, probablement du fait qu'elle dépendait de déterminants socio-économiques plus complexes à mettre en place et plus coûteux. Elle démarra à la Renaissance, en Flandres et en Angleterre, et se poursuivit jusqu'au début de la révolution industrielle dans les autres pays, voire au début du XX<sup>e</sup> siècle pour les pays du sud de l'Europe. Elle fut caractérisée par des inventions majeures en machinisme agricole (dont les principes de base sont encore ceux de la plupart des machines modernes : charrue réversible, barre de coupe à sections, semoirs volumétriques...) et par l'introduction de plantes fourragères (fabacées, brassicacées) en lieu et place de la jachère, réduite de ce fait à 15 % seulement de la rotation. S'en sont suivies la première crise mondiale de surproduction agricole, par quasi-doublement de toutes les productions, et, de nouveau, une augmentation sensible de la population européenne, atteignant les 180 millions d'habitants. Enfin, aux lendemains de la Seconde Guerre Mondiale, des améliorations spectaculaires (plus que des inventions) en machinisme, sélection génétique, maîtrise des facteurs de croissance des animaux et végétaux (eau, engrais, produits phytosanitaires), ont caractérisé la quatrième révolution agricole du continent européen. Sa population a de ce fait elle aussi connu une augmentation spectaculaire, franchissant en seulement 50 ans la barre des 700 millions d'habitants. Au niveau mondial, pendant la même période, deux faits soulignent l'importance déterminante qu'a eu l'intensification des techniques agricoles dans cette quatrième révolution, d'ampleur planétaire : la production agricole a été multipliée par 2,5 à partir d'une surface agricole accrue de seulement 20 %, et la surface nécessaire pour produire une quantité donnée de denrées agricoles a diminué de 70 % (*Food and Agriculture Organisation - FAO - 2018*). En France, ces progrès techniques ont permis de passer d'une productivité de 13 quintaux par hectare dans les années 1920 à 70 qx/ha aujourd'hui, de 15 % de la surface agricole utile réservée aux animaux de trait à 0 %, et de 6 habitants nourris par un seul agriculteur à 75. La conséquence démographique fut tout aussi spectaculaire avec une population mondiale passée de 2,5 avant la Seconde Guerre Mondiale à quelque 6 milliards en l'an 2000. Ce rapide aperçu de l'impact des progrès dans la maîtrise technique des systèmes de production agricole sur notre démographie, parallèlement bien-sûr aux progrès dans le domaine médical, amène à considérer qu'aujourd'hui un être humain sur deux sur Terre doit son existence à cette Révolution Verte (Spielman et Pandya-Lorch, 2009).

## **Le visage à double face de l'intensification agricole de type industriel**

### ***Des aspects positifs qui furent rapidement perceptibles***

Cette évolution présente des côtés très positifs : i) baisse de la part du budget des ménages consacrée à l'alimentation (environ 30 % dans les années 1950, autour de

---

2 Pour un exposé détaillé, lire « Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine » de M. Mazoyer et L. Roudart, Seuil, 1997.

18 % aujourd'hui), ce qui a permis le développement des loisirs, du tourisme et des équipements personnels « *high-tech* » ; ii) préservation de plus d'un milliard d'hectares d'espaces naturels, qui seraient a priori en culture aujourd'hui si les rendements des céréales étaient restés au niveau de ceux des années 1950 (World Bank, 2017) ; et iii) en corollaire, abaissement à 3 % seulement de la part de l'alimentation des pays développés provenant d'espèces sauvages (Wood et Lenné, 2011). Ainsi, une fraction de l'espace et de la biodiversité au niveau mondial sont aujourd'hui directement épargnés de transformation/destruction à des fins agri-alimentaires. La baisse de la surface agricole alimentaire mondiale nécessaire par habitant, qui était de plus d'1,5 ha dans les années 1950 et de seulement 0,65 ha en 2018, se poursuit de nos jours encore du fait de la fin de la forte croissance des surfaces agricoles mondiales d'une part et de la forte croissance nette de la démographie mondiale (+ 220 000 personnes quotidiennement) d'autre part (FAO, 2020).

Cependant, les moyens employés pour assurer l'alimentation de la population mondiale par intensification « conventionnelle » de la production agricole, c'est-à-dire par utilisation importante d'intrants d'origine industrielle, ont un coût important d'un point de vue énergétique, environnemental et agronomique, et représentent autant d'impasses qu'il convient de dépasser.

### ***Impasses énergétiques***

D'un point de vue énergétique, c'est évidemment au lendemain de la Seconde Guerre Mondiale et en une dizaine d'années seulement, que, dans les pays industriels comme la France, l'énergie culturelle est devenue majoritairement de nature industrielle. L'énergie culturelle est l'énergie qui doit être injectée, sous forme de puissance animale, humaine ou mécanique et d'intrants de toutes natures, dans le système de production afin d'en assurer le fonctionnement et donc la production de denrées. Jusqu'alors à moins de 20 % de nature industrielle (machines, énergies fossiles et électrique, intrants chimiques) et donc à plus de 80 % d'origine biologique (force animale ou humaine et son alimentation - elle représentait même presque 100 % de l'énergie culturelle au début du siècle dernier), l'énergie culturelle a vu sa part biologique fortement se réduire dès le début de la quatrième révolution agricole, pour n'être représentée de nos jours que par l'énergie contenue dans l'alimentation des agriculteurs et travailleurs agricoles. En d'autres termes, la production agricole est passée, en un siècle, de quasi 100 % d'autosuffisance énergétique à quasi 100 % de dépendance aux énergies fossiles et fissiles. Par contre, la quantité, en valeur absolue, d'énergie culturelle investie dans l'acte de production est restée sensiblement la même sur cette même période, soit entre 250 et 300 PJ.

En revanche, une touche positive, qui va à l'encontre des messages colportés par de nombreux écologistes, vient clore ce rapide aperçu du bouleversement du contexte énergétique de l'agriculture : grâce au quasi quadruplement de l'efficacité énergétique des machines par rapport à celle des animaux et des hommes, il y a eu, toujours sur cette période d'un siècle, doublement du taux de retour énergétique de l'agriculture - pour 1 unité d'énergie culturelle investie, 2 étaient récupérées au début du 20<sup>e</sup> siècle contre 4 de nos jours (Harchaoui et Chatzimpiros, 2019).

### ***Impasses environnementales***

Plusieurs problèmes environnementaux résultent de l'intensification industrielle de la production agricole. Le plus visible d'entre eux est la survenue de marées vertes,



désormais fréquentes et massives le long des côtes de tous les pays et continents du monde, exceptée l'Afrique. Elles résultent non seulement de la fuite d'ions nitrate des parcelles cultivées et des élevages intensifs, comme cela est régulièrement rappelé dans les médias (mais aussi des stations d'épuration des zones touristiques côtières !), mais également de phosphates adsorbés par les particules fines de sol emportées dans les cours d'eau par les pluies érosives. Les autorités nord-américaines considèrent même les phosphates comme le véritable facteur limitant de ces marées vertes (car l'azote peut toujours être fixé par des cyanobactéries présentes dans les cours d'eau et les eaux côtières, si elles ont du phosphore et du carbone à disposition), et donc la lutte contre l'érosion du sol comme le levier le plus efficace à mobiliser pour lutter contre les marées vertes. Générant beaucoup de particules organiques en décomposition, elles-mêmes support d'une intense activité microbienne consommatrice d'oxygène dissout, ces marées aboutissent *in fine* à l'asphyxie des zones touchées et donc à l'appauvrissement des écosystèmes marins côtiers, de plus en plus touchés par ces « zones marines mortes » (Diaz et Rosenberg, 2008). Un autre phénomène fortement médiatisé depuis quelques années est la forte charge en pesticides des cours d'eau de la très grande majorité des régions du monde concernées par l'agriculture intensive. En France, 15 à 36 % des échantillons d'eau prélevés en rivières ont une teneur totale en pesticides supérieure à 0,5 µg/l, seuil limite de potabilité de l'eau (Hossard *et al.*, 2017). Problématique proche puisqu'elle en est en partie la cause, la contamination des sols par les pesticides est également préoccupante : dans une récente étude réalisée en France, 100 % des sols analysés contenaient au moins une molécule phytosanitaire, 90 % un cocktail d'au moins un herbicide, un insecticide et un fongicide, alors que de nombreux échantillons provenaient de milieux semi-naturels (haies, prairies) et de parcelles en agriculture biologique (Pelosi *et al.*, 2021). Une campagne inédite au niveau européen a été menée en France en 2018 et 2019, afin de dresser un premier état des lieux national des pesticides dans l'air. Au total, 75 substances actives différentes ont été mises en évidence, dont 32 jugées « prioritaires » par l'ANSES en raison de leurs effets potentiellement cancérogènes ou perturbateurs endocriniens (ANSES, 2020). Victime de cette pollution omniprésente mais aussi de la destruction de ses habitats, la biodiversité subit sa sixième extinction massive dans l'histoire de la Terre, mais la première d'origine humaine. Son érosion est vertigineuse à l'échelle mondiale et l'agriculture industrielle en est la première responsable : quelques dizaines d'espèces disparaissent chaque jour, pour la plupart avant même qu'elles n'aient été décrites (estimations par extrapolation à partir des surfaces forestières tropicales qui disparaissent quotidiennement pour mise en culture), soit à un rythme 100 à 1 000 fois plus rapide que la moyenne des cinq précédentes extinctions massives. Il est attendu que ce rythme soit de 10 000 fois en 2050 (Alkemade *et al.*, 2009), ce qui amènera d'ici quelques décennies à la disparition de 0,5 à 1 million d'espèces dans le monde, dont la moitié des espèces d'oiseaux et de mammifères d'Afrique (IPBES, 2019). Les systèmes de production agricole, particulièrement les plus industrialisés, participent aussi activement au dérèglement climatique, en étant responsables de 24 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) au niveau mondial. Les principaux GES émis par les activités agricoles sont le CO<sub>2</sub>, issu de la combustion des énergies fossiles et de la minéralisation de l'humus des sols, le CH<sub>4</sub>, issu des rizières et de la fermentation entérique des ruminants, et le N<sub>2</sub>O, provenant d'une dénitrification incomplète dans des sols ayant une mauvaise structure en profondeur et une faible activité microbiologique, car trop travaillés et donc trop oxydés, et recevant trop d'azote par rapport aux besoins des plantes. Cette part dans les émissions totales de GES s'élève à 34 % dès lors que l'ensemble du système agri-alimentaire mondial

est considéré. Ce dérèglement climatique provoque, dans les parcelles cultivées, des événements érosifs tant hydriques qu'éoliens, de plus en plus importants et répandus, à mesure que les pluies et sécheresses deviennent de plus en plus intenses et que les sols perdent leur humus et activité microbienne par insuffisance de restitutions organiques et par excès de travail du sol. Ces pertes de sol, c'est-à-dire des particules les plus fines qui sont déterminantes pour leur fertilité et qui terminent leur course dans les mers et océans du globe, s'élèveraient annuellement à 26 milliards de tonnes (Kaiser, 2004). Si l'on pouvait récupérer ce sol et l'étaler sur une épaisseur correspondant à l'épaisseur conventionnelle de la couche arable, soit 30 cm, nous obtiendrions une surface de 7 millions d'ha, soit le quart de la surface agricole utile de la France, soit encore, si le sol était étalé sur la Lune (!) et au bout de seulement 10 ans, une tache circulaire centrale équivalent en proportion à la pupille de l'œil au centre de l'iris. En France, il a été estimé que dans la moitié des anciennes régions administratives, près d'un quart de la surface agricole de chacune est affecté par une érosion annuelle comprise entre 2 et 5 t/ha, et que sur environ 4 % de la SAU française, elle oscille de 10 à plus de 20 t/ha. En Europe, les régions agricoles situées en zone méditerranéenne subissent des taux de perte annuelle de sol allant jusqu'à 50 t/ha (de la Rosa *et al.*, 2000). Pour parachever ce sombre tableau, un sixième des sols agricoles mondiaux ont une espérance de vie inférieure à 100 ans, et un tiers une espérance de vie inférieure à 200 ans (l'espérance de vie correspondant à la durée nécessaire à la perte par érosion de toute la couche arable) (Evans *et al.*, 2020).

### ***Impasses agronomiques***

La production agricole elle-même en arrive à être entravée, dans son fonctionnement purement biophysico-chimique, par les conséquences de son modèle industriel. Les sols de nouveau, pâtissant de la perte de matière et perdant de ce fait de leur profondeur et de leur fertilité (phénomène aggravé par une baisse consécutive de leur capacité de rétention hydrique), voient les rendements des cultures qu'ils hébergent diminuer de façon proportionnelle à l'intensité de leur érosion annuelle. Ainsi, il a été estimé, toutes cultures confondues, que les rendements chutent de 0,1 % par tonne de sol perdu (den Biggelaar *et al.*, 2003), ce qui, dans les régions françaises les plus affectées par l'érosion (Bretagne, Hauts-de-France, sud Nouvelle-Aquitaine, ouest Occitanie), correspond, sur un pas de 10 ans seulement, à une baisse du potentiel (qui est de 70 quintaux en moyenne) de 2 à 2,5 quintaux, soit 200 à 250 kg/ha. Ainsi, la baisse de la surface agricole alimentaire mondiale par habitant, qui pouvait être jusqu'à maintenant essentiellement perçue de manière positive (car épargnant des surfaces naturelles), risque d'être de plus en plus perçue comme un indicateur inquiétant montrant l'amenuisement de la surface encore disponible par habitant. Le même principe de perte de potentiel de production, mais du fait de la baisse de la teneur moyenne des sols en matière organique stabilisée (c'est-à-dire en humus, dont la minéralisation fournit des éléments nutritifs aux plantes dont les nitrates), est observé pour la quasi-totalité des sols cultivés du monde (Lal, 2009). Cela entraîne une utilisation toujours plus importante d'engrais azotés de synthèse (1 unité d'azote apportée fournissait 60 à 70 unités de céréales dans les années 1960, contre seulement 20 à 30 de nos jours - Ladha *et al.*, 2005), aggravant par là les émissions de CO<sub>2</sub> (environ 1 tonne d'équivalent pétrole, sous forme de gaz naturel, est nécessaire pour la fabrication d'1 tonne d'azote de synthèse) et surtout de N<sub>2</sub>O, dont le pouvoir de réchauffement global est 270 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>. L'industrialisation des systèmes de culture a également conduit à l'augmentation de la taille moyenne des parcelles et par conséquent à un appauvrissement en habitats

semi-naturels (talus, fossés, chemins, mares..., et surtout haies qui ont été arrachées au rythme de 33 000 km/an en France entre les années 1960 et les années 2000) de même qu'à une simplification des assolements à l'échelle d'un territoire. Cette transformation de la composition et de la configuration des paysages ruraux, devenus plus homogènes, a entraîné une forte diminution de la biodiversité fonctionnelle et particulièrement des populations de pollinisateurs et d'ennemis naturels des ravageurs des cultures, et de leurs services écosystémiques associés (Martin *et al.*, 2019). Les conséquences en sont respectivement une baisse des rendements des cultures à pollinisation entomophile (un déficit de production de 20 % est observé au niveau mondial - Garibaldi *et al.*, 2016) et une augmentation de la dépendance aux traitements insecticides pour réguler les ravageurs (Martin *et al.*, 2019). Cette augmentation de la dépendance aux substances actives « -cides » (herbicides, fongicides, insecticides, molluscicides, rodenticides, nématicides...) du fait de la baisse des régulations biologiques et agronomiques des bioagresseurs (adventices, agents phytopathogènes, ravageurs) consécutivement à l'appauvrissement biotique des agroécosystèmes et à la simplification des assolements et rotations, entraîne l'apparition de résistances chez de plus en plus d'espèces de bioagresseurs. Si les premiers cas sont apparus peu avant ou peu après la Seconde Guerre Mondiale, leur nombre ne cesse d'augmenter et il était par exemple recensé en 2000, plus de 530 espèces de ravageurs résistants à au moins une substance active (Mota-Sanchez *et al.*, 2002). En Argentine, seulement 10 ans après l'introduction des cultures résistantes au glyphosate, apparaissaient les premières mauvaises herbes résistantes à cette molécule, phénomène responsable d'une augmentation finalement non seulement du coût du poste désherbage des cultures mais aussi de la concurrence moyenne qu'elles infligent aux cultures (Aapresid, 2017). Ces différents phénomènes cumulés les uns aux autres aboutissent aujourd'hui en Europe et aux Etats-Unis à un ralentissement net de la progression du rendement des principales cultures, ralentissement proche de la stagnation en France.

### **Le paradigme agroécologique, cinquième révolution agricole ?**

Ainsi, les activités de production agricole conventionnelle font état, à l'échelle mondiale, de signes inquiétants de faiblesse intrinsèque mais aussi de conséquences environnementales qui, à court ou moyen terme, nuisent à leurs propres performances et à leur durabilité. Les démographes nous annoncent une population mondiale de quelque 9 milliards d'habitants à l'horizon 2050, ce qui, traduit en termes alimentaires, signifie que notre espèce *Homo sapiens* aura, en simplement 50 ans (2000 à 2050), produit et consommé autant de nourriture que ce que tous les Hominidés ont récolté, produit et consommé depuis leur apparition, il y a environ 5 millions d'années, jusqu'à l'an 2000. Il apparaît alors comme incontournable d'engager nos systèmes agricoles sur une voie qui pourrait sembler comme étant déjà connue puisque fondée sur les services écosystémiques comme moyens de pourvoir aux bonnes conditions biophysiques de production. Mais en réalité, cette voie doit aller et est potentiellement capable d'aller bien au-delà de ce qu'a connu l'agriculture avant l'avènement massif des fertilisants et pesticides de synthèse au cours du 20<sup>e</sup> siècle. Cette voie est celle de l'agroécologie, donc de l'intensification écologique de l'acte de production agricole. Elle se nourrit d'une part des avancées des recherches à l'interface des sciences agronomiques et écologiques, et d'autre part des savoirs et expériences des agriculteurs et paysans du monde, pour proposer des systèmes de production qui soient durables sur les axes environnemental, agronomique, économique mais aussi social. Cette agriculture est en marche, de plus en

plus de preuves existent sur le terrain, de mieux en mieux expliquées par la recherche scientifique.

## Bibliographie

AAPRESID, « Evolución y retos de la Siembra-Directa en Argentina », Santiago Nocelli Pac, 2017. Url : <https://www.aapresid.org.ar/wp-content/uploads/2018/03/Evolucio%CC%81n-y-retos-de-la-Siembra-Directa-en-Argentina.pdf>. Consulté le 26/07/2022.

Alkemade R., van Oorschot M., Miles L., Nellemann C., Bakkenes M., ten Brink B., « GLOBIO3 : A framework to investigate options for reducing global terrestrial biodiversity loss », *Ecosystems*, 2009, 12 (3), 374-390.

ANSES, « Premières interprétations des résultats de la Campagne Nationale Exploratoire des Pesticides (CNEP) dans l'air ambiant. Rapport d'appui scientifique et technique révisé », 2020 – Auto-saisine n° 2020-SA-0030. Url : <https://www.anses.fr/fr/content/pesticides-dans-l%E2%80%99air-ext%C3%A9rieur-l%E2%80%99anses-identifie-les-substances-n%C3%A9cessitant-une-%C3%A9valuation> Consulté le 26/07/2022.

de la Rosa D., Moreno J. A., Mayol F., Bonsón T., « Assessment of soil erosion vulnerability in western Europe and potential impact on crop productivity due to loss of soil depth using the ImpelERO model », *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2000, 81 (3), 179-190.

den Biggelaar C., Lal R., Wiebe K., Breneman V., « The global impact of soil erosion on productivity », *Advances in Agronomy*, 2003, 81, 1-48.

Diaz R. J., Rosenberg R., « Spreading Dead Zones and Consequences for Marine Ecosystems », *Science*, 2008, 321 (5891), 926-929.

Evans D. L., Quinton J. N., Davies J. A. C., Zhao J., Govers G., « Soil lifespans and how they can be extended by land use and management change », *Environmental Research Letters*, 2020, 15 (9), 0940b2.

FAO, « The state of food and agriculture 2017 - Leveraging food systems for inclusive rural transformation », 2018. Url : <https://www.fao.org/3/I7658f/I7658f.pdf>. Consulté le 18/10/2021.

FAO, « World Food and Agriculture - Statistical Yearbook » 2020. Rome. Url : <https://www.fao.org/3/cb1329en/CB1329EN.pdf>. Consulté le 12/05/2021.

Garibaldi L. A., Carvalheiro L. G., Vaissière B. E., Gemmill-Herren B., Hipólito J., Freitas B. M., Ngo H. T., Azzu N., Sáez A., Åström J., An J., Blochtein B., Buchori D., Chamorro García F. J., Oliveira da Silva F., Devkota K., Márcia de Fátima Ribeiro L. F., Goss M., Piedade Kiill L. H., ... Zhang H., « Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms », *Science*, 2016, 351 (6271), 388-391.

Harchaoui S., Chatzimpiros P., « Energy, nitrogen, and farm surplus transitions in agriculture from historical data modeling. France, 1882-2013 », *Journal of Industrial Ecology*, 2019, 23 (2), 412-425.

Hossard L., Guichard L., Pelosi C., Makowski D., « Lack of evidence for a decrease in synthetic pesticide use on the main arable crops in France », *Science of the Total Environment*, 2017, 575, 152-161.

IPBES, « Global assessment report of the Inter-governmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services », Brondízio E. S., Settele J., Díaz S., Ngo H. T. (Eds). IPBES secretariat, 2019, Bonn, Germany. 1144 pp. Url : <https://ipbes.net/global-assessment>. Consulté le 27/07/2022.

Kaiser J., « Wounding Earth's Fragile Skin ». *Science*, 2004, 304, 1616-1618.

Ladha J. K., Pathak H., J. Krupnik T., Six J., van Kessel C., « Efficiency of fertilizer nitrogen in cereal production : retrospects and prospects », *Advances in Agronomy*, 2005, 87, 85-156.

Lal R., « Soils and food sufficiency. A review », *Agronomy for Sustainable Development*, 2009, 29, 113-133.

Martin E. A., Dainese M., Clough Y., Báldi A., Bommarco R., Gagic V., Garratt M. P. D., Holzschuh A., Kleijn D., Kovács-Hostyánszki A., Marini L., Potts S. G., Smith H. G., Al Hassan D., Albrecht M., Andersson G. K. S., Asís J. D., Aviron S., Balzan M. V., ... Steffan-Dewenter I., « The interplay of landscape composition and configuration : new pathways to manage functional biodiversity and agroecosystem services across Europe », *Ecology Letters*, 2019, ele.13265.

Mazoyer M., Roudart L., *Histoire des agricultures du monde : du néolithique à la crise contemporaine*, Paris, Seuil, 1997.

Mota-Sanchez D., Bills S. P., Whalon M. E., « Arthropod resistance to pesticides : Status and overview ». In W. Wheeler and B. Gainesville (Eds.), *Pesticides in agriculture and the environment*, Marcel Decker, New York, NY., 2002, pp. 241-272.

Pelosi C., Bertrand C., Daniele G., Coeurdassier M., Benoit P., Néliu S., Lafay F., Bretagnolle V., Gaba S., Vulliet E., Fritsch C., « Residues of currently used pesticides in soils and earthworms : A silent threat ? » *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2021, 305, 107167.

Spielman D. J., R. Pandya-Lorch (Eds.), *Millions fed : proven successes in agricultural development*, International Food Policy Research Institute, Washington, 2009.

Wood D., J.-M. Lenné (Eds.), *Agrobiodiversity Management for Food Security: A Critical Review*. CAB International, Wallingford, 2011.

World Bank, « Enabling the Business of Agriculture 2017 ». Washington, DC: World Bank, 2017. Url : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/25966>. Consulté le 26/07/2022.

# LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE ANNONCE-T-ELLE UNE RENAISSANCE DE L'HOMME ?

Par M. Éric Suraud<sup>1</sup>

*Ce texte est issu d'un travail collectif mené par M. Biasi, E. Cassart, N. Dejean, H. El Boustani, J. Ferrasse, D. Geradts, G. Galant, E. Suraud. Ce travail fait l'objet d'une publication dans la revue Akademos, à l'occasion de la Conférence Nationale des Académies, à Caen en octobre 2022. Pour ne pas doubler cette publication nous donnons ici un simple résumé du texte et renvoyons le lecteur à la publication complète à paraître dans la revue Akademos (<https://www.academies-cna.fr/publications/akademos/>).*

Le scénario « catastrophe » de la disparition de l'Homme submergé par le numérique et l'Intelligence Artificielle (IA) est courant. Notre vie de tous les jours est confrontée à cette omniprésence du numérique qui conditionne même nos choix les plus personnels, de nos lectures à nos lieux de vacances. Plus grave encore est l'impact potentiel de telles machines sur nos choix moraux voire politiques, via notamment les réseaux sociaux. Le risque d'une disparition de l'Homme tel que nous le connaissons semble donc bien réel. Cette crainte est d'ailleurs soutenue par les résultats des sciences cognitives qui suggèrent la possibilité d'atteindre « directement » nos pensées. Et l'on peut donc imaginer voir l'Homme réduit, à terme, à des calculs, remplacé par un gigantesque corpus de données (les Big Data) gérées à coup d'algorithmes. Mais n'oublions pas qu'entasser des données n'explique rien du point de vue de notre compréhension fondamentale de l'Homme. Singer n'implique pas expliquer. Et la complexité inhérente au problème que les IA espèrent modéliser à coup de Big Data leur échappe donc, tout au moins tant que la compréhension fait défaut.

Se réfugier derrière ce manque reste néanmoins un argument fragile. Il relève de l'humanisme : l'Homme serait trop complexe pour être « reproduit ». La fragilité tient au fait que la complexité peut être vaincue, pourvu que l'on ait identifié les bonnes quantités caractérisant un système. L'exemple du gaz remplissant une pièce est illustratif : pression et température en donnent une description largement suffisante, notamment sur le plan opérationnel. Mais on peut aller au-delà de tels arguments. L'ambiguïté en fournit un bon exemple, comme l'illustre en particulier le fameux canard-lapin de Jastrow<sup>2</sup>.

Ludwig Wittgenstein a donné une analyse très pertinente du canard lapin avec trois niveaux de perception, du langage jusqu'à l'intuition<sup>3</sup>. Et si l'on imagine bien un

---

1 Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 14 avril 2022.

2 Joseph Jastrow, *Fact and fable in psychology*, Houghton, Mifflin and Co, Boston, 1900, accessible via <https://www.gutenberg.org/ebooks/48869>

3 Ludwig Wittgenstein, *Remarques sur la philosophie de la psychologie*, Vol 1, Éditions T.E.R., 1989.



Illustration du canard-lapin de Jastrow. En fonction du point de vue, au premier comme au second degré, on voit sur cette image un profil de canard (regardant vers la gauche) et/ou un profil de lapin (regardant vers la droite). Le comportement d'une IA vis-à-vis de ce dessin soulève de nombreuses questions. Tiré de Jastrow, Op. cité

homme s'amuser de ce dessin, que pourrait bien faire une IA ? Comment imaginer une IA intuitive ?

Mais alors, la révolution numérique ne serait-elle finalement qu'une révolution technologique de plus ? Elle semble plus radicale que les révolutions industrielles récentes auxquelles nous nous sommes habitués. Mais si nous prenons un peu de recul et imaginons par exemple quelle a pu être la réaction d'un de nos ancêtres face à l'invention d'un outil, un arc pour chasser par exemple, il est probable que nous sommes dans une situation un peu semblable. C'est notre existence même qui se sent attaquée, au niveau ontologique, dans les deux cas. Et pourtant notre ancêtre s'est adapté. D'ailleurs, les travaux notamment d'André Leroi-Gourhan<sup>4</sup> ont montré que l'homme co-évolue avec la technique dont il est finalement autant le père que le fils.

Il semble donc que l'homme pourrait retrouver une posture « dominante » vis-à-vis de la machine. Dans le cas des IA, notamment, il faut considérer un triptyque : l'utilisateur, la machine elle-même et son concepteur. Et c'est bien à l'utilisateur de retrouver sa place dominante en contrôlant, autant que faire se peut, les capacités des machines, ou tout au moins l'usage qu'il en fait. Mais il faut aussi contrôler les concepteurs pour éviter notamment les dérives complotistes. D'un point de vue pratique il faut donc allier démarches personnelles et collectives. Les deux existent et il faut les encourager, à l'image par exemple des oasis de fraternité d'Edgar Morin<sup>5</sup>.

Le bilan semble donc rassurant mais il faut rester prudent. Considérer que tout est réglé parce que l'homme devient conscient des problèmes, ou bien qu'il surmontera la révolution numérique parce qu'il a surmonté d'autres révolutions scientifico-techniques, relève en partie de la ferveur. Et rien à ce stade n'exclut une « prise de pouvoir » des IA *in fine*. Mais cette conclusion alarmiste ferait fi de deux éléments essentiels : l'existence du chaos et du hasard. Le chaos rend imprévisible l'évolution à temps long de nombreux systèmes et ce quelle que soit la capacité de calcul d'une IA à qui on demanderait de prédire cette évolution. La moindre incertitude sur l'état initial du système est en effet fatale. On se heurte au mur d'une précision infinie, infranchissable tant du point de vue d'une mesure expérimentale que d'un nombre à donner à une machine. Certes on peut à nouveau argumenter que le chaos résulte de la complexité des systèmes considérés (la prévision météorologique par exemple) et de l'insuffisante modélisation associée. Mais le chaos est observé dans des systèmes ultra simples, ce qui annihile cet

4 André Leroi-Gourhan, *Le geste et la parole*, Tomes 1 et 2, Albin Michel, Paris, 1965.

5 Edgar Morin, *La fraternité pourquoi ?* Actes Sud, Arles, 2019.

argument. Le hasard est également un élément fondamental ici. Il ne s'agit pas d'un hasard de circonstance, d'ignorance, reflétant notre connaissance incomplète d'un système. Dans ce cas on pourrait en effet imaginer atteindre, à terme, une connaissance complète. Non, il s'agit d'un hasard « objectif », hors de toute causalité hormis lui-même, tel que le suggère la mécanique quantique dans certaines situations comme par exemple la désintégration radioactive d'un noyau donné. Au final, chaos et hasard objectif démontrent l'impossibilité du tout calculable et ramènent les IA au même niveau que l'Homme, au moins d'un point de vue qualitatif. L'homme tient donc bien les clés d'un humanisme renouvelé, intégrant les acquis et les limites de la révolution numérique en cours.





# RENCONTRE AVEC BORIS EPHRUSSI, FONDATEUR DE LA GÉNÉTIQUE EN FRANCE

Par M. Michel SICARD<sup>1</sup>



Fig. 1. Michel Sicard le 28 avril 2022 à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse

Boris Ephrussi est né à Moscou le 9 mai 1901. C'était la période où trois chercheurs indépendants, dans trois pays différents ont fait des croisements chez des végétaux et ont retrouvé les lois de l'hérédité découvertes et publiées en 1865 par Gregor Mendel.

## Redécouverte des lois de Mendel

L'ignorance des travaux de Mendel pendant quarante ans est incompréhensible, peut-être parce que la mitose, la méiose et les chromosomes étaient inconnus. Même Darwin ne les mentionne pas alors qu'ils auraient éclairé ses théories. On sait que sa publication était connue des biologistes célèbres à cette époque. Personne ne s'était rendu compte de la portée fondamentale de ces observations, à savoir l'existence d'un matériel stable et qui ne disparaît pas au cours des générations suivantes, même si son expression peut être cachée. Les scientifiques ont vu cette observation comme une curiosité sans importance pour la compréhension de la vie. Ils auraient pu se demander où se situait ce matériel, quelle était sa nature et comment il pouvait se cacher et réapparaître. Sans interprétation même hypothétique, l'observation de Mendel n'est



Fig. 2. Boris Ephrussi

<sup>1</sup> Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 28 avril 2022.

devenue une découverte que bien plus tard. Un fait nouveau mérite qu'on essaie de le comprendre et s'y intéresser. Comme le disait Ephrussi et un autre généticien de génie, Georges Rizet : « *Quand on tombe sur une observation pas banale, il faut se précipiter pour en découvrir le mécanisme* ».

### **Ephrussi à Paris**

Ephrussi a suivi une scolarité secondaire classique. Peu après la révolution russe de 1917, il a émigré d'abord en Roumanie puis en France en 1920. Après sa licence il a travaillé à Roscoff au laboratoire de biologie marine sous la direction de Louis Rapchine sur l'effet de la température sur le développement des œufs d'oursin. Cette initiation à l'embryologie expérimentale sera un fil conducteur pour toute sa vie. Sa deuxième thèse, la même année, sous la direction d'Emmanuel Fauré-Frémier sur la régénération des cultures de tissu lui confère une compétence dans ce domaine qu'il réactivera en 1959.

Contrairement à l'école française d'embryologie qui se contente de la description des étapes du développement, Ephrussi a acquis la conviction que l'oncogenèse dépend des gènes. D'où son intérêt pour la génétique quasiment ignorée par les biologistes français et bien sûr non enseignée.

### **Ephrussi à Pasadena (USA)**

C'est ainsi qu'il est parti aux USA chez Morgan, au Californian Institute of Technology (CALTECH) de Pasadena. De 1934 à 1935 il a obtenu une bourse de la Fondation Rockefeller. Ce laboratoire était de loin le plus actif et prestigieux pour avoir prouvé que les gènes sont alignés sur les chromosomes, en utilisant la drosophile comme outil de recherche. Il s'est familiarisé avec cet organisme exceptionnel, facile à cultiver avec un cycle de quatorze jours, des chromosomes géants et des mutants. L'essentiel de l'étude structurale des gènes avait été découvert par l'équipe de Morgan et Sturtevant, en un temps record d'une dizaine d'années. Son objectif se situait ailleurs. Il voulait savoir ce que font ces gènes pour expliquer la différenciation cellulaire, c'est-à-dire l'origine de nos tissus. Dans ce laboratoire se trouvait en post-doctorat Georges Beadle, généticien du maïs qui avait étudié le « *crossing over* », les échanges entre les chromosomes des parents chez les hybrides.

### **Ephrussi à l'Institut de Biologie physicochimique : un gène, une enzyme**

Ephrussi réussit à convaincre Beadle de venir avec lui à Paris pour travailler sur la drosophile afin de s'attaquer au problème du mécanisme d'action des gènes et avancer dans le domaine de l'embryologie. Chez cet organisme il existe toute une collection de mutants portant en particulier sur la couleur des yeux. Les souches sauvages ont des yeux rouge vif et les mutants des yeux marron, vermillon ou blancs (ces souches servent toujours dans les travaux pratiques des laboratoires français de génétique, en particulier à Toulouse).

La question qu'il se pose est de savoir quelle sera la couleur de l'œil d'un embryon destiné à faire un œil vermillon si on l'implante dans l'abdomen d'une mouche à œil rouge vif. Habitué des micromanipulations quand il travaillait sur des cultures de cellules, il a réussi l'implantation d'un œil fonctionnel dans un tissu hors de la tête. Et l'œil est rouge vif. Donc le ou les gène(s) de la souche réceptrice a (ont) envoyé une substance

diffusible qui rétablit la couleur rouge vif. D'où l'idée qu'un gène fabrique une enzyme dans une chaîne de réaction de la synthèse d'une série de pigments. Cette hypothèse fondamentale a été démontrée ensuite par Beadle et Tatum sur un champignon et le prix Nobel leur a été donné. On peut regretter qu'Ephrussi n'y ait pas été associé, car il en était le précurseur.

### **Ephrussi réfugié aux USA**

L'invasion de la France par les Nazis l'a empêché de continuer cette recherche. Durant l'exode en 1940, il est parti en zone libre passant à Toulouse où il m'a dit plus tard avoir été mal reçu, puis en Espagne pour aller aux USA à Baltimore en 1941 à la John Hopkins University. À la fin de la guerre en 1945, il a pu s'installer à Paris, à l'Institut de Biologie physicochimique, financé par la Fondation Rockefeller.

### **La découverte de l'hérédité cytoplasmique**

Ephrussi a abandonné la drosophile pour s'intéresser à la levure *Saccharomyces cerevisiae*, organisme utilisé dans l'industrie de la fermentation mais inconnu du point de vue génétique. On lui attribuait des « propriétés adaptatives » qui l'intriguaient. La question était de savoir si ces mutations étaient présentes dans les cultures, mais rares et sélectionnées par l'environnement, ou si l'environnement provoquait ces mutations. Il choisit de traiter les cultures de levure par un agent bactéricide en guise d'environnement stressant, l'acriflavine. Presque toutes les colonies étaient devenues « petites » et le restaient en l'absence d'acriflavine (1949). Je connais la suite de l'histoire par Piotr Slonimski qui me l'a racontée à Toulouse : jeune étudiant en médecine clandestin dans le ghetto de Varsovie, Piotr a combattu les occupants et son groupe a réussi à prendre d'assaut un poste nazi. Dans un bureau, il a vu un livre d'embryologie de Brachet, professeur en Belgique. « Si je survivais, j'irai travailler chez lui », a-t-il pensé. À la fin de la guerre, il lui a rendu visite et le professeur lui a conseillé d'aller chez Ephrussi. Il est donc arrivé à Paris vers midi devant le laboratoire de celui-ci à l'Institut de Biologie physicochimique. La porte était fermée, le personnel étant parti déjeuner. Quand Ephrussi est arrivé, il a trouvé un homme mal habillé, portant des bottes crottées, endormi devant la porte. Il lui a demandé ce qu'il faisait là et Piotr lui a répondu qu'il venait de chez le professeur Brachet qui l'avait orienté vers lui et qu'il voulait travailler dans son équipe ! Quelle langue ont-ils utilisé : anglais, allemand, yiddish ? Ephrussi lui a suggéré de revenir dans quelques mois, lorsqu'il saurait parler le français et serait mieux habillé... Effectivement Piotr est revenu en s'exprimant en français, mais avec un accent suisse. Il faut croire que l'intelligence, la personnalité et la puissante motivation de Piotr l'ont convaincu, car non seulement il l'a accepté, mais encore il lui a proposé de résoudre l'énigme des « colonies petites ». Piotr qui avait noué des contacts à Paris, a osé demander à un célèbre biochimiste de l'Institut Pasteur, Jacques Monod, son avis sur ce projet. Celui-ci a essayé de le dissuader de travailler sur ces « étranges » mutations qui ne ressemblent en rien à celles bien connues des généticiens. Piotr a néanmoins choisi de poursuivre le projet. Bien lui en a pris. Il a utilisé la technique du « Warburg » pour mesurer la consommation d'oxygène et a découvert que les « petites » ne respiraient plus mais croissaient grâce à la dégradation des sucres par glycolyse, source d'énergie bien plus faible. Il était clair que le site de la respiration, les mitochondries, avaient « muté ». C'est la première découverte de l'hérédité cytoplasmique, hors des chromosomes du noyau.

## ADN mitochondrial

Comme toutes les grandes découvertes, il ne faut pas croire qu'elles soient acceptées automatiquement. N'oublions pas que la preuve que l'ADN est le support de l'hérédité, démontrée par Avery à New York en 1942 par ses études sur le pneumocoque, a été violemment rejetée par les biochimistes et ignorée longtemps par les généticiens. Même Beadle défendait que toutes les enzymes étaient codées par le noyau. Ephrussi et Slonimski ont démontré que les gènes de la mitochondrie n'ont aucune origine nucléaire. Immédiatement s'est posé le problème de savoir quelle est la nature chimique de ces gènes, ADN ou ARN. Curieusement cela a pris une dizaine d'années pour savoir qu'il s'agit d'une molécule d'ADN assez courte.

## Indifférence et hostilité des biologistes français pour la génétique

En 1872, Darwin, candidat à titre étranger à l'Académie des Sciences dans la section Anatomie et Zoologie, fut rejeté à une écrasante majorité comme cela avait eu lieu deux années auparavant. La section Botanique finit par l'accepter dans un climat très tendu, en 1878. La théorie de l'évolution a été très mal acceptée et cela a duré. Malgré ses travaux sur la génétique des souris, Lucien Cuénot n'a pas été retenu à l'Académie en 1909. Il ne le sera que beaucoup plus tard, pour sa notoriété de zoologiste. Et pourtant, il avait interprété le résultat de ses croisements par l'existence de particules stables et transmissibles. Il a vulgarisé le terme de gène proposé par Johannsen. Enfin il a attribué la possibilité de mutations au hasard, clef de voûte de l'évolution. Un académicien de Toulouse, le zoologiste Vendel, néo-lamarkien, s'y était opposé. Comme le disait Jean Rostand, « *Nos pontifes ne considéraient les caractères héréditaires que comme des accessoires* », une curiosité sans intérêt pour la biologie. Les tenants de la génétique mendélienne et chromosomique ont été attaqués avec une violence que l'on n'imagine pas, portant tort au développement de cette nouvelle science.

## La génétique et l'université

La création de la chaire de génétique à la Faculté des Sciences de Paris en 1945 ne s'est pas faite sans douleur, après quarante-cinq ans de retard. Le conservatisme universitaire et son système de création des chaires et des nominations favorisaient l'autoreproduction. Il est quand même étonnant que le succès de la génétique aux États-Unis à partir de 1910 n'ait pas inquiété nos anciens collègues. Ephrussi était imprégné de la génétique américaine. Sa notoriété était telle qu'il avait été proposé pour le prix Nobel, qu'il aurait dû partager avec son collaborateur Beadle. La persistance du néo-lamarkisme en France et des tenants de l'hérédité des caractères acquis a joué un rôle négatif. La plupart des biologistes, dont certains très influents, ne voulaient pas la création d'une chaire de génétique. C'est le physicien Pierre Auger, directeur de la recherche au ministère de l'Éducation Nationale, qui imposera, avec le soutien des mathématiciens et des physiciens, la création de cette chaire contre la plupart des biologistes. Pour cela, il fait savoir à ces derniers que leurs financements ne leur seront pas donnés s'ils refusent cette création. En conseil d'université, les physiciens menacent les naturalistes de bloquer leur demande.

## De Paris à Gif-sur-Yvette

C'est à l'Institut de Biologie physicochimique qu'Ephrussi a fait ses premiers travaux dès 1927 avec des financements de la Fondation Rockefeller et de la Caisse des Sciences

créée en 1930, précurseur du CNRS. Il est directeur du Laboratoire de génétique à l'École Pratique des Hautes Études jusqu'en 1957. Professeur de génétique, ses cours et travaux pratiques avaient lieu dans une petite salle en sous-sol, rue de l'Abbé-de-l'Épée. Le déplacement dans des laboratoires à Gif-sur-Yvette a plusieurs fois été retardé par le directeur du CNRS, Gaston Dupouy, physicien de Toulouse, qui exigeait que le financement privé attribué à Ephrussi rentre dans la caisse du CNRS, ce qui était inacceptable. Finalement le Laboratoire de génétique physiologique a pu être correctement hébergé à Gif-sur-Yvette, à côté du laboratoire dirigé par Philippe L'Héritier. Le CNRS a construit ultérieurement le Centre de Génétique moléculaire dirigé par Ephrussi puis Slonimski.

### **De Gif-sur-Yvette à Cleveland (USA) : les hybrides de cellules en culture**

A partir de 1960, Ephrussi est revenu à sa préoccupation première : la compréhension de la différenciation cellulaire. Sa thèse sur le développement de l'œuf d'oursin marquait son orientation. Sa deuxième thèse, sur les cultures de tissus, l'a familiarisé avec ces techniques et l'a amené, en 1932, à l'idée que la différenciation cellulaire implique des gènes d'où l'importance de la génétique dans l'embryogénèse. En 1960, Serge Sorieul, jeune étudiant dans le laboratoire de Barski à Villejuif, découvre la fusion de cellules de souris. Ephrussi le recrute et, en 1961, ils publient dans la revue *Nature* la démonstration chromosomique de ces hybridations. Il abandonne son projet de faire pénétrer de l'ADN dans les cellules somatiques pour construire un programme ambitieux autour des hybrides cellulaires.

***Avant de continuer, je me permets de faire une digression.***

***« Généticien, pourquoi pas ? »***

*En 1955, sur les conseils d'un collègue de mon épouse Nicole, chercheuse au CEA à Saclay dans le département de Biologie, j'ai choisi la section génétique pour la troisième et dernière année de l'Institut Agronomique de Paris. Tout l'enseignement avait lieu à la Sorbonne, au certificat de génétique créé par Boris Ephrussi dix ans plus tôt. Contrairement aux autres certificats, la plupart de ses cours étaient organisés sous forme de séminaires à partir de publications récentes analysées et présentées par les étudiants et discutés en présence du « Maître ». Cela était possible car nous n'étions qu'une vingtaine, dont un bon nombre étaient recrutés dans divers organismes, INRA, ORSTOM, Faculté de médecine, etc. C'était une atmosphère unique, une découverte pour moi, habitué aux grands amphithéâtres de l'Institut Agronomique. Il nous disait : « Depuis deux ans on connaît la structure de l'ADN. Un jour on déterminera sa séquence, mais le mystère de sa fonction pour faire les protéines et surtout comment, à partir de cette séquence, se différencient les tissus. Ce dernier point reste encore d'actualité ». D'excellents adjoints ou chercheurs participaient aux enseignements pratiques avec la lignée américaine de *Drosophile*. A la fin de l'examen, Ephrussi m'a proposé de rejoindre son laboratoire. Je n'ai pas pu accepter cette incroyable offre car je devais partir à Oak Ridge aux USA à l'Énergie Atomique américaine pour faire des recherches sur l'effet des radiations sur les êtres vivants. Il me suggéra de venir le voir à mon retour. Je lui ai répondu : « Ce sera un peu long et peut-être impossible car mon sursis de service militaire se termine et je serai obligé de partir faire la guerre en Algérie... ».*

### ***Nomination à la Faculté des Sciences de Paris***

*Je suis revenu à Paris en 1959 après des combats meurtriers en Algérie. Lorsque j'ai terminé mon service militaire en 1960, j'ai appelé Ephrussi qui a bien voulu me*

recevoir : « J'aimerais vous proposer de travailler avec moi sur les cultures de tissus pour essayer de transformer ces cultures par de l'ADN comme cela se fait chez les bactéries. Mais j'en suis aux balbutiements et le sujet risque d'être infaisable. Je peux vous proposer d'autres équipes, en particulier celle de mon épouse Harriett Ephrussi-Taylor qui a un projet de recherche sur l'intégration de l'ADN chez le pneumocoque, très prometteur ». *J'ai accepté avec enthousiasme de chercher à comprendre pourquoi lors de la transformation bactérienne, l'ADN de pneumocoque ne s'intègre qu'avec une faible efficacité chez certains mutants. J'étais son premier étudiant français en thèse. Dans sa petite équipe se succédaient des post-doctorants américains très compétents et actifs. L'une, Rose Litman était un peu inquiète de mon passé de sous-lieutenant de retour de guerre. Mes travaux de génétique microbienne avançaient bien. Harriett Ephrussi suivait quotidiennement les résultats des expériences de la veille. On élaborait la prochaine manipulation. Rose Litman m'avait appris à traiter l'ADN par l'acide nitreux pour isoler de nouveaux mutants. C'était moins dangereux que de tomber en embuscade, de se faire mitrailler ou de neutraliser une mine !*

### **Deuxième séjour aux USA (Cleveland)**

*En 1962, Harriett m'a annoncé que son mari et ses élèves, elle-même et moi si j'acceptais, partiraient à la Western Reserve University de Cleveland (Ohio) fonder un Institut de génétique avec de gros moyens. Je pouvais continuer ma thèse, prendre un congé temporaire de la Sorbonne où j'étais assistant. Mon épouse, en cours de thèse serait accueillie dans un laboratoire de microbiologie de l'université. Nos deux enfants, âgés de trois et un an, le père de mon*



Fig. 3. Boris et Harriett Ephrussi.

*épouse qui garderait les enfants et nous deux, avons pris l'avion pour Cleveland. Ephrussi a obtenu de fortes subventions qui lui ont permis de recruter d'excellents chercheurs. Les travaux de tous avançaient bien. Ils ont développé l'hybridation somatique et découvert la ségrégation sélective des chromosomes. Ces travaux ont trouvé une application dans la fabrication d'anticorps monoclonaux. Une demi-douzaine de publications, pour la plupart dans Proceedings of the National Academy of Sciences, Nature et Genetics, résument ces recherches. De notre côté, Harriet avait suggéré chez le pneumocoque l'existence d'un système de réparation de l'ADN quand il y a des bases mal appariées. Nous l'avons démontré. Ce système contrôlé par trois gènes protège des erreurs de copie de l'ADN susceptibles d'induire des mutations ou des cancers chez les mammifères.*

*Ephrussi était non seulement présent et actif dans le laboratoire par ses idées, son intelligence et ses critiques positives, mais exigeant tout en étant humainement proche de tous. Il aimait raconter des anecdotes au cours des pauses dans l'après-midi. À Cleveland nous l'avions invité à déjeuner chez nous en lui servant du bœuf bourguignon car il avait dit à Nicole que les vins américains et la découpe des morceaux de viande étaient incompatibles avec une bonne préparation. Il a dû admettre que le bourguignon était bon !*

### **Notre retour en France**

*Après un an et demi de travail intensif et productif à la Western Reserve University, nous avons décidé en 1964 de rentrer à Gif-sur-Yvette pour exploiter mes résultats et passer ma thèse. Ephrussi a essayé de me convaincre : « Ici vous avez tout ce qui est nécessaire, aucune administration à solliciter, aucun enseignement à faire ». Je m'entendais parfaitement avec Harriett, une impressionnante scientifique que nous respectons et aimons beaucoup. Elle souhaitait que je reste mais je préférais devenir professeur de génétique en France, si possible à Toulouse, ma région natale, où cette science n'était pas enseignée. Il me rétorquait que cette ville était un vide scientifique et que je m'y enliserais. Philippe L'Héritier ayant reçu un appel du doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble, mathématicien et ancien collègue de l'École Normale Supérieure, lui demandant de trouver un jeune généticien pour essayer de l'imposer aux naturalistes et introduire cette discipline, L'Héritier m'a proposé d'aller à Grenoble. J'ai rencontré Paul Ozenda, professeur d'écologie influent, qui m'a fait visiter des locaux presque vides et qui m'a dit que ses collègues ne voulaient pas de généticien. J'ai donc renoncé à me présenter à ce poste et l'université de Grenoble n'a toujours pas de généticien à ce jour. À Toulouse, je me suis porté candidat pour la biologie cellulaire. Le directeur de la DGRST, appuyé par le ministère, s'est déplacé devant le conseil des biologistes et les a informés que l'État financerait un futur institut de génétique s'ils votaient pour.*

*Moi, seul candidat généticien. J'ai été choisi avec une seule voix de majorité. Cela illustre la difficulté d'installer la génétique dans certaines universités françaises. En fait, après beaucoup d'efforts, on a réussi à créer un grand pôle de génétique moléculaire et de nombreux enseignements à tous les niveaux, de la première année de biologie jusqu'au DEA.*

### **Le retour des Ephrussi à Paris**

Boris et Harriett Ephrussi ont décidé de revenir au Centre de Génétique Moléculaire de Gif-sur-Yvette en 1967. La maladie a fini par terrasser Harriett en 1968 laissant leur fille Anne qui fait honneur à ses parents par une carrière exceptionnelle de biologiste moléculaire. Elle est directrice de recherches à Heidelberg, au laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL). Elle est membre de l'Académie des Sciences de France.

### **Ephrussi et l'Académie des Sciences**

Ephrussi a reçu en 1939 le grand prix de Sciences physiques et en 1960 le prix JAFFE de l'Académie des Sciences, mais il n'a pas été proposé pour rentrer dans cette institution. Il collectionnait de nombreux prix dont la médaille d'or du CNRS et il était membre de l'Académie des Sciences américaine. Il a fallu que François Jacob propose et fasse accepter sa nomination le 26 mars 1979 : « Boris EPHRUSSI est l'un de ceux qui ont dominé la biologie cellulaire et la génétique au cours de ces quarante dernières années ». Mais il est mort le 2 mai 1979 et n'a donc jamais siégé.

Merci à Boris Ephrussi pour ses grandes découvertes, pour la création de la génétique en France et pour son école de pensée qui a marqué toute une génération.

### **Bibliographie**

Buican, Denis, *Histoire de la génétique et de l'évolutionnisme en France*, Paris, Presses Universitaires de France, 1984.



Picard, Jean-François, « Un demi-siècle de la génétique de la levure au CNRS, de la biologie moléculaire à la génomique », *La revue pour l'histoire du CNRS*, Dossier 2002 ,7.

# BELLES-LETTRES, INSCRIPTIONS ET SCIENCES À LA RENAISSANCE. GUILLAUME DE LA PERRIÈRE (1499-1554) ET LES SAVOIRS

Par Mme Géraldine Cazals<sup>1</sup>

Les Académies, et l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse l'illustre, sont des lieux où les catégories dans lesquelles nous avons coutume de ranger les différents types de savoirs se mêlent avec bonheur. Au sein des institutions d'enseignement supérieur et de recherche, un tel brassage est aujourd'hui également à l'honneur, invitant à décloisonner les savoirs pour développer sans cesse des projets inter-, trans-, multi- ou pluridisciplinaires. Faudrait-il toutefois s'étonner de cette tendance ? Il fut un temps où un tel brassage était à l'ordre du jour, avec des résultats pour le moins exceptionnels. Ainsi en est-il spécifiquement à la Renaissance. Si le Moyen Âge est, bien avant le XVIII<sup>e</sup> siècle, la grande période de l'encyclopédisme, c'est au XVI<sup>e</sup> siècle en effet que naît le terme<sup>2</sup>. Non sans raisons. Tandis que les humanistes rivalisent d'érudition, l'encyclopédisme suscite autant de réflexions que de pratiques, alors même que le renouvellement des savoirs à l'ordre du jour s'accompagne d'une importante crise épistémologique<sup>3</sup>. Comment les différents types de savoir sont-ils ce faisant mêlés ? Comment les auteurs envisagent-ils, ou pas, leur brassage ? À défaut de pouvoir apporter ici une réponse générale qui appellerait des recherches extrêmement poussées, je voudrais présenter quelques éléments de réflexion en envisageant les pratiques du personnage de premier plan qu'a été Guillaume de La Perrière<sup>4</sup>. Né en 1499 à Toulouse, l'humaniste entreprend des études de droit à Toulouse puis à Avignon, obtenant une licence en même temps qu'il est ordonné prêtre et qu'il se voit confier la charge de diverses cures ecclésiastiques dans les régions toulousaine et narbonnaise. Les revenus provenant de ces cures, complétés par ceux qui sont affectés au collège toulousain de Saint-Mathurin dont il devient le prier au plus tard en 1533, lui permettent de vivre de ses rentes. C'est à Toulouse qu'il passe selon toute vraisemblance le restant

---

1 Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 12 mai 2022. Compte-tenu du nombre de signes contraint de cet article, les références y sont minimales. De plus amples développements sont consacrés à ces questions dans G. Cazals, *Guillaume de La Perrière (1499-1554)*, Genève, Librairie Droz, à paraître.

2 B. Beyer de Ryke, « Le miroir du monde : un parcours dans l'encyclopédisme médiéval », *Revue belge de philologie et d'histoire*, 81/4, 2003, p. 1243-1275.

3 N. Correard, « L'encyclopédisme satirique : rire des savoirs, mesurer les limites du savoir (XVII<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles) », *TRANS, Revue de littérature générale et comparée*, 23, 2018, 18 octobre 2018 (en ligne).

4 Et ce faisant rendre hommage à l'Académie qui m'avait fait l'honneur de m'accorder en 2004, pour la thèse que je venais de consacrer à l'humaniste, le prix Sydney Forado.

de sa vie, au cœur de l'agitation comme du renouveau intellectuel qui secouent la ville, se dédiant à l'écriture des œuvres qui font aujourd'hui encore sa célébrité et prêtant aussi sa plume, régulièrement, aux magistrats municipaux. Après un premier opuscule malheureusement disparu, il contribue à la préparation des programmes cérémoniels que mettent en place les capitouls pour la première entrée de François I<sup>er</sup> en 1533, puis pour les réceptions faites aux souverains de Navarre en 1535 puis 1538. Ce faisant, il compose entre 1535 et 1536, à l'attention de Marguerite de Navarre, l'œuvre qui fait encore aujourd'hui sa gloire, le *Theatre des bons engins*, l'un des plus célèbres opus du genre emblématique que l'on considère traditionnellement comme né avec l'édition des *Emblemata* du juriste André Alciat, en 1531. Connaissant plusieurs dizaines d'éditions à la Renaissance, en français comme en néerlandais ou en anglais, cette œuvre connaît une extraordinaire popularité, contribuant à une diffusion importante des emblèmes de La Perrière dans les arts mobiliers comme dans des recueils de poésies. Polygraphe, comme bon nombre d'humanistes, La Perrière toutefois n'est point réductible à ces emblèmes qui intéressent prioritairement amateurs de livres précieux ou spécialistes de ce genre très spécifique. À Toulouse, c'est une importante contribution qu'il donne à l'historiographie urbaine, signant plusieurs chroniques dans les *Annales* de la ville, diverses introductions historiques aux grands registres municipaux avant de travailler à une réédition de la traduction française de *l'Opus de Tholosanorum gestis* de Nicolas Bertrand, et ce travail historiographique trouve également illustration dans la préface qu'il signe pour la première édition qui est faite de la chronique de Joinville à partir d'un manuscrit tiré de la bibliothèque de René d'Anjou par le méridional Antoine Pierre de Rieux. Évoluant dans la mouvance de la souveraine de Navarre, fréquentant à Toulouse Jean de Boyssoné ainsi que Clément Marot, qui l'invite à dîner dans une épigramme mémorable, La Perrière livre en outre à la postérité plusieurs œuvres qui s'inscrivent dans l'orbe des préoccupations de la cour de Navarre, et des débats majeurs qui occupent alors les milieux littéraires. Auteur en 1540 d'*Annalles de Foix* dédiées à Henri et Marguerite de Navarre, il publie en 1543 *Cent considérations d'amour* qui accompagnent l'essor du néoplatonisme et de la « Querelle des Amyes », contribue en 1544 à une églogue pastorale dénonçant la guerre entre François I<sup>er</sup> et Charles Quint, puis à partir des années 1550 livre à l'édition pas moins de cinq œuvres qui révèlent quelle envergure intellectuelle a pu être celle de ce penseur éclectique, acteur précoce du développement de la poésie scientifique avec les *Considerations des quatre mondes* en 1552, pionnier, encore, dans le domaine emblématique avec la *Morosophie* bilingue en 1553, penseur avisé du politique, enfin, avec cette œuvre majeure pour l'histoire de la pensée politique parue de manière posthume en 1556 [n. s.] : *Le Miroir politique*. Déroutante pour les esprits cartésiens que nous sommes et que la modernité a voulu produire, cette œuvre longtemps jugée incompréhensible, parfois même qualifiée au XIXe siècle d'abominable, fait de longue date aujourd'hui l'objet d'un regain d'intérêt<sup>5</sup>. Éclectique, se déployant

---

5 Sur ce parcours et ces œuvres, nous nous permettons de renvoyer à nos travaux, notamment à G. Cazals, *Guillaume de La Perrière (1499-1554). Un humaniste à l'étude du politique*, Thèse, histoire du droit, Université des sciences sociales de Toulouse, 2003, 2 vol. ; *Une civile société. La République selon Guillaume de La Perrière (1499-1554)*, Toulouse, Presses de l'Université des Sciences Sociales de Toulouse, 2008 ; *Guillaume de La Perrière (1499-1554)*, Genève, Librairie Droz, à paraître. La notice de dictionnaire la plus complète figure à ce jour dans *Écrivains juristes et juristes écrivains du Moyen Âge à l'aube des Lumières*, dir. Bruno Méniel, Paris, Classiques Garnier, 2015, p. 666-674 (G. Cazals).

dans différents champs du savoir, elle reste d'une visibilité particulière dans le domaine de l'histoire des belles-lettres et de la littérature, spécialement de l'emblématique. Pour n'être pas apparue comme incluant des dimensions relevant d'autres champs du savoir, elle est loin toutefois d'en être dépourvue. Tout au contraire. Chez La Perrière comme chez nombre d'auteurs de la Renaissance, les pratiques poétiques se fondent sur un ensemble très riche de connaissances, couvrant celles qui s'affichent dans les lettres patentes qui donnent en 1746 son nom à notre Académie, soit, outre les Belles-Lettres, les Inscriptions, et les Sciences.

### Des Belles-Lettres et Inscriptions

Rendu célèbre par ses deux ouvrages d'emblèmes comme par *Les Cent considerations d'amour* puis *Les Considerations des quatre mondes*, La Perrière apparaît comme un poète important de la génération Marot. Un poète qui, tout en restant imprégné par les pratiques de la fin du Moyen Âge, ne manque pas de les faire participer du souffle intellectuel porté par la Renaissance.

Les dizains et quatrains qui composent ses différentes œuvres sont, ainsi, très largement inspirés des matériaux antiques, notamment épigraphiques, que les humanistes se plaisent à faire revivre. Ce phénomène est particulièrement visible dans ses emblèmes. Née du vaste bouillonnement des savoirs qui fait le lit de la Renaissance, l'emblématique se trouve au croisement de problématiques intellectuelles de divers ordres. Comme cela a été démontré voilà quelques années, inspirés des relevés effectués par le tout jeune auteur sur les monuments antiques milanais, les emblèmes d'Alciat puisent, au-delà de cette source première, dans l'immense matériau symbolique redécouvert par les antiquaires, illustrant l'intellectuelle émulation qui réunit les plus grands humanistes autour des sources antiques, à commencer par l'*Anthologie* de Planude ou les *Hieroglyphica* attribuées à Horapollo<sup>6</sup>. Il n'en est pas différemment chez La Perrière, dont les emblèmes, s'ils ne sont pas directement issus de relevés épigraphiques, ressortissent pour beaucoup d'un « musée de l'antiquité » qui s'en inspire, et que l'humaniste réinterprète à sa guise en se jouant de la polysémie des symboles qui s'y trouvent représentés<sup>7</sup>.

Dans le *Theatre des bons engins*, c'est une esthétique particulièrement raffinée, ainsi qu'un dispositif textuel soigneusement pensé qui permettent une extraordinaire mise en scène de la vie humaine, et l'exposé d'une vision globale de l'humanité. Le lien avec l'épigraphie y est manifeste dès le premier emblème de la centurie. La majestueuse pièce qui ouvre le recueil, en effet, est consacrée à Janus bifrons, dieu romain abondamment représenté dans la sculpture comme dans le monnayage antique :

---

6 P. Laurens, « L'invention de l'emblème par André Alciat et le modèle épigraphique : le point sur une recherche », *Comptes-rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 149/2, 2005, p. 883-910 ; G. Cazals, « *Mens emblematica, mens juridica, mens anthropologica*. Réflexions autour de la contribution des juristes humanistes auteurs d'emblèmes à l'anthropologie (premier XVI<sup>e</sup> siècle) », *Clio@Themis*, 16, mai 2019 (en ligne).

7 Pour reprendre l'expression de P. Laurens, *ibidem*, p. 19.

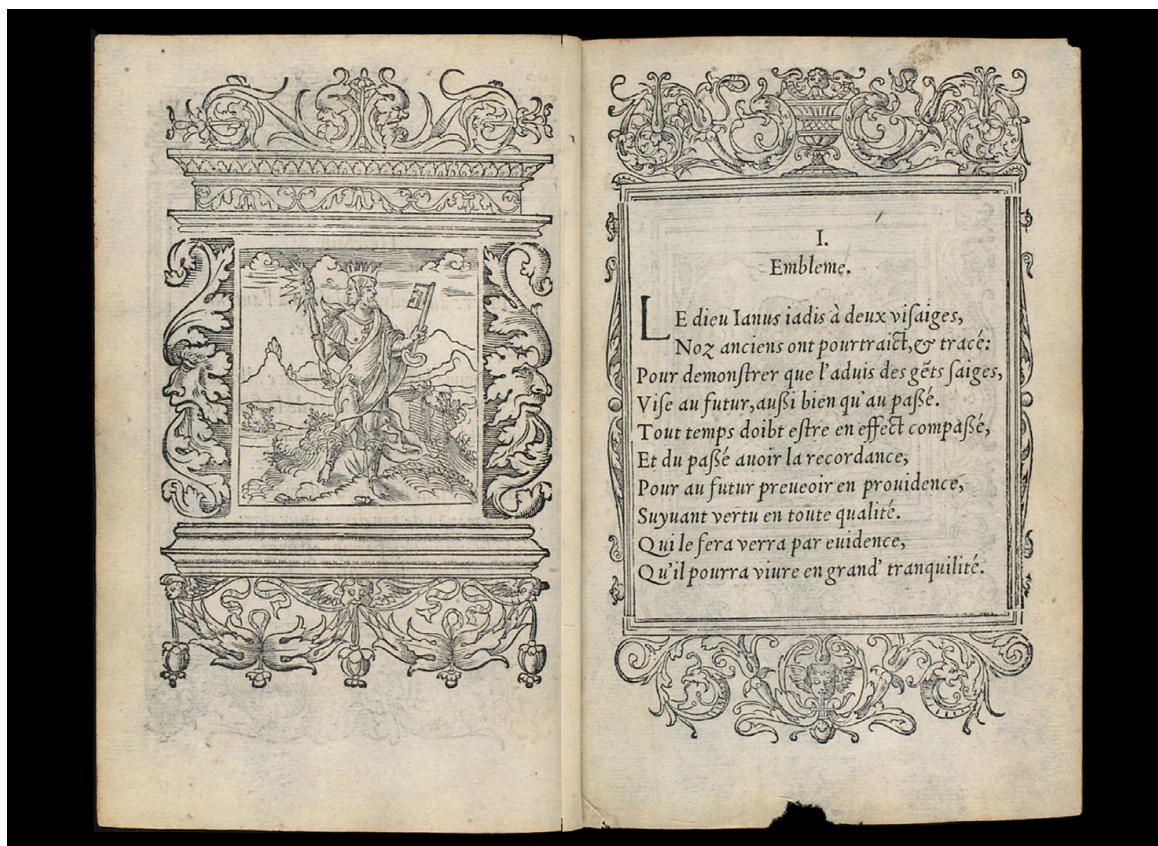


Fig. 1 : Guillaume de La Perrière, *Theatre des bons engins*, Paris, Denis Janot, n. d.[1544].  
Avec l'aimable autorisation de la Bibliothèque de l'université de Glasgow, Special Collections.

Comme le révèle avec force cet emblème, l'auteur ne se livre pas là à un travail de restitution tel que l'humanisme en développe alors la méthode. S'emparant de la figure du Janus bifrons que l'on retrouve alors traitée dans des travaux plus techniques consacrés aux médailles et aux antiquités romaines, il s'ingénie à en composer une représentation susceptible d'user des attributs symboliques du dieu pour en déduire une règle morale susceptible de guider ses contemporains dans l'acquisition de la sagesse, glissant possiblement au passage de subtiles allusions à l'attention de la souveraine de Navarre à laquelle est dédiée l'œuvre<sup>8</sup>. Le même processus est utilisé à maintes reprises pour donner à des images et symboles tirés de l'histoire antique, et notamment de l'épigraphie, un sens parfois particulièrement savoureux. Ainsi en est-il à propos d'un rite matrimonial romain déjà traité par Alciat sur la base d'observations faites sur des tombes milanaises, la *dextrarum junctio inter conjuges*<sup>9</sup>. Symbole de la foi conjugale, la poignée de main échangée par les époux est, en effet, reprise par La Perrière avec des perspectives pour le moins singulières, comme le montre l'emblème XCIII du *Theatre des bons engins* :

8 G. Cazals, « Le *Theatre des Bons Engins* de Guillaume de La Perrière : une théâtrale et opportune illustration du renouveau du stoïcisme à la Renaissance », *Cahiers de recherches médiévales et humanistes*, 29, 2015, p. 271-304.

9 G. Cazals, « *Mens emblematica* », art. cit.



Fig. 2 : Guillaume de La Perrière, *Theatre des bons engins*, Paris, Denis Janot, n. d. [1544]. Avec l'aimable autorisation de la Bibliothèque de l'université de Glasgow, Special Collections.

Alors même que le dizain sème le doute, avec une ironie grinçante, sur le rite traditionnel, la vignette présente les futurs époux reliés par de géantes chaînes, entourant un prêtre qui semble presque forcer le geste de l'échange des mains, accompagnant du regard comme de la main la main droite d'une jeune femme aux lèvres pincées, dont le visage exprime un déplaisir manifeste, vers celles de son futur époux dont les yeux sont bandés, les mains attachées, et dont l'expression comme la gestuelle signifient un positionnement contraint<sup>10</sup>. S'il n'est pas possible ici de multiplier les exemples, il faut néanmoins dire encore un mot de l'usage qui est fait, dans ce même recueil, du signe harpocratique lui aussi déjà utilisé par Alciat pour évoquer la pudicité attendue des femmes, et que l'on retrouve chez La Perrière dans le cadre d'une extraordinaire polysémie, appliquée non seulement aux femmes mais également aux hommes, avec des perspectives non plus seulement domestiques mais aussi politiques, et des implications épistémologiques et philosophiques tout à fait fondamentales<sup>11</sup>.

Formé au droit à Toulouse, où il a été marqué par les enseignements de Nicolas Bertrand, puis à Avignon, où il a pu côtoyer Alciat, La Perrière compte parmi ces érudits qui, très tôt, s'intéressent à l'épigraphie et aux vestiges archéologiques. Alors même que ses emblèmes en livrent maints exemples, donnant lieu au réexamen et au réemploi d'une iconographie des plus inspirée par ces modèles antiques, notamment romains, il est par ailleurs possible de constater qu'il a pu lui-même relever l'existence de certaines

<sup>10</sup> *Ibidem*.

<sup>11</sup> G. Cazals, « *In silentium*. Lieux et figures du silence dans l'emblématique du premier XVI<sup>e</sup> siècle », *Revue Humanisme et Renaissance*, à paraître.

inscriptions figurant sur des monuments toulousains. Pour n'avoir pas semble-t-il dédié de travail particulier à de tels relevés, il en donne en effet différents témoignages dans le *Catalogue et sommaire de la fondation [...] de Tholoze* qu'il signe pour introduire l'un des monumentaux cartulaires de la ville. Ainsi y note-t-il en passant qu'au sein de la cathédrale Saint-Étienne, « *au carré et angle carré et pillier faisant ledict angle dudict cloistre lequel est au devant de la porte de ladicte eglise pour aller audict cloistre tirant à la chappelle de saint Jacques* », il a découvert quelques vers méconnus, qu'il a voulu copier : « *Lesquels vers pource que [ne] sont cogneuz que de peu de gens qui sont curieux des antiquités les ay voulu yci metre. Soubz lesdicts vers sont affigés et in[s]culpés les ymages des saint Saturnin et Marcial : Petrus pontificem benedicens misit ad urbem / Pro populi cura concessit ei sua jura* »<sup>12</sup>.

Regardés comme étant « *de grande antiquité* », entaillés et sculptés dans la pierre, ces vers hexamètres constituent à ses yeux un témoignage d'un prix tout particulier. L'humaniste ne résiste pas au plaisir de signaler à ses lecteurs qu'il s'en trouve d'autres dans la même cathédrale, tel cet hexamètre gravé de l'autre côté dudit carré et pilier tirant à la prévôté, décrivant poétiquement cette fois (selon les enseignements inscrits sur la crosse de saint Saturnin conservée à Toulouse et expliqués par Hugues de Saint-Victor) l'office qu'il dit être celui du « *vray* » évêque, « *jouxte la misticque forme et figure de son baston pastoral* » : « *Curva trahit quos recta regit pars ultima pungit* »<sup>13</sup>.

Grand amateur de monnaies, inventeur lui-même d'inscriptions figurant sur les médailles offertes aux souverains de Navarre sinon de François I<sup>er</sup> par les capitouls, La Perrière est également l'auteur d'inscriptions que les magistrats municipaux font figurer sur au moins l'un des portails monumentaux dont ils dotent la maison commune dans la décennie 1540. Indéniablement, ses pratiques poétiques s'avèrent ainsi intrinsèquement fondées sur la maîtrise d'une culture humaniste qui exige d'essentielles connaissances des antiquités, et notamment des inscriptions romaines. Sans s'avérer non plus exclusives de savoirs relevant de domaines extrêmement différents, ainsi de ce que nous appelons aujourd'hui les « sciences ».

## Et des sciences

Aucune œuvre de La Perrière ne relève explicitement d'un genre « scientifique » qui serait entendu, selon l'acception contemporaine et familière du terme, comme relevant de ce qui a été fort maladroitement et de manière catégorique considéré comme touchant à des sciences « dures », « exactes », « fondamentales » et/ou « expérimentales et appliquées », et que l'on désigne aujourd'hui de manière plus nuancée comme sciences « naturelles et médicales » par opposition aux sciences « humaines et sociales ». Pourtant, les savoirs relevant de ces domaines sont loin d'être ignorés par lui. Plus encore, ils viennent eux aussi nourrir ses pratiques poétiques et enrichir les réflexions qu'il poursuit sur l'humanité.

12 G. Cazals, « Une contribution inédite à l'historiographie toulousaine : Le *Catalogue et sommaire de la fondation, principales coutumes, libertez, droictz, privilleges et aultres actes des cité, conté, capitoulz, citoyens et habitans de Tholoze* de Guillaume de La Perrière (1540) », *Mémoires de la Société archéologique du Midi de la France*, 65, 2005, p. 139-162.

13 G. Cazals, *Ibid.* Sur l'origine de l'inscription, R. Favreau, « Sources des inscriptions médiévales », *Compte-rendu de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, 153/4, 2009, p. 1311.

L'exemple le plus parlant est à cet égard constitué par *Les Considerations des quatre mondes* sorties en 1552 des presses lyonnaises de Macé Bonhomme. Dans cette œuvre, La Perrière a voulu traiter en quatre centuries, comme son titre l'indique, de quatre mondes : « à savoir est, du monde divin, intelligible, celeste et sensible »<sup>14</sup>. L'auteur ne l'ignore pas, il s'agit là d'un propos aussi ardu que complexe. Sans surprise, suivant les perspectives à l'honneur au Moyen Âge, le prêtre qu'il est l'envisage sous le prisme de la célébration de la gloire de Dieu<sup>15</sup>. Ce considérant, son propos tient pour beaucoup des Saintes Écritures, de la théologie scolastique et de sa relecture par l'humanisme. Il est néanmoins possible de constater, au fil des centuries, à quel point les spéculations qu'il délivre sur « *la inenarrable sapience, puissance et bonté de Dieu* » s'avèrent aussi liées à des savoirs relevant de la cosmologie, de l'astronomie comme encore des sciences physiques ou naturelles.

Dès la première centurie, consacrée aux « *haux mysteres du monde divin* », le poids des mathématiques se fait ainsi sentir. Observant que saint Augustin n'a pas hésité à « *descendre* » aux « *propos et signes mathématiques* » pour discuter de la quantité de l'âme et de l'immortalité d'icelle, La Perrière y renvoie à Boèce, aux yeux duquel les mathématiques étaient à la fois une propédeutique et une étape irremplaçable dans l'acquisition de la sagesse et la démarche philosophique<sup>16</sup>. Très conscient du rôle joué par les mathématiques pour la philosophie comme pour la théologie dans le cadre de la scolastique médiévale, il voit là, comme le faisait Nicolas de Cues, un opérateur analogique pour rendre compte des mécanismes de la totalité universelle<sup>17</sup>. Avec enthousiasme, il suit ceux qui, parmi les humanistes, ont mis l'accent sur cette science que Pic de La Mirandole estime « *la plus importante et la plus divine* » de toutes, les nombres ouvrant la voie « *qui conduit à l'investigation et à la compréhension de tout objet de science* »<sup>18</sup>. Il ne l'ignore pas : « *Si nous voulons (donc) en nostre entendement speculer une tresgrande ligne, un tresgrand triangle, et un tresgrand cercle, par la tresgrande ligne, nous considerons l'Essence, par le tresgrand triangle, la Trinité, par le tresgrand cercle, l'unité Divine. Que dirons-nous d'avantage ? Le docte Lucas Pacioli ha bien monstré, dequoy servent les signes mathématiques, pour par iceux venir à la divine anagogie : comme est loysible de veoir en son livre De la Divine proportion, où par la ratiocination du milieu d'une ligne, et de ses deux extremitez, il vient à contempler la divine unité, et trinité* »<sup>19</sup>.

La référence à l'œuvre de Luca Pacioli (1517-1445) est signifiante. Dans le célèbre *De divina proportione* écrit à Milan entre 1496 et 1498, si les considérations théologiques servent de base à la recherche du nombre d'or et de la divine proportion, l'ensemble des savoirs et des pratiques intellectuelles ou artistiques est invité à se saisir des réflexions

14 G. de La Perrière, *Les Considerations des quatre mondes*, Lyon, Macé Bonhomme, 1552, fol. [A 3 v°]-A 4.

15 B. Beyer de Ryke, « Le miroir du monde », art. cit.

16 J.-Y. Guillaumin, « Le statut des mathématiques chez Boèce », *Revue des études anciennes*, 92/1-2, 1990, p. 121-126.

17 P. Caye, T. Gontier, « Mathématiques et savoir à la Renaissance », *Revue d'histoire des sciences*, 59, 2006/2, p. 181-186.

18 L. Valcke, « Des *Conclusiones* aux *Disputationes* : numérologie et mathématiques chez Jean Pic de la Mirandole », *Laval théologique et philosophique*, 41/1, 1985, p. 47.

19 G. de La Perrière, *Considérations des quatre mondes*, fol. [B 6 v°-B 7 v°].



développées et des problèmes considérés<sup>20</sup>. Convaincu de ce fait, à l'instar d'autres humanistes de sa génération tel Charles de Bovelles, La Perrière s'y intéresse sans doute tout autant pour la numérologie mystique chrétienne qui s'y trouve développée que pour les réflexions portant sur le *De architectura* de Vitruve, la traduction italienne du *De quinque corporibus regularibus* de Piero Della Francesca, ou les questions relatives aux proportions du corps humain et à l'architecture antique. Si le néo-platonisme et la théologie scolastique médiévale, joints à une épistémologie de la connaissance que l'on trouve déjà chez Alciat, lui permettent d'affirmer qu'aux hommes la connaissance de Dieu ne peut être accessible que par « énigmes », on peut encore observer dans sa troisième centurie, consacrée au monde céleste, à quel point les sciences, et notamment l'astronomie, viennent alimenter ses réflexions.

Dans cette troisième centurie, où pèse tout le poids des désillusions que l'auteur nourrit à l'endroit du monde sensible, l'humaniste veut rappeler à quel point la prise en compte du monde céleste, comme le détachement à l'égard d'une « pompe mondaine » qu'il juge misérable, permettent d'approcher « à la consorce de Dieu »<sup>21</sup>. Ici attentif à louer avec ces cieux qui « enarrent la gloire de Dieu » le firmament, lequel « annonce les œuvres de ses mains », pour reprendre une formule issue des *Psaumes*, il fait de l'astronomie la porte de la théologie, permettant le passage de la connaissance des corps célestes, comme « plus nobles et plus dignes creatures », à celle de Dieu. Il en fait aussi la première partie de la philosophie, rappelant qu'Aristote considérait « que pour l'admiration des effectz manifestes, les hommes sages ayent commencé de philosopher sur les causes occultes », et que par icelle « les hommes sages sont parvenuz à la cognoissance des choses divines », ce à quoi s'accordait également le « souverain astrologue et mathematicien » Ptolémée<sup>22</sup>.

Curieux de la longue histoire de l'astronomie, La Perrière n'ignore pas que Flavius Josèphe en attribue la création aux fils de Seth, et il dit cette science avoir été en grande vénération du temps de Noé comme de celui d'Abraham, « nourry entre les Chaldéens zelateurs de tous artz mathematicques », avant que les prêtres égyptiens, puis à leur suite les Grecs, les Indiens puis les Latins auxquels leur savoir s'est transmis, ne l'illustrent. Voyant dans la figure d'Atlas, laquelle connaît alors de remarquables incarnations dans la sculpture toulousaine, une illustration de cette dernière (« qui par fiction poétique porte les cieux sur les espauls »), il veut honorer les noms de ceux qui lui semblent avoir joué un rôle essentiel en la matière : Mercure Trismégiste, Thalès de Milet, Cléstrate, Pythagore, Cléobule, Démocrite, Platon, Anaximandre et Aristote, comme pour finir Bérose. Insensiblement, l'auteur glisse de l'astronomie, science des astres et science mathématique, vers l'astrologie, science divinatoire, suivant en cela des usages qu'il n'ignore pas et qui remontent à Rome, les termes étant régulièrement employés comme synonymes<sup>23</sup>. Pour l'humaniste, il y a manifestement là différents angles d'approche d'une même réalité. *Via* le récit des astres présidant à la fondation de Rome lu chez Archytas de Tarente, *via* l'analyse du rôle joué par la prochaine éclipse lors du conflit ayant opposé les Romains à Perseus fils du Roi Philippe, Sulpitius Gallus, il est tout autant question d'observer la réalité des astres que d'envisager des événements à venir, invisibles aux non-initiés. Ptolémée, auquel il est renvoyé à deux reprises, peut

20 L. Pacioli, *Divina proportione*, Venise, Alessandro Paganini et Paganino, 1509.

21 G. de La Perrière, *Les Considerations des quatre mondes*, fol. I 3-I 5.

22 *Ibidem*, fol. [I 6].

23 L. Valcke, « Des Conclusiones aux Disputationes », art. cit., p. 43-56.

ainsi apparaître non seulement comme un « *souverain astrologue et mathématicien* », « *sur tous* » « *plus curieux et subtil* », mais aussi comme celui « *qui encore aujourd'hui est estimé père d'Astrologie* »<sup>24</sup>.

Ayant manifestement une connaissance certaine du sujet, La Perrière ne veut, « *pour cause de brefveté* », entrer plus avant dans le débat. Il relève néanmoins quel rôle central ont joué au Moyen Âge Thabit ibn Qurrah, Al Farghani, Almeon, Albumazar, Albohazen Haly filius Abenragel, dont la contribution au développement de la technique horoscopique, prônant un certain déterminisme astral, s'avère à l'origine d'une astrologie magique, fondée sur la pratique des amulettes bientôt adoptée par le peuple en Occident<sup>25</sup>. Il mentionne aussi les contributions du roi de Castille Alphonse X, Guido Bonatti de Forlivo, comme celles des plus tardifs astronomes et mathématiciens Georg Peurbach et son élève Johannes Müller von Königsberg qui, après avoir expliqué les *Rudimenta* d'Al Farghani à Padoue, en a donné une édition parue à Nüremberg, en 1537, avec une préface de Melanchton. Désireux d'éviter des polémiques par trop contemporaines, il s'arrête là. A-t-il puisé un certain nombre des références précitées dans des ouvrages de seconde main, chez Pline pour les périodes anciennes, Jean Tixier de Ravisi ou peut-être Simon de Phares pour les plus récentes ? Cette longue liste montre néanmoins à quel point il est au fait des évolutions contemporaines en matière d'astronomie comme d'astrologie, alors même qu'au XVI<sup>e</sup> siècle ces intérêts s'avèrent désormais glissants, comme l'a encore récemment montré à Toulouse la réception des œuvres de l'inquisiteur de la foi Arnaud de Badet avant même qu'en 1538 le procès de Michel Servet au parlement de Paris ne débouche sur l'interdiction de l'enseignement de l'astrologie judiciaire au sein de l'université, y compris à la faculté de médecine<sup>26</sup>.

Les conceptions antiques pèsent-elle encore sur un certain nombre de considérations qu'il développe sur l'incorruptibilité, la pureté du ciel, la perfection de la rotondité ou de la sphéricité de la terre ? La Perrière n'en est pas moins des mieux avertis des débats contemporains en matière d'astronomie. Le traitement de la controverse relative au nombre de sphères ou cieux l'illustre, dont il rapporte les principaux éléments. Quand Aristote, inspiré des travaux d'Eudoxe de Cnide et de Callippe de Cysique, reconnaissait cinquante-cinq sphères célestes concentriques en révolution autour de la Terre, située elle-même au centre d'un univers regardé comme doté d'un seul ciel, le Moyen Âge avait, à partir des travaux de Ptolémée, procédé à une réorganisation majeure, plus en accord avec le système platonicien présenté dans le *Timée*. Comme l'indique La Perrière, Raban Maur a compté sept cieux, d'autres, non cités (en réalité Proclus, Joannes de Sacrobosco ou Campanus de Novare), huit puis neuf, d'autres encore (Pic de la Mirandole, pas davantage ici cité) dix, nombre parfait, puis, enfin, selon certaines théories contemporaines, onze cieux<sup>27</sup>. L'allusion est importante, qui donne la mesure des connaissances qu'il a pu accumuler en la matière. Issue de Johannes Werner, l'hypothèse relative à une onzième sphère, ou ciel, censé rendre compte d'une variation de la déclinaison maximale du soleil appelée « *seconde trépidation* », est récente, et vient alors d'être combattue comme la dernière invention de l'astronomie géocentrique dans le livre III du *De revolutionibus orbium cœlestium* de Nicolas Copernic achevé dès

24 G. de La Perrière, *Considérations des quatre mondes*, op. cit., fol. [I 8].

25 S. Fuzeau-Braesch, *L'astrologie*, Paris, PUF, 1992, p. 24.

26 M. Servet, *Discussion, apologétique pour l'astrologie*, éd. J. Dupèbe, Genève, Droz, 2004.

27 G. de La Perrière, *Les Considérations des quatre mondes*, op. cit., Centurie III, Considérations XXIII, XXV, XXVI, XXVII, XXVII.

1530 mais paru à Nuremberg seulement en 1543<sup>28</sup>. La Perrière a-t-il eu accès à l'une ou l'autre de ces œuvres ? En a-t-il entendu parler ? Ignorant ici le système héliocentrique défendu par Copernic, évoquant simplement des théories relatives à la révolution du ciel sur les pôles septentrional et antarctique, il ne le précise pas. La chose toutefois n'est pas tout à fait impossible. Bien que les références à l'œuvre de Copernic soient rares dans la première moitié du siècle, l'œuvre se diffuse. Dès 1546 Mellin de Saint-Gelais en a pris connaissance lorsqu'est publié son *Advertissement sur les jugemens d'astrologie*, quelques années avant qu'Omer Talon, Jean Pierre de Mesmes ou Pontus de Tyard n'y fassent allusion dans leurs propres œuvres<sup>29</sup>.

Sa maîtrise d'un vocabulaire technique sur les équinoxes, le zodiaque, les parallèles, les colures, le méridien ou les solstices montre quel intérêt tout particulier il nourrit pour ces questions. Est-il parfois tenté de se livrer en personne à des observations astronomiques ou physiques ? Certaines considérations de cette troisième centurie le suggèrent, dans lesquelles La Perrière paraît livrer le résultat d'expérimentations personnelles, évoquant certains mouvements visibles d'Orient en Occident, les éclipses de soleil et de lune, ainsi que la perte de couleur subie par le charbon exposé au soleil<sup>30</sup>. Au gré de la multiplication des observatoires, tel celui de Copernic à Frauenbourg, en 1506, ou celui de Tycho Brahé près d'Uraniborg, en 1576, la pratique de l'astronomie se développe à la Renaissance. Les foyers de culture scientifique sont-ils encore modestes dans la France du XVI<sup>e</sup> siècle, ils vont permettre sans tarder l'éclosion de compétences très développées à la fin du siècle, comme l'œuvre de Peiresc l'attestera<sup>31</sup>.

Aussi ces quelques exemples le démontrent-ils : pour La Perrière, la pratique des belles-lettres se nourrit de savoirs qu'aujourd'hui nous rangeons dans d'autres catégories disciplinaires. S'il ne saurait, du moins en l'état de nos connaissances sur l'étendue des compétences qui pouvaient être précisément les siennes, et au regard des méthodes qui sont aujourd'hui en usage dans ces domaines, apparaître comme un épigraphiste, un mathématicien ou un astrologue, il n'en maîtrise pas moins un certain nombre de notions fondamentales dans ces différents champs. S'agit-il pour lui ce faisant de tenter d'acquérir un savoir universel, encyclopédique ? Avatar latinisé de *l'enkyklios paideia* grecque transmise au monde humaniste par Quintilien, l'idée d'*encyclopedia* se diffuse à la Renaissance. Apparaissant comme un idéal à atteindre, la culture encyclopédique répond aux ambitions de l'humanisme, tout en suscitant aussi un certain nombre de craintes que la crise épistémologique attise et que l'emblématique restitue avec force. Bien que particulièrement sensible à une conception des savoirs qui s'attache en permanence à dénoncer les limites et les faiblesses de l'entendement humain, La Perrière se montre curieux de rassembler, et de maîtriser, l'ensemble des connaissances qui lui semblent pouvoir alimenter les réflexions qu'il pousse dans des domaines extrêmement variés, et qui portent sur des questions aussi différentes que la nature humaine, l'histoire toulousaine, la théologie, les sciences naturelles ou le politique. Avec des résultats

28 N. Copernic, *De revolutionibus orbium coelestium*, éd. critique et traduction, M.-P. Lerner, A.-P. Segonds et J.-P. Verdet, Paris, Les Belles Lettres, 2015, p. 8.

29 B. S. Ridgely, « Mellin De Saint-Gelais and the First Vernacular Reference to the Copernican System in France », *Journal of the History of Ideas*, 23/1, Janvier-Mars 1962, p. 107-116.

30 G. de La Perrière, *Considérations des quatre mondes*, Centurie III, considerations XLII, LXXXIII, XCII-XCIII, LXIII.

31 F. de Dainville, « Foyers de culture scientifique dans la France méditerranéenne du XVI<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle », *Revue d'histoire des sciences et de leurs applications*, 1/4, avril-juin 1948, p. 290.

d'autant plus savoureux que la forme emblématique décuple la visée morale et la portée satirique de ses pièces, et d'autant plus étonnants que, dans les années 1540, la grande vogue de la poésie scientifique n'est pas encore lancée en France. Faudrait-il dès lors s'étonner de voir un juriste, prêtre qui plus est, s'intéresser ce faisant à des matières aussi éloignées que l'astronomie, ou aux mathématiques ? Non pas. Il faut le rappeler, les juristes sont, à la Renaissance, à l'origine d'une part très importante de la production imprimée, quel que soit le domaine de compétences considéré<sup>32</sup>. Et l'exemple de Fermat le montre : c'est chez les juristes que l'on trouve à cette période les plus grands mathématiciens. Au moment même où le droit, comme les autres disciplines, entérinent certaines évolutions méthodologiques portées par l'humanisme en faveur d'une plus grande rationalisation des savoirs, il n'y a pas là hasard. Ceci invite à ne pas réduire ces auteurs, ou leurs œuvres, à ce qui pourrait apparaître comme la part la plus visible de leur production et de leur contenu. Comme à considérer aujourd'hui les invitations qui nous sont lancées en faveur du décloisonnement des savoirs comme éminemment salutaires et nécessaires à une appréhension plus globale de nos objets d'étude.

---

32 Le relevé effectué par George Huppert sur la bibliographie de La Croix Du Maine était pour le XVI<sup>e</sup> siècle des plus révélateurs : 178 des 378 auteurs retenus entre 1540 et 1584 étaient de robe. G. Huppert, *The Idea of Perfect History*, 1970 ; trad. française *L'idée de l'histoire parfaite*, Paris, Flammarion, 1973, p. 193.



# DE L'ACTIVISME POLITIQUE KAKI EN AFRIQUE POST-TRANSITIONNELLE : SÉDITIONS VERTUEUSES ET ENTRISMES ÉQUIVOQUES ?

Par M. Michel Louis MARTIN<sup>1</sup>

Au début des années 1990, les pays d'Afrique entrent à leur tour, quasi en masse, dans le cercle vertueux d'une démocratisation qui se globalise lors d'une troisième vague scellant l'effondrement du système soviétique et des autoritarismes du Sud. Cette évolution soldait sur le continent plus d'un quart de siècle d'administration en mode principalement stratocratique, dont les prodromes sont apparus les indépendances à peine obtenues ; une empreinte lourde et pour le moins politiquement rédhibitoire (surtout en sa phase « montagnarde ») et de nulle effectivité sur le plan socio-économique.

Cette « *seconde libération* » (L. Diamond) pavait la voie à des autorités politiques civiles issues d'élections libres et pluripartistes, opérant dans un contexte de libéralisme économique et d'État de droit. La malédiction prétorienne paraissait exorcisée. Les armées, désorganisées par les effets délétères d'une occupation du pouvoir continue en même temps qu'erratique, se « recasernaient » pour se vouer à leur mission première de défense nationale, appuyées en cela par divers programmes de modernisation extérieurs.

Pourtant, ce prometteur essai transitionnel n'a pas été transformé comme il le fut, certes plus ou moins aisément, sur d'autres espaces post-autoritaires ; hormis quelques exceptions, la démocratie ne s'est pas consolidée, quand elle ne s'est pas dénaturée pour le céder à des régimes autocratisés. Reste que cette involution, amorcée au début des années 2000, n'exhibe pas les traits militocratiques de la période précédente (à part quelques cas insolites). Elle est surtout imputable aux élites civiles et lorsque les militaires interviennent, c'est selon des modalités peu « prétorianisées » et un tempo moins soutenu qu'auparavant.

L'activisme kaki post-transitionnel affecte en effet une configuration hybride, avec des protagonistes devenus des actionnaires intermittents et plus circonspects d'un jeu politique souvent en précarité « démocraturale » ; ce qui ne préjuge pas une quelconque normalisation du rapport des armes à la toge. S'il relève plutôt de l'influence ou de la logique agentielle<sup>2</sup>, il n'exclut pas le recours à des actions plus ostensibles et plus

---

1 Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse lors de la séance du 19 mai 2022.

2 Ce qui ne signifie pas nécessairement qu'il soit politiquement (ou constitutionnellement) conforme, sachant d'ailleurs que, s'il se conçoit, le seuil de normalité (qui implique la prépondérance « naturelle » du politique sur le militaire) est susceptible de varier en fonction des conjonctures

contrevenantes, quoique renouvelées à l'aune de ce qu'elles furent dans le passé. C'est à l'examen de ces dernières que se limitent les développements qui suivent ; il vaut d'ailleurs de noter que le continent africain est peut-être le seul aujourd'hui à voir persister ce type anémique et « intense » de relations politico-militaires. De ce point de vue, deux modes d'interférences politiques se donnent à distinguer : les uns séditionnistes à prétention démocratique, les autres non subversifs, néanmoins équivoques.

### **Des séditions politiquement vertueuses ?**

C'est sur le registre le plus exorbitant, le plus transgressif des relations armée/pouvoir - la prise et l'occupation des sites de gouvernement - que se mesurent le mieux les changements intervenus. Alors que sur le plan technique, dans l'arsenal des instruments réguliers et irréguliers de dévolution du pouvoir, le coup d'État demeure le plus efficient et le moins commode à dissuader, son usage pourtant est devenu moins fréquent et lorsqu'ils y recourent, ses artisans en relativisent le caractère hors norme pour en positiver la portée.

1 - L'examen des actions menées au cours de la période concernée, en proportion moins nombreuses qu'auparavant, en atteste bien. Les militaires n'ambitionnent plus de créer une rupture, de s'imposer durablement aux affaires, ni d'être les porteurs de projets inédits ou révolutionnaires, dogmatiquement appliqués. Quand ils abordent la scène du pouvoir, c'est avec circonspection, sans signature trop appuyée et toujours de sorte que l'image de l'institution ne soit pas ternie, ni celle de sa cohésion altérée.

À ce titre, ils ne prétendent que modérer, sinon régler une crise institutionnelle ou remédier à des dérives jugées illibérales ; éventuellement endiguer des affrontements, religieux, ethniques ou régionaux, avant qu'ils ne dégénèrent ; parfois enfin, contenir une faillite socio-économique ou sécuritaire. En même temps, ils veillent à se donner à voir comme seuls aptes à sauvegarder un *statu quo* constitutionnel ou une paix civile, mis en péril par les agissements irresponsables d'autorités ayant bafoué les bonnes pratiques politiques ou simplement incapables. Les postures qu'ils affectent relèveraient d'une régulation maîtrisée, non disruptive et politiquement vertueuse, celle d'arbitre en mode « constabulaire ».

Leurs façons d'opérer ont également changé. Au classique assaut généralisé, souvent rugueux et embolisant des sites gouvernementaux, avec leur cortège de sanctions à l'égard des « *usual suspects* » (juges, syndicalistes, députés, journalistes...), se sont substituées des acquisitions plus ciblées, moins suspensives, souvent déléguées via les services de civils. D'ailleurs, les termes de coup d'État ou de putsch, jugés dévalorisants, sont récusés. L'on affecte des styles technocratiques et des postures managériales, l'on fait parade de cursus éducatifs et professionnels poussés et cosmopolites. Bien peaufiné, le *storytelling* déroulé renvoie aux canons politiques de l'heure, toujours à haute valeur ajoutée démocratique, veillant à dissiper toute impression de détournement de pouvoir ou de règlement de compte intra-élitaire. Lorsqu'elles ont dû être saisies, l'on s'engage à restituer promptement les commandes de l'État aux civils (qui n'en sont jamais loin).

---

et des situations (R. Kohn), selon également le caractère approprié ou acceptable des moyens employés et des comportements adoptés, que la logique de l'agence subsume adéquatement (P. Feaver).

Rien de vraiment commun avec le schéma des séquences prétoriennes antérieures, ni avec le profil de leurs meneurs, qui anciens sous-officiers promus sur le tard, qui Jeunes-Turcs radicalisés à la Kadhafi. Le kaki serait « démo-compatible ».

2 - L'intervention des gradés maliens autour du colonel Toumani Touré (ATT) en mars 1991, pour démettre le président (général) Traoré aux affaires depuis 1968 et instaurer la démocratie, est paradigmatique, préfigurant ces formes politiquement vertueuses d'ingérence politique<sup>3</sup>. Ainsi au Burundi, sur fond de guerre civile, de celle du commandant Buyoya qui renverse en 1987 le colonel Bagaza et met en place des institutions démocratiques à la tête desquelles est élu un civil ; il reprendra le pouvoir en 1996 après trois ans de conflit pour réorganiser une transition dont héritera Domitien Ndayizeye élu chef de l'État en 2003 ; au Niger, de celle du commandant Wanké en avril 1999 à l'encontre du président (général) Maïnassara qui avait renversé le premier leader élu démocratiquement ; en Côte d'Ivoire, de celle du général Guéï en décembre 1999 qui provoque le départ du chanteur de l'ivoirité Henri K. Bédié, accusé de répression et de corruption ; aux Comores, de celle du colonel Assoumani qui évince en avril 1999 le président Mossoundé accusé de porter atteinte à l'intégrité territoriale de l'archipel ; en Mauritanie, de celle du général Ould Mohamed Vall qui met fin en août 2005 à plus de vingt ans de dictature sous les règnes des généraux Ould Haïdalla et Ould Sid'Amed Taya ; en Guinée, de celle du général Konaté, en décembre 2009, pour rétablir la démocratie mise à mal par l'improbable capitaine Dadis Camara ; au Niger, à nouveau, de celle du commandant Djibo en février 2010 contre le président Tandja qui cherchait à proroger son mandat au-delà du terme fixé ; au Mali, derechef en mars 2012, de celle du capitaine Sanogo qui dépose l'iconique ATT (élu en 2002 et 2007), lui faisant grief de sa piètre gestion de la rébellion touarègue et d'un projet de réforme constitutionnelle douteux renforçant l'exécutif ; au Burkina Faso, de celle du lieutenant-colonel Zida, en octobre 2014, pour assurer l'installation d'un gouvernement de transition après le départ de Blaise Compaoré (le co-putschiste de Sankara en 1983 à qui il succèdera et pour longtemps) ; au Burundi, de celle, mais vaine, du général Niyombaré, en mai 2015, pour destituer le président Pierre Nkurunziza qui briguait (à l'époque illégalement) un troisième mandat ; au Mali encore, en août 2020, de celle du lieutenant-colonel Goïta qui « démissionne » le chef de l'État (IBK), dont le projet de référendum constitutionnel de 2017 avait amorcé l'impopularité, déjà nourrie par l'extension du terrorisme ; en Guinée, de celle du colonel Doumbouya qui dépose en septembre 2021 le président Condé à son troisième et inconstitutionnel mandat ; au Burkina Faso, de celle du colonel Damiba qui, à l'instar semble-t-il du Mali, pousse en janvier 2022 le président Kaboré à la démission ; au Tchad, le général Mahamat Déby capte en avril 2021 la succession de feu son père avec le soutien de ses homologues.

3 - Si ces actions conduisent pour la plupart à l'installation d'un gouvernement *ad hoc*, qualifié avec insistance de transitoire, l'on ne peut parler de junte ou d'oligarchie militaire. L'occupation de l'appareil politico-administratif n'est plus le but recherché, comme antérieurement lorsqu'elle se voulait systématique. Leur indice de « militarité » est de faible intensité, peu déconstituant, faiblement coercitif et borné dans le temps :

---

3 L'on ne donne ici que le nom (et le grade du moment) de la personnalité dominante de ces opérations de prise du pouvoir, forcément collectives en fait.



de quelques semaines ou quelques mois à une année à peine ou un peu plus<sup>4</sup>. La seule exception, peut-être, est celle des deux gouvernements dirigés par Buyoya au Burundi (1993-1996 et 2003-2006). La volonté déclarée des auteurs est le rétablissement, espéré rapide, de la légalité civile via l'organisation d'élections. Il ne s'agit que de revenir à la normalité *quo ante*, « [...] balayer la maison », selon la pédestre formule du général Guéï. Bref, réinitialiser une séquence libérale qui aurait malencontreusement « beugué ».

Peu en commun, par conséquent, avec le passé, nonobstant peut-être les dénominations dont s'affublent ces régimes, où redressement de la démocratie et salut du peuple le disputent à restauration de l'État et sauvegarde de la justice, comme éléments de langage convenus. Le nouveau contexte serait bien post-stratocratique : un activisme d'influence plus que de prépotence. Pas d'autre partition que celle du « spectateur engagé » en quelque sorte, fort en plus de la conviction que la démarche ne fait qu'aller au-devant des attentes de la société. Pour nombre d'observateurs, ce type d'intervention est même qualifié de « correcteur », de « rédempteur », voire de « démocratique », et leurs agents, d'arbitres politiques ou de serviteurs de la bonne gouvernance<sup>5</sup>.

Incidemment, cette posture plus « civile » n'est d'ailleurs pas l'apanage des seuls segments gradés de la hiérarchie, mais se pratique également aux échelons plus modestes, souvent pour disculper sinon justifier des conduites plus antinomiennes. La plus banale mutinerie dont l'Afrique de l'ouest et centrale a récemment offert plusieurs exemples se pare des tonalités du discours politique du jour, alignées sur celui des oppositions civiles, même si ce genre de manifestation traduit plutôt l'exaspération liée à une subalternité brutale mal vécue<sup>6</sup>.

4 - L'on ne saurait évidemment prendre à leur valeur faciale les captieux narratifs qui entourent ces séditions. L'image complaisamment véhiculée ne reflète pas toujours la réalité des choses, en soi problématique et parfois tout bonnement guidée par des ambitions politiciennes, rentières ou autres.

Une prise du pouvoir, tout d'abord, aussi opportune ou providentielle serait-elle, aussi banalisée et peu coercitif en serait l'exercice, souffre d'un déficit inhérent de légitimité. Sa genèse est non seulement dérogatoire, mais elle est adverse aux standards modernes de gouvernementalité fondés sur une dichotomie politico-militaire irréductible et verticalisée : l'intrusion constitue une disjonction agentielle ou une « *rupture métonymique* » (A. Rouquié) qui conduit un appareil d'État à poser pour l'État entier. Aussi les protestations de bonne foi démocratique ne sauraient-elles rien y changer.

Même en faisant abstraction de cette antinomie, l'intentionnalité vertuiste d'une telle irruption dans le champ politique ne peut être garantie pure de tout autre arrière-pensée ni, quand cela serait, sa constance présumée. Une fois en place, les militaires sont toujours susceptibles de changer leur fusil partisan ou idéologique d'épaule,

4 Au Mali, selon des déclarations de son chef de file, il est prévu d'être plus long.

5 O. O. VAROL, « The Democratic Coup d'État », *Harvard International Law Journal*, vol. 53, n° 2, été 2012, p. 292-356 ; N. MARINOV et H. GOEMANS, « Coups and Democracy », *British Journal of Political Science*, vol. 44, n° 4, octobre 2014, p. 799-825 ; J. POWELL, « An Assessment of the 'Democratic' Coup theory : Democratic Trajectories in Africa, 1952-2012 », *African security Review*, vol. 23, n° 3, 2014, p. 213-224.

6 M. DWYER, *Soldiers in Revolt : Army Mutinies in Africa*, New York, Oxford University Press, 2017.

ainsi que leur allégeance de départ. Ainsi en Égypte, au Zimbabwe ou en Tunisie où leurs diamétraux retournements ont démontré la vanité des allégations initiales et la prégnance de facteurs politiciens et corporatistes. Par ailleurs, l'opprobre censé entourer ces démonstrations, réitéré toujours plus fermement depuis les transitions par les agences de la communauté internationale, est dans les faits inconstant, sinon platonique ; il se mitige par ces promesses d'irréprochabilité politique (l'on met en avant l'éviction de despotes civils, sujets aux « coups constitutionnels ») ou il se contourne par la discrétion et la sobriété de la gestuelle gouvernementale (l'on se tient en arrière et l'on cède les fonctions en vue à des civils pour édulcorer l'empreinte martiale). Cela avec d'autant plus d'obligeance que les bailleurs de fonds, moins regardants, sinon révisionnistes, soucieux de projection impériale, sont plus nombreux et plus accessibles<sup>7</sup>.

Par-delà ces considérations, se pose la question de l'effectivité d'une gouvernance comparativement plus problématique pour maintes raisons que l'on ne peut que survoler ici. L'habitus de ses responsables, leur formation, leur culture (surtout dans le cadre d'organisations médiocrement institutionnalisées et modernisées) ne les ont pas portés à l'acquisition de savoirs et d'aptitudes se prêtant à l'administration de sociétés complexes, polycentriques, désormais transnationalisées : commander et gouverner relèvent encore de schèmes cognitifs antithétiques et requièrent des aptitudes quasi mutuellement exclusives et peu interchangeable, qui rendent les militaires inaptes (du moins seuls) à une gestion politique et économique d'échelle ; l'ordre n'est pas une alternative à la politique, ce qu'ils sont encore naturellement portés à penser.

Ensuite, et paradoxalement, une direction militaire est structurellement fragile. Son allure collégiale, qu'oblige le pluralisme (hiérarchique, générationnel, professionnel...) de l'institution et qui vise aussi à afficher son unanimité, entraîne des rotations de personnel (convenues ou non), ce qui affecte mécaniquement la rapidité et la qualité de la prise de décision. Elle est surtout une source de tensions et de frictions *via*, notamment, les « dissonances de statut » (de nature matérielle et organisationnelle, mais également sociologique) qu'elle génère ; la répartition des nouveaux rôles ne correspondant plus forcément aux hiérarchies de départ et aux attentes de leurs membres. Ces effets opèrent évidemment au sein même du groupe aux commandes de l'État, dont les ambitions croisées, tant politiques que rentières, s'exacerbent sur le temps ; ils troublent également les rapports avec les hommes restés dans le rang, quel qu'en soit l'échelon, dont les sentiments se teignent inconsciemment de frustrations, de jalousie et d'envie. Quel est l'ascendant d'un gradé moyen placé à un poste régalien vis-à-vis de pairs plus anciens mais moins bien lotis sur le plan de leurs responsabilités, aux yeux encore de tous les autres demeurés hors des cercles du pouvoir, qu'ils occupent des commandements importants, peut-être astreints à se plier aux ordres d'homologues moins expérimentés ou dont les décisions ne leur paraissent pas pertinentes, qu'ils

---

7 Sur ces retournements : E. NDAWANA, « The Military and Democratization : A Comparison of the Egyptian and Zimbabwean Experiences », *African Security*, vol. 11, n° 2, 2018, p. 127-159 ; H. BOU NASSIF, « Coup in Tunisia: Why the Military Abandoned Democracy », *Journal of Democracy*, vol. 33, n° 1, janvier 2022, p. 27-39. Sur les variations de perception et de qualification des intrusions militaires : F. N. IKOME, « Good Coups and Bad Coups : The Limits of the African Union's Injunction on Unconstitutional Changes of Power in Africa », *Institute for Global Dialogue Occasional Papers*, n° 55, février, 2007 ; O. TANSEY, « The Fading of the Anti-coup Norm », *Journal of Democracy*, vol. 28, n° 1, janvier 2017, p. 144-156 ; A. WITT, *Undoing Coups : The African Union and Post-coup Intervention in Madagascar*, Londres, Zed Books, 2020.

soient subalternes laissés pour compte et en conséquence tentés par le rôle revendicatif ou contestataire d'un « *lumpenmilitariat* ».

Dans ce contexte politico-militaire ainsi brouillé, il est bien évident que la soumission des armes à une « toge en kaki » ne peut qu'être problématique. Les conséquences en sont ces continues « spirales contre-putschistes » et un factionnalisme rampant, qui se superposent aux effets mécaniques de dégradation, sinon de désarticulation institutionnelle, induits par l'occupation du pouvoir, qui obèrent les capacités de gestion d'environnements sécuritaires sensibles, mais également les possibilités ultérieures de reprise du pouvoir<sup>8</sup>.

En fin d'analyse, et pour caricaturer, mal dimensionné pour être en mesure de « délivrer », d'autant qu'il se veut bref, ce type de gouvernance, qui voit son capital de confiance acquis au départ se dissiper rapidement, ne peut avoir d'utilité qu'en matière de gestion des affaires courantes. Il n'a pas en soi de fonction régénérative ; à la rigueur « liquidative », comme syndic de faillite, voire « euthanasiante » pour en finir au plus vite avec un gouvernement civil impotent en phase terminale ; pour autant d'ailleurs que la manœuvre n'interrompt pas une expérience de libéralisation, jamais facile à réussir rapidement<sup>9</sup>. De ce point de vue, l'argument du *reset* est vain : il faut un changement de système (de logiciel), et cela ne relève pas des capacités des militaires, sauf s'ils réussissent dans une trajectoire kémaliste ou coréenne, à créer une coalition civilo-militaire et à accepter d'être en concurrence avec des oppositions civiles rendues plus actives par d'une demande démocratique croissante.

Deux autres modalités post-transitionnelles de rapports politico-militaires non subversifs mais ostensibles, suspect pour l'un, équivoque pour l'autre, s'observent encore.

### **Des ingérences non séditionnistes équivoques : l'élection et la réquisition civile**

Il s'agit là de conduites qui techniquement ne sont pas inappropriées. Mais sous des dehors anodins, elles n'en débouchent pas moins sur une insinuation des militaires dans le champ du politique et une accentuation de leur gravité au-delà de leur agence comme appareil d'État. L'entrisme électoral en est une forme active, l'entrisme par réquisition civile en est une autre qui ne l'est pas.

---

8 L'option monocratique, sous l'égide d'un haut gradé soutenu par quelques caudataires de confiance (clientélisés d'une façon ou d'une autre : ethnique, économique...) et servis par des technocrates civils et un secteur sécuritaire dont l'appui est plus ou moins garanti par des stratégies anti-coups et le bénéfice d'un statut privilégié, change évidemment la nature du régime maintenant inscrit dans la durée, avec nombre d'aléas. Voir C. CLAPHAM et G. PHILIP (dir.), *The Political Dilemmas of Military Regimes*, Londres, Croom Helm, 1985 ; N. K. KIM et A. M. KROEGER, « Regime and Leader Instability Under Two Forms of Military Rule », *Comparative Political Studies*, vol. 51, n° 1, janvier 2018, p. 3-37.

9 E. A. IFIDON, « Transitions from Democracy in Nigeria : Toward a Pre-emptive Analysis », *African Journal of Political Science/Revue africaine de science politique*, vol. 7, n° 1, juin 2002, p. 109-128 ; C. O. NGARA, A. T. AYABAM et E. N. ESEBONU, « Leadership Crisis and the Emerging Resurgence of Military in African Politics », *Global Security Studies*, vol. 5, n° 2, printemps 2014, p. 27-44.

***L'entrisme électoral comme « blanchiment » de coup***

1 - *A priori*, la démarche consistant pour des militaires à embrasser via l'élection une deuxième carrière n'appelle pas en soi de remarques tant qu'elle s'effectue conformément à la législation ; et pour le candidat issu des armées, la principale restriction est de n'être plus en activité. Beaucoup sont ainsi élus à des assemblées territoriales, à la députation, voire à la magistrature suprême d'un État, tels le lieutenant-colonel Tandja en 1999 et 2004 au Niger et Toumani Touré au Mali en 2002 et 2007. S'y ajouterait le cas d'anciens chefs de groupes armés en contexte de guerre civile, tels Paul Kagamé, du Front patriotique rwandais, élu en 2000 (réélu depuis), le Burundais Pierre Nkurunziza des Forces de défense de la démocratie qui s'impose en 2005 puis en 2010 et 2015 et son dauphin Évariste Ndayishimiye, qui sera chef d'état-major adjoint puis élu président du pays en 2019. Le cas de Laurent-Désiré Kabila, chef de l'Alliance des forces démocratiques pour la libération du Congo-Zaïre, est un peu différent puisqu'il n'a pas vraiment été élu à la tête du pays qu'il a dirigé.

Ce n'est donc pas là une forme anormale d'entrée en politique, laquelle de surcroît, en raison des obstacles matériels qu'elle suppose, n'est pas facile à abuser. Les dispositifs autorisant une candidature politique sont plutôt contraignants et sans compensations bien définies en cas d'échec, hors le bénéfice des droits acquis conformément au statut antérieur d'active. En outre, pour de tels postulants, fatalement moins connus, novices dans le circuit politique et confrontés à plus d'embarras financiers, surtout pour les moins gradés, les chances de succès sont plus minces que pour leurs concurrents civils, souvent moins novices. Par conséquent, que des hommes ayant servi sous l'uniforme briguent un mandat ne saurait relever de l'immixtion politique, ni même de nature à créer un « effet bleu-horizon ».

2 - En revanche, il est des éventualités où l'entrisme politique kaki est plus discutable et d'une moindre licéité : c'est lorsqu'il s'effectue à l'occasion des procédures censées aménager le retour à la normalité civile, après une première occupation prétorienne du pouvoir. C'est le cas de ces hauts gradés qui, excipant d'avoir troqué leur treillis pour une tenue civile, se présentent aux élections « libres » qu'ils ont organisées dans le cadre des opérations de transfert de pouvoir « aux civils », suite à leur propre usurpation ; et plus singulièrement, celles qui concernent l'accès à la magistrature suprême.

Ainsi, s'agissant de ces dernières, du choix des Mauritaniens Ould Sid'Ahmed Taya en 1992 (réélu en 1997 et 2003) et Ould Abdel Aziz en 2009 (réélu en 2014), de Zeroual en 1995 en Algérie, de Maïnassara en 1996 au Niger, d'Assoumani aux Comores en mai 2002 (réélu en 2016 et 2019) ou encore du Centrafricain Bozizé en mai 2005. Les réélections successives de Kagamé, de Nkurunziza, relèveraient de la même logique. Les candidatures également, mais sans le résultat escompté, de Buyoya au Burundi en 1993 (mais qui assurera néanmoins une présidence transitoire après un second putsch en 1996 et en vertu des accords d'Arusha), de Guéï en Côte d'Ivoire en 2000 ; de Dadis Camara en Guinée et de Bozizé aux présidentielles de 2020.

À plus d'un titre finalement, ces postulations en rappellent d'autres alors tentées par des dirigeants d'origine militaire pour enjamber licitement les transitions des débuts 1990 et acquérir une nouvelle virginité politique : Kérékou au Bénin, Ratsiraka à Madagascar (tous deux en décalé d'un mandat), Conté en Guinée, Ben Ali en Tunisie, Benjedid en Algérie, Compaoré au Burkina Faso, Kolingba en RCA, les uns et les autres au pouvoir depuis des usurpations fomentées lors du cycle prétorien des années antérieures, puis pérennisées par leurs successives réélections depuis, et pour certains

jusqu'à présent ; ainsi de deux *survivors*, Sassou-Nguesso au Congo-Brazzaville (depuis 1979 - sauf entre 1997-1992) et de feu Déby-Itno au Tchad (depuis 1990) chacun à son sixième mandat.

3 - En réalité, quelle que soit la façon dont ces « ex »-officiers se justifient en paradant leur dilection démocratique, ces « réinventions politiques » cachent mal la poursuite, certes de manière oblique et « civilianisée » de l'investissement du champ politique par la « classe » militaire. Il est d'autant plus prégnant qu'il se fait par le haut et qu'il se leste de l'autorité d'un exécutif présidentialiste très capitolin. Cet accaparement, dont bénéficient par contiguïté leur clientèle dans le rang ou à des postes clés, est facilité par le jeu très payant de la « prime au sortant » et l'escamotage des risques inhérents à une réelle compétition électorale (souvent biaisée de surcroît à leur profit) : planificateurs des consultations auxquelles ils postulent, leurs chances de succès n'égalent pas celles de leurs concurrents civils qui ne disposent pas, tant s'en faut, des mêmes ressources.

De telles pratiques ne sauraient donc constituer un réalignement démocratique, comme revendiqué. Dans bien des cas, le mandat présidentiel se déroule en marge des bonnes pratiques qu'ils prétendent défendre, par exemple en abusant des révisions constitutionnelles ou autres légalismes pour contourner les limitations initialement introduites (sur le nombre et la durée des mandats, leur décompte suite à une révision, celui des tours de scrutin, les conditions de candidatures, etc.) et être en mesure de se maintenir. C'est parfois de manière quasi viagère (Kagamé et Sassou-Nguesso sont susceptibles de se représenter pour deux quinquennats encore ; Conté, Déby, Ould Taya, Nkurunziza, Kadhafi meurent en cours de mandat ; Ben Ali, Compaoré, Benjedid, le « président à vie » Kolingba finissent sortis par la rue) ; c'est aussi par vicarité en quelque sorte, via un lige (Ndayshimiye pour Nkurunziza, le général Ghazouani pour Aziz), voire un dauphin (Faure Gnassingbé fils du président (général) Eyadema, Déby, fils du président (maréchal) Déby-Itno, Joseph Kabila, fils de L.-D. Kabila) ou par l'obtention d'une dignité post-présidentielle. Parfois même, il fut question de les remettre en selle, tel Haidalla ou Kolingba en 2005 et de nouveau en 2010, ou Zéroual. Autant de versions africaines du *porfirismo*.

Par ailleurs, vu l'allonge que leur procure l'espace que les forces de défense occupent à un titre ou à un autre et dont elles-mêmes tirent avantage - politique, administratif, économique, budgétaire et comme courroie de transmission de l'action coercitive de l'État -, ces régimes, présumés issus d'un retour à la normalité, sont en réalité de fallacieuses conversions post-militaires. Ainsi conduit, l'entrisme électoral n'est qu'une façon pour les militaires de « blanchir » une occupation du pouvoir à l'origine illégaliste et contre-démocratique ; il est vrai jamais de manière complète ou crédible.

Ces reconversions, en effet, fortifiées par ces adoubements électoraux donnent rarement lieu à des régimes capables ou soucieux de corriger les manquements bien doigtés de leurs prédécesseurs détrônés. Elles sécrètent plutôt des formes autoritaires, sinon prédatrices, d'exercice du pouvoir, recourant à toutes les ressources politiques et constitutionnelles disponibles, mais aussi coercitives avec le soutien d'unités spéciales ou paramilitaires, adéquatement fidélisées et profilées pour en finir quoi qu'il en coûte, qui se trouvent alors dans une situation dont elles peuvent tirer bénéfice en échange de leur soutien, soit-il par action ou simplement par abstention. Il s'agit là d'une de ces versions émergentes, hybrides de néo-autoritarismes apparus depuis environ une décennie, qui mêlent, mais à des fins de durabilité des pratiques empruntées au modèle démocratique, élections, multipartisme, avec une gestion monocentrée à renouvellement différé, dans

un champ politique idéologiquement désactivé ou accidenté, aussi désignées comme « *autoritarismes électoraux* » (A. Schedler) ou « *compétitifs* » (S. Levitsky et A. Way).

### ***L'entrisme politique sur réquisition : le risque d'État-caserne***

1 - À côté de l'élection, qui prolonge l'ambition renouvelée de ceux qui ne font finalement que changer de tenue, il est une autre variante de l'entrisme politique, qui est en quelque sorte un effet de composition paradoxal de la soumission des armes à la toge. Pour l'Afrique, c'est un cas de figure encore un peu théorique, mais qui pourrait se concrétiser avec l'accentuation de la volatilité des environnements nationaux et régionaux et de leur subséquente « sécuritisation ».

Dans cette hypothèse, et à la différence des variétés d'activisme décrites jusqu'ici, l'initiative du mouvement n'est pas le fait des militaires, du moins directement ; elle en revient au contraire à des gouvernants civils, confrontés à des crises d'échelle (géopolitiques, socio-économiques, inter-sectionnelles, éventuellement sanitaires ou écologiques), et avec le tacite assentiment, sinon l'encouragement de l'opinion publique. Des circonstances dont la maîtrise ne leur laisse d'autre choix que le recours à l'engagement et au déploiement sur le temps de moyens exceptionnels, combinés à une éventuelle application de mesures coercitives lourdes, dont les seuls pourvoyeurs sont les forces armées. Cette sorte de situation est courante dans les régimes autoritaires, toujours exposés à des risques d'opposition organisée et violente, et qui sont libres d'y répondre sans contrainte.

Mais le cas peut également se produire au sein de configurations plus évolutives, démocratisées depuis peu, mais encore fragiles ou peu résilientes sur le plan économique, et socialement mal intégrées, dépourvues par surcroît de moyens de police performants. Aussi, dans l'hypothèse d'une multiplication et d'une amplification des crises (insurrection majeure, paralysie massive, en particulier des grands centres urbains ou de production), sont-ce les forces armées qui sont réquisitionnées, compte tenu du sous-équipement des appareils policiers ou paramilitaires, de leur inefficience ou de leur corruption. Des rôles parfois même constitutionnalisés, souvent de manière équivoque. Cette policiarisation du secteur de la défense est évidemment possible dans des environnements interétatiques peu belligènes, ne nécessitant pas de mobilisation opérative fléchée ou prépositionnée. Mais, elle tend à se généraliser en raison de la nature de ces nouvelles urgences à caractère composite dont la gestion joute l'action militaire, tels le terrorisme, les trafics transnationaux, etc. Le développement d'outils paramilitaires - gardes-frontières, gardes-faune, gendarmeries, etc. - qui sont des euphémisations d'armées, en témoigne.

2 - L'une des conséquences de cette évolution, dont nombre de pays d'Amérique latine sont le théâtre, mais pas uniquement, est que les militaires se trouvent alors, en raison de leur vocation privilégiée à la prise en charge de ces nouvelles tâches, inévitablement rapprochés des sites décisionnels centraux, sinon même incorporés pour y participer ; banalisé, cet enrôlement est de nature à donner lieu à une variété inédite de « militarisme »<sup>10</sup>.

---

10 R. DIAMINT, « A New Militarism in Latin America », *Journal of Democracy*, vol. 26, n° 5, octobre 2015, p. 155-168 ; D. PION-BERLIN et I. ACÁCIO, « The Return of the Latin America Military ? », *Journal of Democracy*, vol. 31, n° 4, octobre 2020, p. 151-165 ; V. BOVE, M. RIVERA et C. RUFFA, « Beyond

Ainsi, et hors de toute intention d'ingérence, peuvent se mettre en place les conditions d'une d'érosion du monopole civil de la gouvernance politique de la force armée et de sa mise en partage. *A minima*, cette mitoyenneté surplombante par rapport aux autorités politiques de légitimité électorale est de nature à aiguïser chez leurs partenaires en uniforme un « *complexe de supériorité maladif* » (S. Finer), toujours équivoque en situation démocratique, et susceptible de s'accompagner de revendications corporatistes qui n'ont pas toujours de traduction logistique ou opérative.

De manière plus conséquente, elle est propice à l'établissement de régimes en dépendance martiale, dont l'assise dérive non plus de la seule désignation démocratique de leurs leaders, mais de la reconnaissance ou du soutien que leur assurent les détenteurs des moyens de violence. Il s'établirait une inversion du rapport des armes à la toge, celles-là contrôlant celle-ci. *In fine*, cette tendance est à même de déboucher sur des coalitions civiles-militaires inégalitaires, voire, et « sans coup [d'État] férir », sur de pures et simples oligarchies militaires gouvernantes, des cas, pour le dire autrement, d'« *États-caserne* » (H. Lasswell) dans des sociétés placées en stress prolongé et en expectative de violence, mais hors contexte de belligérance externe (que les forces armées seraient d'ailleurs de moins en moins capables de gérer).

Cette logique collusive, autrement dit, est doublement pernicieuse, surtout pour des politisés non affermiés. D'une part, elle est de nature à nier la légitimité élective des politiques en même temps que leur emprise étatique et sociétale. D'autre part, elle obère la neutralité démocratique des militaires, évidemment leur crédibilité opérative en matière de défense extérieure, ne leur laissant ouverte que l'étroite et ambivalente voie de la sûreté nationale, et le risqué de postures à base de « marchandage ».

## Conclusion

Il est bien évident que ces formes intrusives et tangibles de l'activisme martial africain dans leur version aussi qualifiée de « *post-moderne* » (J. Marcou), décrites ici de manière idéal-typée, n'épuisent pas toute l'épaisseur du complexe politico-militaire dans ses aspects inappropriés, si tant est que ce qualificatif soit pertinent, et dont le clavier va de la prise du pouvoir au simple manquement (au moins délibéré) à l'étiquette institutionnelle, en passant par des formes d'aliénation idéologique. Les formes dites à bas bruit ou apparemment innocentes peuvent être aussi conséquentes qu'un putsch bien claironné, dont l'absence, inversement, n'est pas plus significative de rapports normalisés, lesquels enfin n'excluent pas une sous-jacence tensionnelle en mode agentiel.

Par ailleurs, et pour des raisons de convenance éditoriale, la nature des régimes institués et surtout la dimension causale du phénomène n'ont pas été envisagées ici. Elle inclut des variables exogènes à la chose militaire, d'ordre géopolitique avec un contexte transnational, global et régional propice à des conduites constitutionnellement

---

Coups : Terrorism and Military Involvement in Politics », *European Journal of International Relations*, vol. 26, n° 1, 2020, p. 263-288. En Afrique : A. ESTERHUYSE, « The Domestic Deployment of the Military in a Democratic South Africa : Time for a Debate », *African Security Review*, vol. 28, n° 1, 2019, p. 3-18 ; les contributions au dossier « Beyond the Coup D'Etat ? Perspectives on Civil-Military Relations in Africa », *Civil Wars*, vol. 22, n° 2-3, 2020 ; P. COLLINS et R. ARCALA-HALL (dir.), *Military Operation and Engagement in the Domestic Jurisdiction : Comparative Call-out Laws*, Leyde-Boston, Brill-Nijhoff, 2022.

et politiquement problématiques, ainsi que d'origine interne, propre au système de gouvernement, avec une configuration institutionnelle autocratisée, plaçant gens d'arme et politiques dans une polarité non médiatisée pernicieuse, inclinant les premiers à « muser le long du Rubicon », si l'on veut bien nous passer cette image. Mais, surtout, elle implique des facteurs liés aux institutions militaires elles-mêmes, plus notamment leur médiocre (c'est à nuancer évidemment) niveau d'institutionnalité, leur modernisation, tant organisationnelle que professionnelle généralement inaboutie, ainsi que ce corrélatif - et pérenne - syndrome corporatiste.

Enfin, et faute d'une étude plus exhaustive du spectre entier de l'activisme militaire, nulle prospective n'a été tentée. Elle s'imposait sans doute, notamment afin de savoir : si ces modes ostensibles, de forte intensité, dont l'Afrique est (pour le moment) l'un des derniers espaces témoins, sont consubstantiels d'un activisme militaire renouvelé sur un registre plus pondéré et plus cantonné (asymptotique, en quelque sorte, d'un rapport au politique normalisé) ; ou s'ils ne sont que des formes résiduelles du militarisme pré-transitionnel, confirmant la thèse de la fin annoncée des coups d'État<sup>11</sup> ; ou enfin s'ils présagent une résurgence et par conséquent la persistance de la malédiction prétorienne. Plus ample recherche, mais surtout l'avenir le diront.

---

11 J. F. Clark, « The Decline of the African Military Coup », *Journal of Democracy*, vol. 18, n° 3 juillet 2007, p. 141-155 ; le dossier « Coups d'État en Afrique : la fin d'une époque », *Jeune Afrique*, 17 mai 2016.





# LES MILIEUX POREUX OU COMMENT MODÉLISER LES SYSTÈMES MULTI-ÉCHELLES

Par M. Michel Quintard<sup>1</sup>

## Introduction

Les milieux poreux sont caractérisés par la présence d'un squelette solide (éventuellement déformable) délimitant un espace, appelé espace poral, qui peut être parcouru par une ou plusieurs phases, de compositions chimiques variables. Le tas de sable de nos jeux enfantins illustre à merveille ce que peut signifier la dénomination milieux poreux. On ne réalise généralement pas, cependant, combien les milieux poreux sont présents massivement dans l'univers qui nous entoure, et l'importance qu'ils prennent dans les grands enjeux qui agitent nos sociétés contemporaines dans le domaine de la santé, de l'environnement, ou de l'énergie, par exemple.

Dans la section suivante, de nombreux exemples seront présentés de manière à illustrer l'omniprésence des milieux poreux dans notre univers. Ils seront également mis en perspective avec les grands enjeux sociétaux évoqués plus haut.

Compte-tenu de l'importance de ces enjeux, de nombreux efforts sont entrepris pour développer des modèles mathématiques et numériques permettant de décrire tous les mécanismes physiques se produisant au sein de ces milieux poreux : écoulement d'un fluide, transport d'un polluant, transfert de chaleur, pour ne prendre que quelques exemples. Les prédictions issues de ces modèles permettent, par exemple, d'anticiper l'arrivée d'une pollution dans un puits de pompage, d'optimiser un matériau isolant, de mieux comprendre la croissance d'une tumeur osseuse, *etc.* Le scientifique voulant développer des modèles mathématiques appropriés se heurte immédiatement à une difficulté majeure liée au caractère multi-échelle de l'objet milieu poreux.

On peut comprendre intuitivement ce concept de « multi-échelle » en reprenant l'exemple naïf du tas de sable. L'objet qui intéresse l'enfant est le seau qui va être rempli pour faire son pâté de sable. Il a une dimension environ décimétrique. Le grain de sable constitutif du milieu a, par contre, une dimension caractéristique bien plus petite, en général approximativement millimétrique. Il y a donc environ quelques millions de grains dans le volume du seau ! Si on connaît la physique à l'échelle du grain, de nombreuses questions se posent alors : peut-on résoudre le modèle physique à cette échelle (appelée échelle microscopique), pour répondre aux enjeux cités plus haut ? Si la réponse est positive, le fait que l'on s'intéresse à un milieu poreux ne distingue en

---

<sup>1</sup> Communication présentée à l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse à la séance du 23 Juin 2022.

rien notre problème de la physique initialement admise à cette échelle microscopique. Malheureusement, à cause de l'énorme écart entre l'échelle microscopique et l'échelle du seau (appelée échelle macroscopique), ici un facteur mille, il n'est en général pas possible de modéliser directement ce qui se passe dans le seau à partir de l'échelle microscopique. Par exemple, pour décrire à peu près précisément un champ de contrainte dans un grain, il faudrait décrire numériquement le grain avec environ plus d'un millier de mailles. Ceci implique qu'il faudrait de  $10^+10$  à  $12^+10$  mailles pour décrire le seau ! Ceci est, pour l'instant, et sans doute encore pour longtemps, inaccessible (on est déjà plusieurs ordres de grandeur plus « lourd » qu'un modèle météorologique !). D'autres alternatives de modélisation doivent être trouvées. La dernière section de cette note aborde donc, de manière qualitative, les diverses alternatives proposées.

### Ubiquité des milieux poreux

La connaissance intuitive des milieux poreux introduite ci-dessus s'est appuyée sur l'exemple du sable. De nombreux autres *milieux naturels géologiques* peuvent être classés dans les milieux poreux. On a, par exemple, également les graviers, les sols, pour rester sur des milieux « granulaires ». Ce qui différencie ces milieux est, au premier ordre, la taille caractéristique des grains qui les composent : micrométrique à millimétrique pour beaucoup de sols limoneux, millimétrique pour les sables, millimétrique à centimétrique pour les graviers. On verra dans la partie consacrée à la modélisation que cette taille de l'échelle microscopique joue un rôle crucial sur les modèles utilisables. Pour rester dans les formations géologiques, de nombreux milieux poreux sont issus de la consolidation des milieux granulaires par diagenèse minérale. C'est le cas, par exemple, des grès issus de milieux du type sable. Les processus de consolidation conduisent en général à une diminution de la taille des pores. Ainsi, l'on peut observer des grès avec des pores de dimension micrométrique. Si certaines roches ne sont pas initialement poreuses, ce qui est souvent le cas lorsqu'on observe certains calcaires à une échelle millimétrique, la formation elle-même peut être affectée de fractures à une échelle plus grande (1 dm, 1 m, ou plus) permettant l'écoulement de fluides. A cette échelle-là, la formation se classe donc dans les milieux poreux ! C'est le cas des systèmes karstiques, qui jouent, dans de nombreux pays dont la France, un rôle très important par rapport à la gestion des ressources en eau. Il est intéressant de lister, sans être exhaustif, les nombreux problèmes d'écoulement dans les milieux poreux géologiques qui concernent des applications ô combien importantes pour nos sociétés :

- Génie pétrolier : les réservoirs de pétrole sont tous à classer dans le domaine des milieux poreux. Ils sont très divers, cependant : sables bitumineux, grès, schistes...
- Stockages géologiques : la séquestration de CO<sub>2</sub>, le stockage de gaz ou d'hydrogène, le stockage de déchets (comme le projet Cigéo pour les déchets nucléaires), sont autant d'exemples impliquant des milieux poreux.
- Aquifères, sols : ressources en eau, transport de polluants, ou de nutriments (par exemple pour l'agriculture) sont autant de domaines où les milieux poreux sont omniprésents.

D'autres *milieux naturels* impliquent également des milieux poreux. On peut citer les tissus végétaux, le bois. Là encore, de nombreux problèmes qui doivent être abordés par la physique des milieux poreux, concernent d'importantes problématiques contemporaines : agriculture, sylviculture. Bien que l'on puisse aussi développer

le concept dans d'autres domaines, on va s'appuyer sur l'exemple des problèmes de modélisation à l'échelle d'une forêt pour montrer que les systèmes multi-échelles peuvent ne pas impliquer seulement deux échelles distinctes (microscopique et macroscopique) comme cela a été le cas dans l'introduction. Considérons donc une forêt. Si on regarde un morceau de bois, ou une feuille, à l'échelle micrométrique, on se convaincra de la nature poreuse des milieux considérés. Mais, bien entendu, l'organisation des troncs dans la forêt et l'espace entre ces troncs offrent, à l'évidence, une image qui correspond bien à la définition du milieu poreux donnée dans l'introduction. Dans cet exemple, les échelles de description sont multiples, et parfois imbriquées : du micromètre à l'échelle des tissus végétaux, au millimètre et centimètre dans le feuillage, jusqu'à des dimensions métriques lorsqu'il s'agit de décrire la répartition des troncs. On pourrait développer la même idée pour la canopée, un champ de blé, une vigne...

Les milieux poreux sont aussi omniprésents dans l'*industrie*. On ne citera que quelques exemples :

- Les matériaux : matériaux de construction comme le béton, les granulats, etc., matériaux composites, matériaux isolants (laine de verre, aérogels...), tissus.
- Les matériaux remplissant les colonnes de réacteur de génie chimique (billes catalytiques, etc.).
- Les constituants des réacteurs nucléaires : soit les assemblages de crayons sains, soit les milieux créés lors d'accident graves (lits de débris).
- Les piles à combustibles, les accumulateurs, font intervenir à de nombreux niveaux des constituants poreux (électrodes, couche séparatrice...).

Encore une fois, on retrouve à travers ces exemples d'énormes enjeux environnementaux, énergétiques, industriels ou économiques.

Dans le domaine de la *biologie* (on a déjà évoqué plus haut l'exemple d'une forêt), les milieux poreux sont également omniprésents. La plupart des modèles décrivant les écoulements ou le transport d'espèces chimiques dans les tissus biologiques sont des modèles directement issus de l'approche milieux poreux : biofilms bactériens, os, système vasculaire cérébral... Là encore, les enjeux de modélisation touchent à des domaines très sensibles, comme la santé !

Cette présentation ne se voulait pas exhaustive, mais elle aura certainement convaincu le lecteur que la physique des milieux poreux n'est pas anecdotique et joue un rôle majeur dans la plupart des enjeux qui affectent nos sociétés.

Pour terminer sur ce point, il est parfois contre-intuitif que la modélisation de tel ou tel système corresponde en fait à une problématique de type milieu poreux. Par exemple, l'écoulement atmosphérique au travers d'une grande cité et de ses « canyons urbains » est en pratique un problème de modélisation qui peut être abordé avec les outils de la « science » des milieux poreux. La vision d'une foule se déplaçant dans un contexte urbain est aussi un autre exemple. Doit-on modéliser le déplacement de la foule en décrivant le déplacement de tous les individus (les grains) ? Peut-on n'avoir qu'une vision macroscopique (*i.e.* le déplacement moyen des individus) ? Une vision purement macroscopique semble ignorer a priori l'effet potentiel du libre-arbitre de chaque individu. Est-ce légitime, ou ne faut-il pas envisager une modélisation hybride, pour reprendre un terme qui sera proposé dans la section suivante, laissant une part à l'interaction foule/individu ? Ces questions sont abordées dans la section suivante. Les outils de cette partie de la science des milieux poreux qui est consacrée à la modélisation des systèmes multi-échelles, fait appel à des méthodes mathématiques qui ne peuvent pas être abordées

dans ce texte. On se bornera à illustrer, sans les supports mathématiques adéquats, la « philosophie » employée pour mettre en place ces modèles.

### Comment modéliser des systèmes multi-échelles ?

La figure 1 représente de manière schématique un problème typique de modélisation d'un écoulement dans un milieu poreux. Le volume caractérisé par la dimension  $L$  serait le tas de sable imaginé dans l'introduction, ou n'importe quel objet macroscopique d'intérêt décrit dans la section précédente (colonne de génie chimique, réservoir pétrolier, etc.). Si on zoome à l'intérieur de ce volume, on peut discriminer la structure microscopique du milieu caractérisée par des longueurs caractéristiques notées  $\ell$ . À cette échelle, le déplacement d'un fluide ferait appel à une description du type milieu continu. La vitesse ou la pression sont des grandeurs décrivant le comportement d'une « particule » fluide, qui en réalité correspond à un petit volume contenant une très grande quantité de molécules. On est déjà en présence d'un problème de modélisation multi-échelle qui est traité de manière classique en physique comme suit. La vitesse des molécules,  $v_p$ , obéit aux lois de la mécanique. La vitesse de la particule fluide,  $v_f$ , représente une vitesse moyenne que l'on peut calculer à partir des vitesses de chaque particule, et que l'on pourrait qualifier de macroscopique par rapport à la description à l'échelle des molécules. Les équations au sens de la mécanique des milieux continus (les équations de Navier-Stokes par exemple) relient le champ de vitesse  $v_f$  à une autre grandeur macroscopique, la pression  $p_f$ . Cette dernière peut être reliée à la dynamique à l'échelle moléculaire de manière plus subtile, puisqu'il n'y a pas de notion de pression associée à chaque molécule prise individuellement. On ne détaille pas cette question, mais il faut retenir que le point de départ de la modélisation à l'échelle du pore,  $\ell$ , fait déjà appel à un changement d'échelle (mécanique des milieux continus, thermodynamique...). C'est une situation classique en physique : on a en tête ici la séquence souvent présentée qui associe des modèles de mécanique quantique, puis de mécanique classique en fonction de l'échelle d'observation. On verra plus loin, et en s'appuyant sur la problématique milieu poreux, que cette vision séquentielle de la pertinence des modèles peut être mise en défaut, et que les méthodes développées pour la physique des milieux poreux peuvent en retour fournir un éclairage intéressant sur ces questions récurrentes de la physique !

On est donc dans la position suivante : on dispose d'équations à l'échelle du pore et issues de la physique « habituelle » qui permettent en principe de modéliser l'écoulement, *i.e.* d'estimer partout  $v_f$  et  $p_f$  dans le cas du problème d'écoulement d'un

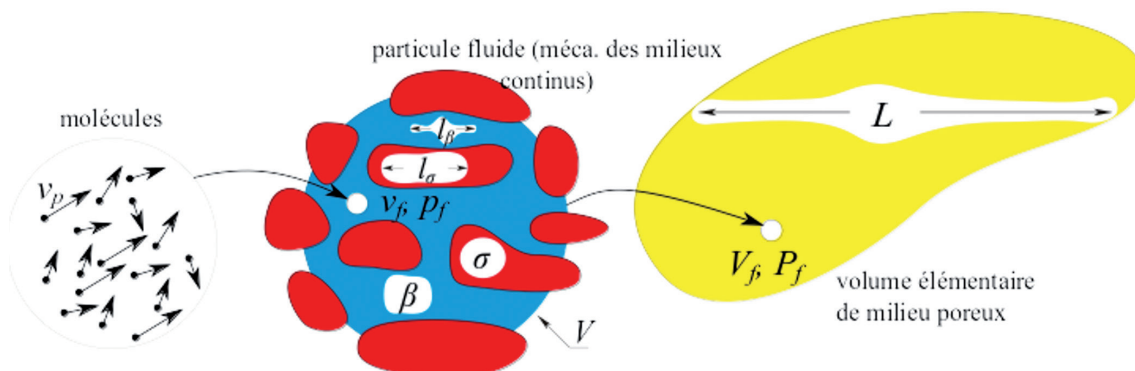


Fig. 1. Représentation schématique de l'aspect multi-échelle d'un milieu poreux.

fluide dans l'espace poral qui sert de fil directeur à cette présentation de la problématique multi-échelle. En général, la résolution directe n'est pas possible compte-tenu du grand nombre de mailles qu'il faudrait inclure dans le modèle numérique (un point discuté plus haut). Est-il possible de reproduire le schéma déjà exposé pour le passage de l'échelle moléculaire à l'échelle du milieu continu ? C'est-à-dire : peut-on définir des grandeurs macroscopiques, comme la vitesse moyenne sur un certain volume représentatif de milieux poreux, que nous noterons  $V_f$  ou une pression macroscopique, notée  $P_f$  ? Et peut-on proposer des équations macroscopiques qui permettent de déterminer ces champs  $V_f$  et  $P_f$  sans passer par le calcul de  $v_f$  et  $p_f$  ? Si cela est possible, alors une modélisation du problème à l'échelle  $L$  procède comme suit :

1. Les équations macroscopiques sont résolues avec des maillages à l'échelle  $L$  et non  $\ell$ , ce qui représente des nombres de mailles bien plus petits, et donc des calculs plus accessibles que la simulation directe à l'échelle  $\ell$ .
2. Les équations macroscopiques font intervenir des propriétés macroscopiques dites « effectives » qu'il faut déterminer. Cette question est cruciale pour la mise en œuvre et sera discutée plus loin. On ne développe pas dans cette note cette question des propriétés effectives. On se bornera à évoquer deux exemples. À la description microscopique de l'espace poral on associera la notion macroscopique de porosité (égale au rapport du volume de pore sur le volume total, occupé par les pores et la phase solide). Quant à la perte de charge pour un écoulement traversant le milieu poreux, elle sera déterminée par la connaissance de la perméabilité qui intervient dans une loi macroscopique appelée loi de Darcy (du nom du chercheur français qui a travaillé sur l'alimentation en eau de la ville de Dijon (Darcy, 1856)) qui relie la vitesse  $V_f$  au gradient de la pression  $P_f$ .

Il est à noter que, dans cette approche, on se retrouve dans la situation où le modèle macroscopique est utilisé de manière indépendante du modèle à l'échelle inférieure, reproduisant ainsi le schéma déjà utilisé : modélisation à l'échelle moléculaire si on regarde à l'échelle d'une molécule, et modélisation au sens de la mécanique des milieux continus si on regarde à l'échelle  $\ell$ . Quand une telle modélisation en cascade de modèle « indépendants » est-elle possible ? Ce point a fait l'objet de nombreuses études détaillées pour les milieux poreux, à partir de diverses méthodes mathématiques de changement d'échelle (Bensoussan et al., 1978 ; Matheron, 1967 ; Whitaker, 1999 ; Davit et al., 2013). Si le milieu poreux considéré satisfait à une hypothèse de *séparation des échelles* qui stipule que  $\ell \ll L$  c'est-à-dire que l'échelle du pore est beaucoup plus petite que l'échelle de l'objet macroscopique d'intérêt, on a alors les propriétés suivantes :

1. On peut déterminer la structure des équations macroscopiques à partir des équations connues à l'échelle plus petite. Les équations macroscopiques obtenues peuvent alors être utilisées sans revenir à la description microscopique, mais elles font intervenir des propriétés nouvelles, appelées propriétés effectives, qu'il faut déterminer. On peut les déterminer par une approche expérimentale purement macroscopique, mais aussi en s'appuyant sur la méthode de changement d'échelle utilisée : voir point suivant.
2. Les propriétés effectives peuvent en effet être calculées en résolvant certains problèmes fournis par la méthode de changement d'échelle sur un volume représentatif du milieu poreux à l'échelle  $\ell$ .

Cette dernière possibilité, connue depuis plusieurs décennies, prend aujourd'hui une importance particulière, due à la conjonction de trois avancées déterminantes dans les domaines de la science et de la technologie : (1) le développement des méthodes de changement d'échelle, (2) les possibilités de caractérisation précises de la structure poreuse à l'échelle  $\ell$  par les diverses techniques de micro-tomographies, nano-tomographies, (3) l'existence de machines de calcul à haute performance. Dans le passé, la détermination des propriétés effectives nécessitait de réaliser des expériences macroscopiques et de les interpréter. Bien que cette approche expérimentale ne soit pas du tout obsolète, il est aussi possible, aujourd'hui, de calculer ces propriétés à partir des images tomographiques. Les calculs restent en général très lourds, mais sont accessibles en particulier avec les machines des grands centres de calcul.

Comme on l'a vu, cette séquence simple de modélisations indépendantes à chaque échelle s'appuie sur une *hypothèse de séparation d'échelle*. Beaucoup de milieux réels ne satisfont pas pleinement à ce critère. Il existe un grand nombre d'échelles, souvent imbriquées. Quelles sont les possibilités de modélisation dans ces cas ? Ce problème est abordé ci-dessous dans le cas d'un milieu poreux un peu particulier, dit système à double milieu. Un tel système est représenté schématiquement dans la figure ci-dessous.

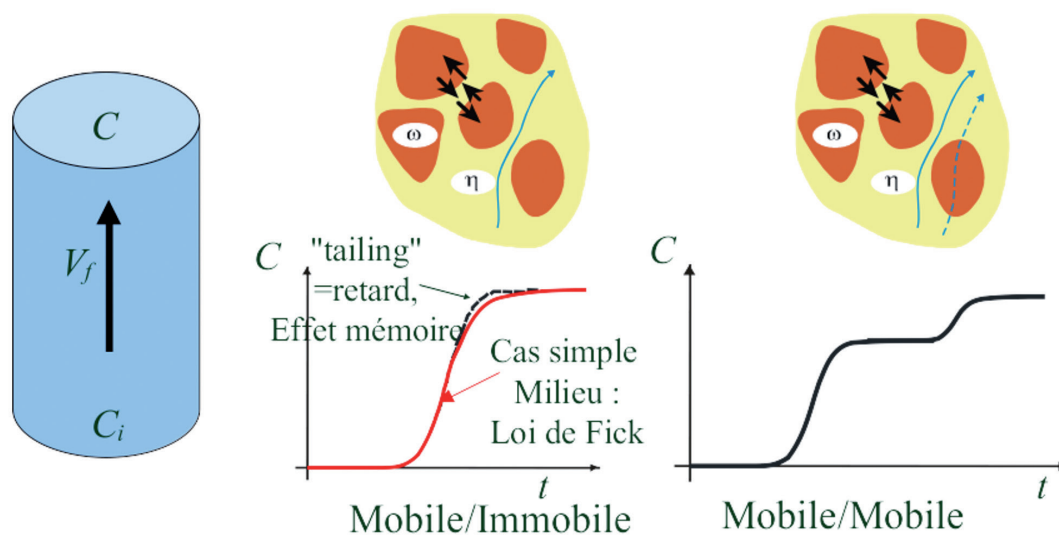


Fig. 2. Système à double milieu.

Une colonne poreuse (à gauche) est remplie par deux types de milieux poreux répartis en un domaine continu (repéré par  $\eta$ ), et des nodules (repérés par  $\omega$ ). Si un fluide entre dans la colonne avec une certaine concentration  $C_i$ , la concentration à la sortie,  $C$ , en fonction du temps présente les caractéristiques suivantes :

1. Pour un milieu simple (un seul des milieux  $\omega$  ou  $\eta$ ), on a ce que l'on appelle une courbe de dilution classique (fickienne), solution d'un problème classique de diffusion/convection,
2. Pour un double milieu avec des nodules beaucoup moins perméables que le milieu continu (système appelé mobile/immobile), on constate un effet de retard ou de mémoire lié à la vitesse plus lente de pénétration dans les nodules du constituant chimique observé.
3. Pour une perméabilité des nodules moins petite que dans le cas précédent (système appelé mobile/mobile), on peut observer une arrivée en deux temps du front de concentration. Cette courbe d'élution,  $C(t)$ , est également très différente du cas Fickien !

Ces nombreuses situations, qualifiées de transport anormal par opposition au cas Fickien, ont fait et font encore l'objet de nombreuses études, et constituent un domaine extrêmement ouvert de la physique des milieux poreux. On se bornera ici à évoquer la typologie des divers modèles que l'on tente d'utiliser. On s'appuiera pour cela sur la représentation schématique proposée ci-dessous :

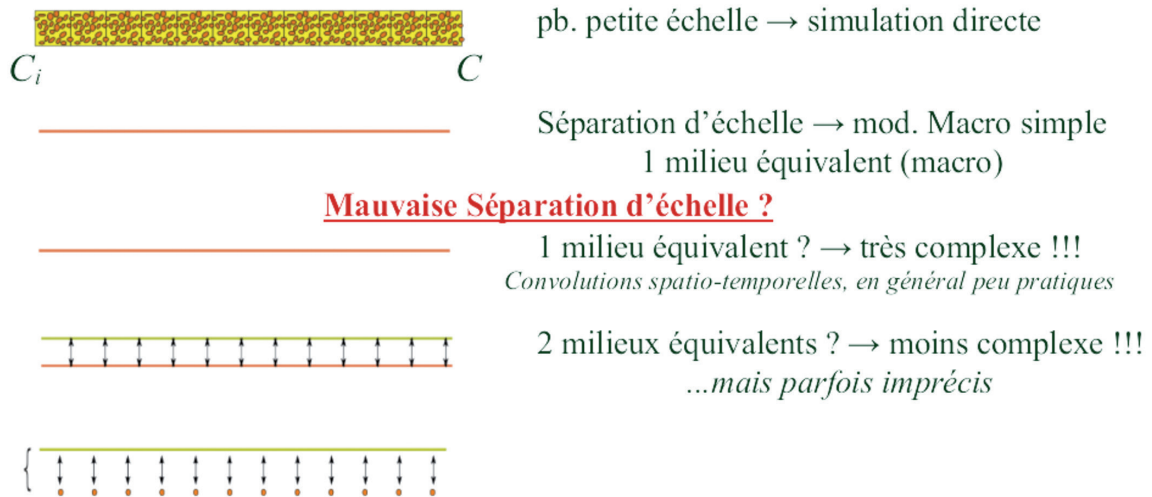


Fig. 3. Représentation schématique de divers modèles possibles pour un système à deux milieux.

On considère un écoulement dans la colonne poreuse qui est, en moyenne, mono-dimensionnel. La simulation directe, première possibilité, n'est pas le plus souvent une option praticable, pour les raisons évoquées précédemment. Dans le cas de séparation des échelles, le modèle macroscopique correspondant consisterait à résoudre l'équation macroscopique dans un cas monodimensionnel, à condition de connaître les propriétés effectives (voir discussion précédente). La résolution monodimensionnelle est très légère en termes de ressources informatiques comparée à la résolution 3D directe. La plupart des simulations utilisées en pratique aujourd'hui (génie pétrolier, génie chimique, génie civil, *etc.*) correspondent à ce type de modèle. Comme cela a été illustré sur la figure 2, ces modèles simples ne donnent pas toujours satisfaction.

Dans le cas de transport anormal, plusieurs possibilités s'offrent alors :

1. Modélisation 1D par une seule équation. À cause des effets d'anormalité qu'il doit incorporer, un tel modèle a une structure mathématique très complexe comparée au modèle simple du cas avec séparation des échelles (par exemple présence de convolutions spatio-temporelles). De tels modèles sont souvent difficiles à construire, et, aussi, difficiles à résoudre numériquement.
2. Modélisation 1D à plusieurs équations : le modèle le plus simple correspond à une équation pour le milieu effectif  $\omega$  et une autre pour le milieu  $\eta$ , les deux milieux échangeant de l'information pour traduire le passage de la matière d'un milieu à l'autre. De tels modèles permettent d'approcher, le plus souvent sans convolutions spatio-temporelles, une partie des effets de mémoire et de retard évoqués plus haut.
3. Modèles hybrides ou mixtes : de tels modèles couplent une représentation macroscopique pour le milieu continu  $\eta$ , à une représentation à plus petite échelle pour les nodules.



Si on se réfère à l'image de la modélisation de la foule, le modèle hybride ou mixte propose un modèle de foule couplé/influencé par le comportement de chaque individu. Un tel modèle est plus lourd que le modèle  $n^2$ , puisque subsistent des simulations à petite échelle, mais il permet dans de nombreux cas de modéliser certains effets de mémoire de manière plus précise que des modèles à deux équations.

## Conclusion

On a, dans cette courte note, montré l'importance qu'avait la « science » des milieux poreux dans de nombreux problèmes scientifiques et techniques contemporains. On a par ailleurs montré, de manière qualitative et non-mathématique, que divers types de modèles pouvaient être mis en place pour ces systèmes multi-échelles.

Ce dernier aspect a une portée plus générale. On a déjà vu que la physique classique (hors milieu poreux) exhibait des problématiques de changement d'échelle. Par exemple en considérant la question de l'émergence de modèles continus à partir du comportement de systèmes de molécules. L'intérêt méthodologique des travaux effectués sur les milieux poreux est d'offrir (parce que les méthodes de changement d'échelle peuvent être poussées très loin) une perspective sur d'autres problèmes de la physique. Par exemple, les modèles à deux équations évoqués ci-dessus rappellent les modèles à plusieurs températures introduits pour décrire le comportement de certains plasmas, ou bien le modèle à « deux fluides » utilisé pour modéliser les écoulements de superfluide. Dans cette optique, l'approche hybride suggérée par les physiciens des milieux poreux pourrait inspirer d'autres disciplines !

Le choix des modèles ou leurs développements représentent une grande difficulté technique, ce qui explique que de nombreux problèmes n'ont pas trouvé à ce jour de solutions satisfaisantes.

## Bibliographie

Bensoussan, J., L. Lions, G. Papanicolaou *Asymptotic Analysis for Periodic Structures*, Amsterdam, North-Holland, 1978.

Darcy, H., *Les Fontaines Publiques de la Ville de Dijon*, Paris, Dalmont, 1856.

Davit, Y. *et al.*, « Homogenization via formal multiscale asymptotics and volume averaging : How do the two techniques compare? », *Advances in Water Resources*, 2013 206–178, 62.

Matheron, G., *Éléments Pour une Théorie des Milieux Poreux*, Paris, Masson, 1967.

Whitaker, S., *The Method of Volume Averaging*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1999.

# RAPPORT SUR LES PRIX 2021 DÉCERNÉS PAR L'ACADÉMIE LE 19 JUIN 2022

Par M. Jacques ALEXANDROPOULOS

La remise annuelle des prix décernés par notre Académie, ce qui nous réunit aujourd'hui, voit toujours le retour d'un très beau moment de la vie de notre « Société savante ». Un moment privilégié, d'abord parce que nous avons le plaisir de récompenser l'excellence de la jeune recherche, mais aussi un moment important car il correspond à l'un des principaux aspects de notre rôle dans la société. Ce rôle a pu changer au cours du temps. Jadis, l'Académie était l'un des lieux où l'on faisait part de ses découvertes : on venait y rendre compte d'un voyage d'exploration scientifique, de l'étude d'un document historique ou archéologique inédit, ou d'une avancée scientifique. Aujourd'hui, notre rôle se tourne plutôt vers la reconnaissance d'un savoir qui s'élabore ailleurs, dans les diverses unités et équipes de recherche des universités et instituts de recherche toulousains. Nos objectifs sont d'encourager cette recherche et de récompenser les jeunes doctorants les plus méritants. Et c'est précisément le sens de notre assemblée d'aujourd'hui.

Le contexte dans lequel s'est opéré cette année le choix des lauréats, tranche du tout au tout avec celui que nous avons connu l'an dernier. Nous étions alors dans les restrictions imposées par le Covid, et chacun des participants à l'évaluation des dossiers se souvient des difficultés suscitées par l'impossibilité de discussions directes, et le règne envahissant et souverain des visio-conférences. Outre ces aspects matériels, qui avaient engendré de lourds retards de procédure, le nombre des candidatures s'était réduit à 44. Aujourd'hui, nous devons espérer que cet épisode épidémique est désormais en partie derrière nous, et nous pouvons constater en tout cas un rebond du nombre de dossiers de candidatures - 68 -, soit un bon tiers de plus que l'an passé, et même davantage que l'année qui avait précédé - 51. Autre différence : même si l'an dernier la rigueur au moins de l'évaluation des candidatures n'avait pas souffert des circonstances, cette année, cette même rigueur a pu s'exercer dans un climat évidemment bien plus serein.

Je parle de rigueur, et le mot est ambigu. Il présente un aspect positif dans la mesure où il garantit l'impartialité des choix qui ont été effectués parmi les thèses qui nous ont été proposées. Et de fait, le soin avec lequel les évaluateurs ont procédé à l'élaboration de leurs rapports, et la longueur de la réunion décisionnelle finale d'attribution des prix, témoignent largement de cette rigueur positive. Mais comme je le disais, le mot rigueur s'accompagne aussi d'une connotation moins agréable de dureté. Et cette dureté nous l'avons largement ressentie précisément à l'heure des choix finaux. Comme dans tout concours, la différence peut être infime entre la qualité de la thèse retenue et celle qui a dû être écartée, non sans regrets, au bout du compte. Et je dois dire, qu'une fois encore, la qualité de la très grande majorité des thèses proposées était véritablement excellente.

Pourtant, comme l'an dernier, la totalité des prix n'a pas pu être décernée, faute de candidats dans certains domaines. C'est le cas de la philosophie et de ce qui touche à l'instruction et à l'innovation pédagogique. Sur ce point, on peut marquer le même étonnement que l'an dernier, dans la mesure où le contexte épidémique a amené les enseignants du primaire, du secondaire comme du supérieur à faire preuve d'une capacité d'innovation exceptionnelle. Sans doute nous faudra-t-il faire davantage connaître l'existence de tels prix, comme aussi de celui qui récompense une œuvre de création littéraire, resté également sans lauréat.

En tant que rapporteur général, je voudrais maintenant remercier très vivement les consœurs et les confrères qui ont permis une parfaite tenue du processus d'évaluation, que ce soit par la qualité des rapports fournis sur les thèses, ou lors de l'organisation des débats intermédiaires et finaux. Avant la réunion conclusive, en effet, de nombreux échanges préalables ont eu lieu, par domaine de recherche, et cet investissement des rapporteurs a considérablement facilité la tâche de synthèse des débats. On doit également remercier les membres du bureau de l'Académie pour leur inlassable implication : M. Hugues Chap, notre président, M. Max Lafontan, notre secrétaire perpétuel, ainsi que M. Gérard Laurans qui, une fois encore, a bien voulu assurer la lourde logistique informatique du processus.

Merci enfin, mais surtout, aux lauréats, et plus largement à tous les candidats, dont la plupart nous ont proposé des travaux de belle valeur. Nous allons maintenant présenter les travaux primés, en commençant par rappeler pour chacun l'essentiel des remarques formulées à son propos par les évaluateurs.

## PRIX EN DROIT - ÉCONOMIE

### ***Prix d'ÉCONOMIE : Toulouse I Capitole pour un sujet traitant d'économie***

**M. Matthias DELPONT** : *Observance des mesures de biosécurité dans les élevages de volailles français : pratiques et attitudes.*

L'arrivée de la première épidémie d'influenza aviaire hautement pathogène en France, en 2015, a provoqué une prise de conscience du besoin de maîtriser les mesures de biosécurité dans les élevages de volailles. L'étude de M. Delpont part précisément des dysfonctionnements repérés dans l'application de ces mesures au sein d'un millier d'élevages, en fonction des régions et des types de production, et cela malgré l'évolution de la réglementation consécutive aux épidémies. Puis, à partir des données recueillies dans 46 élevages au moyen de questionnaires et d'observations directes, l'auteur, en utilisant des techniques statistiques d'analyse multidimensionnelle, réalise une typologie qui explique cette application hétérogène des pratiques, à la fois par des facteurs structurels (bassins de production, modes d'élevage de volailles), des facteurs techniques, mais aussi psychosociaux (attitude des éleveurs face à l'influenza et à la biosécurité, et traits individuels de personnalité). La grande originalité du travail consiste précisément à confronter ces déterminants socio-psychologiques aux pratiques de biosécurité, en débouchant de manière particulièrement heureuse sur une série de vidéos thématiques aidant à améliorer les pratiques de manière ciblée.

### ***Prix OZENNE : implications économiques. Doté par le Crédit Municipal***

**Mme Batoul EL MAWLA** : *Les déterminants de la divulgation d'informations sociétales : une étude comparative France / Canada.*

Le thème très actuel de cette thèse, est celui de la transparence des entreprises. Ces dernières, doublement soumises à des environnements institutionnels nationaux très structurés, et internationaux plus souples, sont de plus en plus contraintes d'aligner leurs pratiques de gestion sur les enjeux du changement climatique ou sur les objectifs de développement durable définis par les Nations Unies. La thèse porte précisément sur cette responsabilité sociale, et sur la prise en compte des facteurs sociétaux, dans le choix des objectifs, comme dans le mode de gouvernance des entreprises. Mais elle insiste surtout, dans une remarquable analyse quantitative, sur la façon dont ces mêmes impératifs institutionnels, organisationnels et culturels déterminent la divulgation d'informations sociétales et la transparence pour de nombreuses entreprises en France et au Canada. La prise en compte par l'auteure d'une base de données considérable et d'un grand nombre de cas sur une longue période de temps, met parfaitement en évidence le lien entre un contexte macrosocial très vaste et des pratiques comptables et organisationnelles très pointues.

## PRIX À CARACTÈRE SCIENTIFIQUE

### *Prix de l'Université Paul Sabatier : Mathématiques - Informatique*

**M. Valentin DEBARNOT** : *Microscopie computationnelle.*

La thèse de M. Debarnot porte sur le traitement du signal et de l'image, appliqué à la microscopie biologique. Le couplage des dispositifs de microscopie avec des méthodes numériques avancées, permet de repousser les limites de résolution des microscopes, notamment pour l'observation par fluorescence de molécules individuelles. Cette thèse apporte ainsi plusieurs contributions à des questions difficiles d'estimation et de reconstruction d'images à partir de mesures bruitées. Elle met en œuvre des techniques poussées de mathématiques appliquées, pour la résolution de problèmes inverses et l'obtention de garanties théoriques d'identifiabilité. Elle développe des méthodes numériques d'optimisation en grande dimension de fonctions non différentiables et non convexes, des méthodes de décomposition tensorielle parcimonieuses, ainsi que des approches d'apprentissage par réseaux neuronaux. Elle a donné lieu à plusieurs développements de logiciels, ainsi qu'à des simulations et des expérimentations sur les microscopes du Centre de Biologie Intégrative de Toulouse. Cette thèse couvre un champ disciplinaire et une diversité de méthodes très larges, pour des résultats remarquables.

### *Prix de l'Université Paul SABATIER : Physique*

**M. Florian GOIRAND** : *Statistical modelling of blood flow and transport in brain micro-vascular networks (Modélisation statistique de l'écoulement sanguin et de ses propriétés de transport dans le réseau micro-vasculaire cérébral).*

Voici une thèse située à la croisée des recherches sur la microcirculation sanguine et sur les écoulements dans les milieux hétérogènes ou poreux. Elle conduit à une approche nouvelle de l'effet combiné de la structure du réseau microvasculaire et de l'écoulement sur l'irrigation sanguine des cellules cérébrales. Cette irrigation, si elle est insuffisante, devient un élément déterminant dans l'émergence et la progression de maladies neurodégénératives comme celle d'Alzheimer. A partir de simulations numérisées d'écoulements sanguins dans des réseaux microvasculaires de souris, et en se référant à des réseaux modèles, l'auteur, en utilisant la physique statistique, montre

l'apparition de zones anormales (déplétion en oxygène, accumulation de déchets métaboliques toxiques) qui s'expliquent par la distribution des écoulements. En mettant en œuvre, avec une grande maîtrise, un large spectre de méthodes issues de différents champs de la physique (hydrogéologie, matière condensée, physique statistique, milieux granulaires), ainsi que différents moyens théoriques comme les méthodes analytiques ou la simulation numérique, l'auteur fait preuve d'une maturité scientifique exceptionnelle.

**M. Maxime MARTINEZ** : *L'effet tunnel assisté par le chaos comme nouvel outil pour la simulation quantique.*

Cette thèse sur l'effet tunnel assisté par chaos précise les conditions à remplir dans une expérience sur atomes froids, pour étudier des systèmes quantiques dont la dynamique classique est mixte, c'est-à-dire intermédiaire entre chaotique et intégrable. Ce travail de recherche fondamentale, mené en collaboration avec un groupe d'expérimentateurs toulousains, s'inscrit dans les importants développements liés aux «technologies quantiques». Il couvre un large spectre de compétences en physique, tant au niveau quantique avec l'effet tunnel, qu'au niveau du chaos classique et quantique. Les résultats sont parfaitement clairs et mettent en évidence, pour la première fois, les fluctuations géantes du temps de tunneling, associées à des résonances (anti-croisements) entre différents niveaux d'énergie. C'est un résultat majeur, et qui fera date. Dans un deuxième temps, l'auteur envisage une généralisation des effets étudiés, au cas de systèmes périodiques avec des effets à longue portée. Il aborde enfin un autre aspect, autour des propriétés multifractales d'un système quantique au voisinage du point critique d'une transition de phase quantique. M. Martinez suggère une méthode de mesure de ces propriétés, ce qui constitue un autre résultat extrêmement intéressant, contribuant à faire de cette thèse un travail remarquable.

#### **Prix de l'Université Paul SABATIER : Chimie**

**Mme Clémence GELY** : *Évaluation des paramètres toxicocinétiques des analogues de bisphénols : développement d'approches de type relation quantitative structure-activité (QSAR).*

Les restrictions à l'utilisation du bisphénol A (le BPA) ont conduit à son remplacement par des molécules de structure analogue et de potentiel perturbateur endocrinien comparable. Afin d'évaluer le risque d'exposition humaine à ces substances émergentes, notamment pendant la période critique de la gestation, Mme Gély croise les données de la chimie analytique, des sciences pharmaceutiques, de la chimiométrie et des études sur l'exposition aux contaminants environnementaux. Elle met ainsi en évidence les mécanismes qui déterminent l'exposition materno-foetale à 15 substituts du BPA, dont le principal, le BPS. Des modèles fondés sur la relation quantitative structure-activité, et notamment les propriétés chromatographiques, lui ont permis de prédire le passage placentaire. Ce remarquable travail de thèse présente des méthodologies analytiques innovantes pour caractériser les analogues du bisphénol dans de nombreuses matrices, et il permet d'évaluer les paramètres toxicocinétiques de 12 à 15 bisphénols, en comprenant mieux leurs mécanismes d'exposition. Ces données, essentielles pour évaluer le risque d'une exposition humaine à cette famille de bisphénols émergents, permettra d'éclairer les décisions des agences réglementaires pour éviter les substitutions regrettables.

***Prix de l'Université Paul SABATIER : Sciences de la vie ou de la terre***

**Mme Lisa RABILLER** : *Les opioïdes : un verrou à la régénération chez le mammifère adulte ? Dialogue avec le système immunitaire et l'innervation sensorielle.*

Cette thèse analyse l'impact des opioïdes sur la régénération des tissus chez la souris adulte. Elle aborde des questions originales, liées à la dynamique de la masse grasse, dans les processus de régénération post-lipectomie. Cela selon deux axes de recherche majeurs, et d'abord le contrôle de la réponse immunitaire par les opioïdes dans un contexte de régénération ou de cicatrisation. Elle démontre que ces opioïdes ont des effets néfastes, car ils inhibent à la fois la régénération des tissus et la résolution de l'inflammation. La thèse analyse ensuite l'implication du système nerveux sensoriel périphérique, au cours des processus de régénération tissulaire : sécrétion de neuropeptides et perception de la douleur associée. Elle révèle qu'une administration de morphine et de CGRP pourrait être déterminante pour induire une régénération tissulaire en permettant de limiter la douleur. Une telle observation est certainement susceptible de conduire à des applications en clinique humaine (chirurgie réparatrice). Par l'originalité et la diversité des démarches expérimentales mises en œuvre, tant *in vitro* qu'*in vivo*, par l'utilisation d'outils génétiques et le recours à des modèles de souris avec perte ou gain de fonction, cette thèse aboutit à des résultats remarquables sur les mécanismes impliqués dans les processus de cicatrisation ou régénération tissulaires, des problèmes biologiques essentiels pour préserver l'intégrité des organismes.

***Prix Henri GAUSSEN : sujet de biologie du développement animal ou végétal ou écologie***

**Mme Coline MONCHANIN** : *Impacts des polluants métalliques sur l'abeille : de la colonie au cerveau.*

Cette thèse en éco-toxicologie est d'une grande actualité. La vie des pollinisateurs est affectée par les stress environnementaux (produits agrochimiques) qui touchent les processus cognitifs impliqués dans des comportements fondamentaux. Les émissions liées aux activités humaines ont élevé les concentrations de ces polluants bien au-dessus des niveaux naturels dans l'air, le sol, l'eau et la flore. Et les abeilles y sont exposées à tous les stades de leur vie. Mme Monchanin a abordé l'impact des métaux lourds, notoirement toxiques, en développant une analyse intégrée de l'impact de plusieurs polluants métalliques sur la cognition, la morphologie et le cerveau des abeilles. Elle a choisi une approche multi-échelle, du cerveau à la colonie, en laboratoire et sur le terrain. Ses résultats montrent que les abeilles ne peuvent éviter de rencontrer les métaux présents dans la nourriture à des niveaux nocifs dans l'environnement, comme l'arsenic près d'une mine d'or. Elle montre qu'une exposition aiguë ou chronique à ces mêmes niveaux altère leur croissance, la taille de leur cerveau et leurs capacités cognitives. Elle insiste sur les cocktails de toxiques et les pollutions de certains sites, un facteur de stress majeur pour les abeilles, et plus généralement les insectes. Cette thèse excellente est la première analyse intégrée de l'impact de plusieurs polluants métalliques sur la morphologie, l'organisation cérébrale et les processus cognitifs chez l'abeille. Elle devrait encourager de nouvelles études sur la contribution de la pollution métallique dans le déclin signalé des abeilles, et plus généralement des insectes.

***Prix PICOT de LAPEYROUSE : sciences de la terre, des océans ou de l'atmosphère***

**M. Mayeul DESTOUCHES** : *Prise en compte des hydrométéores dans un schéma d'assimilation de données variationnel ensembliste appliqué au modèle de prévision AROME.*

Cette thèse, qui concerne les hydrométéores, comme les nuages, les pluies, la neige ou la grêle touche ainsi au cœur même des méthodes de prévision numérique du temps. Et cela sous deux aspects essentiels : d'une part la prévision de ces phénomènes par analyse fine des covariances impliquées, et d'autre part les possibilités d'assimilation de données d'observation d'hydrométéores dans les modèles opérationnels de Météo-France. Le problème est particulièrement ardu pour les hydrométéores car leurs variables ont des propriétés physiques incompatibles avec les hypothèses mathématiques des méthodes classiques d'assimilation, et parce que les covariances présentent des structures spatiales complexes et parfois difficile à exploiter. La thèse de M. Destouches aborde parfaitement ces deux questions complémentaires et débouche sur des solutions novatrices dont on a pu mesurer précisément les gains en les insérant dans les modèles numériques opérationnels de Météo-France. Elle suggère aussi des pistes précises que l'on pourra explorer dans le futur et en explicite les gains potentiels additionnels. C'est donc une très belle contribution à l'avancée des recherches dans son domaine que nous propose M. Destouches.

***Prix Jean NOUGARO : sujet traitant des sciences physiques de l'ingénieur, doté par l'INP***

**M. Yazan BARAZI** : *Protection rapide en régime extrême de court-circuit des transistors MOSFET SiC par fonctions intégrées en technologie ASIC CMOS.*

Le travail de thèse de M. Barazi porte sur les problèmes de sécurité des convertisseurs de puissance et plus particulièrement sur la détection ultrarapide (quelques millisecondes) de la présence de courts-circuits sur les transistors MOSFET à Carbone de Silicium, et sur la mise en protection de certains composants de puissance. Ces composants très récents commencent à intégrer des applications modernes de l'électronique de puissance, comme la mobilité électrique, le stockage des énergies renouvelables et des alimentations à découpage exigeantes. Or, les circuits de commande rapprochés actuels ne permettent pas de bien piloter ces composants, et ils n'intègrent pas de fonctionnalités de protection contre les courts-circuits, ce qui limite énormément l'exploitation de leur plein potentiel. Dans sa thèse M. Barazi a su trouver des solutions innovantes pour la commande et la protection de ces composants de puissance, en proposant trois techniques différentes dont deux ont été testées. Les applications industrielles de ce type de recherche sont importantes, et offrent de nombreuses perspectives, notamment pour l'électronique embarquée.

***Prix des Sciences de l'ingénieur, décerné par l'Institut Polytechnique de Toulouse - Sciences de l'ingénieur***

**M. Alessandro Di PRETORO** : *Optimal Design of Flexible, Operable and Sustainable Processes under Uncertainty : Biorefinery Applications.*

Cette thèse s'intéresse à la façon dont les performances de certains processus sont affectées lorsque les conditions de fonctionnement ne sont plus celles dans lesquelles ils ont été conçus et optimisés. Dans le domaine de la bioraffinerie, l'auteur a ainsi

pris en compte la flexibilité nécessaire à chaque étape de la démarche de conception des procédés, en l'occurrence celui de la séparation entre l'eau et le groupe acétone-butanol-éthanol. Il a cherché d'abord à quantifier cette flexibilité grâce à des indicateurs déterministes et stochastiques, puis à intégrer ces données à chaque étape de la conception du procédé, depuis l'analyse de sa faisabilité jusqu'à la validation, en régime dynamique, de la stratégie de contrôle. Les aspects économiques et environnementaux ont été pris en compte dans une procédure unifiée, pour évaluer le meilleur compromis entre le surdimensionnement des équipements et les utilités externes destinées à compenser les perturbations. C'est donc une remarquable approche globale qui est proposée ici, envisageant ensemble tous les objectifs d'opérations unitaires dans des conditions opératoires incertaines, et en tenant compte des critères de rentabilité, de flexibilité, d'opérabilité et d'impact environnemental.

***Prix Pierre MAURY : activités aéronautiques, astronomiques  
ou de la recherche spatiale.***

**M. Baptiste CHIDE** : *Le premier microphone sur Mars : contribution à la spectroscopie induite par laser et à la science atmosphérique.*

La thèse de M. Chide porte sur l'étude des sons enregistrés sur la planète Mars par le micro du SuperCam embarqué sur le rover Persévérance. Bien avant le lancement, il fallait prévoir de longs préparatifs et des calculs précis des capacités du micro à recevoir et transmettre ces sons. Cette étude préalable des bruits audibles par ce microphone, aussi bien les phénomènes atmosphériques dans l'environnement proche du véhicule que les bruits artificiels générés par SuperCam lui-même, s'est faite par reproduction en laboratoire des conditions d'écoute sur Mars, en utilisant un banc de mesure sous atmosphère martienne simulée. L'auteur a ainsi montré que la synchronisation du microphone avec le laser permet une mesure originale de la vitesse du son, pour sonder aussi bien les caractéristiques d'une atmosphère comme la température et le vent, que celle de la nature et des propriétés des roches frappées par un rayon laser. À partir d'un petit appareil anodin, que l'on aurait pu croire cantonné à des fins de pure communication, M. Chide a su ainsi, de manière magistrale, élaborer un instrument de mesure scientifique crédible et à fort potentiel compte-tenu de sa taille et son poids.

## PRIX EN SCIENCES HUMAINES

***Prix de l'Université Jean JAURÈS : lettres, langues, sciences humaines et sociales***

**Mme Anélie PRUDOR** : *« España en el corazón ». Travailler les mémoires transfrontalières de l'Espagne républicaine : acteurs, enjeux et processus (Sud-ouest français/Aragon).*

Dans cette très belle thèse, l'auteure étudie la construction transfrontalière des mémoires de la République espagnole et de la guerre civile, sur la base d'une étude anthropologique et historique des associations militantes de part et d'autre des Pyrénées. Elle considère d'abord l'histoire mise en avant par les acteurs rencontrés et elle suit l'évolution des mémoires jusqu'aux années 2000, en insistant sur la diversité des approches et la construction d'un espace éclaté. Dans un deuxième temps, elle présente les associations mémorielles, avec l'émergence de réseaux transpyrénéens qui visent à créer, non sans difficultés, une mémoire partagée. Elle montre comment les



rencontres, les échanges permettent d'articuler une mémoire familiale et personnelle à une mémoire collective et historique, à la fois locale, nationale et transfrontalière, territorialisée et déterritorialisée. Malgré des tensions, c'est un certain consensus qui l'emporte autour des valeurs de l'antifascisme et d'une vision victimo-héroïque, qui alimentent des discours et des célébrations très finement évoqués. Cette thèse, très originale, située à la croisée des études sur la mémoire et sur la frontière, définit parfaitement celle-ci comme un espace symbolique et utopique destiné à accueillir et à valoriser la mémoire et l'histoire de l'Espagne républicaine perdue.

***Prix Alfred DUMÉNIL : histoire politique, sociale ou économique***

**M. Michaël LLOPART** : *Entre l'État, l'Usine et le Marché : le « problème de l'azote » en France. Retour sur les débuts controversés d'une entreprise publique durant l'Entre-deux-guerres : l'Office national industriel de l'Azote (1924-1940).*

Vingt ans après l'explosion de l'usine toulousaine d'AZF, la thèse de Michaël Llopart revient, dans une perspective d'histoire globale, sur l'histoire et le rôle de l'ONIA, l'*Office national industriel de l'Azote*, depuis sa création en 1924 pour rattraper le retard vis-à-vis de l'Allemagne, jusqu'en 1940. Tous les aspects de la question sont envisagés, qu'il s'agisse des volets scientifiques et techniques (chimie et emplois de l'azote, équipements et procédés mis en œuvre), ou des conditions politiques, économiques et juridiques qui aboutissent à la création inédite d'une entreprise publique fonctionnant selon le modèle du privé. Les aspects sociaux ne sont pas oubliés, avec l'étude du statut des cadres et des employés, de leur formation, et des luttes syndicales, notamment à l'époque du Front populaire. C'est enfin plus largement sur l'intégration de cet établissement dans le tissu local, marquée par les interventions gouvernementales et administratives locales ou celles des lobbies, que s'achève cette très belle étude qui évoque aussi les premières inquiétudes, malheureusement prémonitoires, sur les menaces environnementales d'une entreprise qui a joué un rôle capital dans la vie économique et sociale toulousaine au XX<sup>e</sup> siècle.

***Prix Sydney FORADO : sujet à caractère historique***

**M. Pierre PÉFAU** : *Construire dans les agglomérations gauloises. L'architecture des bâtiments du Second âge du Fer en Gaule interne : approche technique et socio-économique.*

Cette thèse d'archéologie évoque l'architecture en bois, dans le cadre géographique de la Gaule interne, et le cadre chronologique des trois derniers siècles avant notre ère. Le choix de ce thème s'explique par l'importance de l'architecture pour la connaissance des sociétés du passé, et le fait paradoxal qu'en dépit de cela, cette architecture gauloise en terre et bois a été largement délaissée par les chercheurs. Le travail est mené selon deux grands axes d'analyse : d'une part, les aspects proprement techniques, en lien avec l'urbanisation ; d'autre part, les aspects socio-économiques qu'ils révèlent. Il s'agit d'un travail très complet, qui traite un volume important de données sur un sujet largement méconnu, avec de très belles avancées : une méthodologie spécifique pour la fouille ; l'analyse technique des constructions en terre et bois ; la classification d'un corpus de 330 monuments en diverses catégories fonctionnelles et sociales prouvant l'existence d'une planification de l'espace, et pour finir, l'origine protohistorique et proprement gauloise de la technique du pan de bois. Par la qualité de son étude, M. Péfaou rend ainsi à l'architecture de la Gaule interne toute sa place au sein des architectures méditerranéennes contemporaines.

## PRIX A CARACTÈRE MÉDICAL

### ***Prix BRETESCHE de médecine : recherche clinique ou biologique ayant des applications médicales***

**Mme Fanny VARDON-BOUNES** : *Rôle des plaquettes dans la physiopathologie du Sepsis.*

Le sujet de la thèse de Mme Vardon-Bounes concerne le *sepsis*, appelé aussi *septicémie*, une réaction inflammatoire généralisée, consécutive à une infection bactérienne, virale, parasitaire ou fongique. Mme Vardon-Bounes s'est intéressée au rôle joué dans ce contexte par les plaquettes, les plus petites cellules du sang, dont le rôle essentiel est d'assurer les processus de lutte contre les hémorragies en déclenchant la coagulation du sang, mais dont l'hyperactivité peut à l'inverse déclencher des thromboses. Et elle démontre précisément, à l'aide d'un modèle expérimental, une activation plaquettaire précoce, liée à des thrombi formés dans les capillaires pulmonaires, chez les patients hospitalisés pour un *sepsis* grave. Et elle a retrouvé ensuite cette même activation des plaquettes chez les malades les plus graves, hospitalisés suite à une infection par le SARS-Covid2. L'importance des résultats obtenus par la complémentarité des études expérimentales et cliniques, leur utilisation en pratique quotidienne dans les cas de *sepsis*, font de cette thèse un magnifique exemple de recherche biomédicale.

### ***Prix Édouard MAUREL : sujet d'hygiène ou de santé publique***

**M. Matthieu BALAGUER** : *Mesure de l'altération de la communication par analyses automatiques de la parole spontanée après traitement d'un cancer oral ou oropharyngé.*

Les patients traités pour un cancer de la cavité buccale ou de l'oropharynx, sont confrontés à des troubles de la parole qui impactent fortement la qualité de leur vie personnelle et sociale. Il est donc indispensable de pouvoir évaluer ces troubles de manière objective, pour adapter ensuite les traitements au quotidien, et en suivre les bénéfices en termes de qualité de vie. Pour pallier l'imprécision des méthodes d'évaluation actuelles, fondées essentiellement sur la perception des patients et des évaluateurs, M. Balaguer a mis au point un système très performant d'évaluation automatique et objective de l'altération, à partir d'analyses acoustiques et de systèmes de reconnaissance automatique de la parole spontanée. Cela permet désormais de prédire précisément l'impact du trouble de parole sur les capacités fonctionnelles de communication des patients. Orthophoniste de formation, M. Balaguer a su aller chercher dans l'informatique, la linguistique, la phonétique et la phonologie, les outils qui lui ont permis d'aboutir à un travail pionnier, une thèse interdisciplinaire qui fera date en cancérologie.

## PRIX SPÉCIFIQUES

### ***Prix SPÉCIAL DE L'ACADÉMIE***

**M. Léo GERLIN** : *Étude des interactions métaboliques entre plante et bactérie colonisatrice de xylème en utilisant la modélisation par contraintes.*

M. Gerlin associe la biologie et les mathématiques, pour aborder un problème complexe d'interactions entre les plantes et les microorganismes, dans le cadre du

développement actuel de la biologie des systèmes. A propos du *Ralstonia solanacearum*, un pathogène de la tomate, il analyse les interactions entre la plante et ces bactéries pathogènes qui envahissent le xylème, le tissu conducteur des tiges qui véhicule la sève. En utilisant la modélisation mathématique par contrainte, pour une analyse intégrative des métabolismes de la plante et du pathogène, M. Gerlin parvient à donner une image proche de la réalité des interactions métaboliques entre les deux partenaires, de la croissance du pathogène, et de l'impact des différents facteurs environnementaux sur son développement. Tout cela en une sorte de biologie prédictive. Il aboutit ainsi à des résultats remarquables sur la modélisation des interactions complexes entre plantes et pathogènes, avec des applications permettant de définir de nouveaux critères de sélection de plantes résistantes aux infections. Par son originalité conceptuelle et expérimentale, la thèse préfigure l'évolution de la biologie de demain.

**Mme Émeline RECAZENS** : *Rôle nucléaire de la lipase hormono-sensible et de ChREBPβ dans le contrôle transcriptionnel de l'adipocyte.*

Cette thèse est centrée sur l'étude de la lipase hormono-sensible (HSL), une enzyme exprimée majoritairement dans le tissu adipeux et connue pour son rôle majeur dans la lipolyse, le phénomène biochimique qui dégrade les graisses stockées dans le tissu adipeux, en libérant leurs acides gras. Ces derniers rejoignent alors la circulation et les différents organes, où ils alimentent le métabolisme énergétique, en interaction avec celui du glucose. La thèse comporte précisément une étude de cette interaction de HSL avec les deux formes du facteur de transcription sensible aux dérivés du glucose (les ChREBP  $\alpha$  et  $\beta$ ). Ces premiers résultats, qui vont faire autorité dans le monde des lipides, de l'obésité et du diabète, se doublent d'une observation inattendue sur un autre rôle de HSL : sa présence dans le noyau des adipocytes, les cellules du tissu adipeux qui stockent les lipides, où il agit comme un cofacteur de transcription régulant l'état métabolique de ces adipocytes. Le travail scientifique de Mme Recazens comporte donc une vraie découverte, de caractère exceptionnel. Les résultats obtenus présentent un intérêt fondamental et ouvrent de nouvelles perspectives dans les domaines de l'obésité et du diabète.

### **Prix de L'INNOVATION : doté par la Ville de Toulouse pour des travaux particulièrement innovants**

**Mme Mathilde COUSTETS** : *La lectine de Xerocomellus Chrysenteron, un nano-objet théranostique pour l'imagerie et le traitement des cancers épithéliaux : preuve de concept appliquée aux carcinomes péritonéaux d'origine ovarienne.*

Dans une approche largement multidisciplinaire, cette thèse vise à caractériser les intérêts diagnostique et thérapeutique d'une leucine issue d'un champignon (le *Xerocomellus Chrysenteron*). Cette lectine présente au centre de sa structure tétramérique une cavité susceptible de recevoir une molécule d'intérêt thérapeutique qui pourrait être délivrée à des cellules carcinomateuses auxquelles elle se lie spécifiquement. Après la mise au point de modèles cellulaires *in vitro* et murins *in vivo*, de cancer du péritoine d'origine ovarienne, et production de la lectine (protéine XCL) recombinante, Mme Coustets a pu proposer différentes applications possibles des propriétés de la lectine. Celle-ci peut servir aussi bien à la détection des cellules malignes qu'à leur marquage, à la destruction de nodules de carcinome et à la prévention de la dissémination peropératoire de cellules malignes. Ces travaux considérables, tant quantitativement que

qualitativement, ouvrent des perspectives originales extrêmement prometteuses dans le domaine du diagnostic des cancers *in vivo* comme *in vitro*, et de leur traitement chimiothérapeutique ou par cytotoxicité directe.

***Prix du QUAI DES SAVOIRS : particuliers ou associations contribuant à la diffusion des savoirs et à la vulgarisation scientifique***

**M. Pierre BESSIERES** : *Émergence de virus influenza aviaires hautement pathogènes : la triade hôte, microbiote et virus.*

Les virus influenza, agents étiologiques de la grippe, ont une diversité génétique considérable et circulent chez de nombreuses espèces animales, en particulier les oiseaux aquatiques qui constituent leur réservoir. Ils peuvent évoluer vers des formes hautement pathogènes, causant les ravages que l'on sait dans les populations sauvages et domestiques d'oiseaux, et capables par mutation d'infecter l'homme. Alors que les conditions menant à l'apparition de ce virus sont peu connues, le travail de M. Bessièrès vise précisément à en comprendre l'émergence, en se plaçant à l'interface entre trois acteurs : l'espèce hôte, son microbiote et le virus. Il classe d'abord les différents virus influenza aviaires, explique les mécanismes à l'origine de l'évolution de ces virus, avec leurs implications dans la dynamique de franchissement des barrières d'espèces des hôtes, puis étudie enfin la réponse antivirale de l'hôte infecté : réponse innée, inflammatoire, adaptative. Ces travaux très novateurs ont un impact potentiel important sur la prévention et la gestion des épizooties aviaires. D'autre part, un article de vulgarisation scientifique ainsi qu'une bande dessinée rédigés par M. Bessièrès, et décrivant les interactions entre le virus et son microbiote, témoignent de sa ferme volonté de transmettre et diffuser l'information scientifique.

## CONCLUSION

À l'issue de cette remise des prix, il me reste à vous adresser quelques mots d'envoi. Je le ferai en partant de ce que m'ont suggéré les préparatifs de notre réunion d'aujourd'hui. Cette remise des prix est bien le résultat d'une « compétition », avec tout ce que mot comporte d'ambiguïté, comme celui de rigueur que j'évoquais tout à l'heure. C'est un terme qui a pris, par les temps qui courent, une connotation redoutable, puisque que l'on parle désormais de « compétition géopolitique », un euphémisme pour désigner la montée des tensions internationales, avec les terribles effets auxquels nous assistons. Mais il y a aussi, bien sûr, tous les aspects positifs de la compétition, sportive par exemple, au sens « d'émulation » qui permet de s'élever, de se dépasser. Qu'en est-il de la science ? Il semble bien que ce soit avec toute l'ambiguïté du terme « compétition » qu'Antoine Petit, reconduit à la tête du CNRS, écrivait dans *Le Monde* du 14 février dernier : « *La recherche, c'est la découverte, l'invention de choses que les autres n'ont pas faites. Donc, c'est par définition une forme de compétition. Il faut l'assumer* ». Et lorsque l'esprit de compétition scientifique s'exerce dans un contexte de gestion managériale des ressources humaines et financières, les résultats, nous l'avons tous expérimenté, peuvent devenir redoutables. Il existe ainsi des modèles mathématiques qui évaluent préalablement le « potentiel » d'un projet en fonction du nombre d'équipes en concurrence, du temps qu'il prendra, des ressources humaines qu'il nécessite et des retours que l'on peut en attendre en termes de notoriété par le fameux « *Hirsh-index* » bibliométrique du Web of Science. Les projets à « haut potentiel » peuvent être dévoyés par des « effets de

mode » ; ils attirent davantage de candidats, leur durée de réalisation est plus courte, mais leur qualité peut se retrouver bien moindre que celle d'autres projets qui ont pris leur temps.

On peut opposer à ce tableau plutôt sombre une autre vision, celle qu'exprimait une pharmacologue américaine, Candace Pert, qui avait participé à une découverte majeure sur les neuropeptides, mais s'était trouvée écartée, victime de l'esprit de compétition, du prix Albert-Lasker, l'un des plus recherchés dans la recherche médicale aux États-Unis. Regrettant cet esprit agressif de compétition, elle y opposait « *une science, dans son sens le plus élevé, comme une entreprise de recherche de la vérité, recouvrant des valeurs de coopération, de communication, et reposant sur la confiance - la confiance en nous-même et la confiance envers les autres* ». Alors, sans tomber dans la naïveté de croire à des progrès scientifiques obtenus hors de toute compétition, il y a encore, peut-être, des leçons à tirer de l'ancienne vision grecque des liens entre la science et le « *Kosmos* ». Ce « *Kosmos* » correspondait pour les Grecs à l'ensemble de l'univers, vu à travers ses lois et son ordre, avec tout ce que cet ordre implique d'harmonie fonctionnelle et de beauté esthétique. Or, pour Platon, l'étude des sciences, et en particulier des mathématiques, permet la découverte de cet ordre de l'univers, une découverte qui en retour transforme l'âme même du chercheur. Cette âme deviendrait dès lors mathématiquement proportionnée, stable, équilibrée, modérée et véritablement harmonieuse ! La science prend une fonction éthique, qui permet de régler l'ordre de notre existence sur le modèle des lois stables et cohérentes du « *Kosmos* » : les mathématiques deviennent un modèle de vie. Comme le disait un spécialiste de Platon, il s'agit de « *faire un cosmos de notre vie* », et, au-delà, de participer autour de soi à la construction d'une cité, d'une société stable, dont les composantes évoluent selon des mouvements bien réglés et complémentaires, gages d'harmonie et de beauté, à l'image du ciel étoilé où les Grecs puisaient précisément leur conception du « *Kosmos* ».

Et c'est aussi, heureusement, certains aspects de cette deuxième image de la science que l'on peut retrouver à travers les travaux que vous nous avez proposés. Parmi ces aspects, il y a d'abord la richesse des thèmes explorés, qui peuvent évoquer un « *Kosmos* », par leur extension dans l'espace, jusqu'à la planète Mars, dans le temps, en remontant aux anciens Gaulois, et par leur diversité : atome, phénomènes météorologiques, plantes, abeilles, oiseaux, biologie et médecine, économie, industrie, histoire et mémoire.

Il y a ensuite, pour animer ce « *Kosmos* » thématique, tous les mécanismes de fonctionnement et d'échanges au sein des équipes de recherche, et que révèlent les rapporteurs de vos thèses puis de vos dossiers pour l'Académie.

Il y a enfin, comme le souhaitait Platon, un lien étendu au « *Kosmos* » social et humain, d'abord celui de la communauté scientifique qui accueille vos travaux, mais plus largement celui de la cité et de la société qui en bénéficiera. Et l'un des signes les plus clairs de cette solidarité, c'est l'importance, dans vos thèses, de la part faite aux questions de santé, d'environnement et de mémoire partagée.

Au terme de cette réunion, nous ne pouvons donc que vous souhaiter de toujours cheminer pour le mieux, dans votre vie de chercheuse et de chercheur, sur l'étroite ligne de crête qui peut parfois séparer l'esprit de rude compétition du sens de la coopération et de la collaboration dans l'intérêt de la cité. C'est à ce prix que vous contribuerez à inscrire cette cité, et à vous inscrire vous-même dans le « *Kosmos* » d'une société pleinement humaine. Bonne route à vous toutes et à vous tous.

## **PRIX MIS AU CONCOURS ANNÉE 2021**

**Prix dotés par des partenaires de l'Académie : la Ville de Toulouse, le Conseil Départemental, l'Université Toulouse I Capitole, l'Université Paul Sabatier - Toulouse III, l'Université Jean Jaurès - Toulouse II, l'INP, le Crédit Municipal, le Quai des Savoirs.**

Prix de L'INNOVATION : doté par la Ville de Toulouse pour des travaux particulièrement innovants.

Prix du CONSEIL DÉPARTEMENTAL : sujet concernant l'instruction.

Prix d'ÉCONOMIE : doté par l'Université Toulouse I Capitole pour un sujet traitant d'économie.

Prix Théodore OZENNE : sujet ayant des implications ou retombées économiques. Doté par le Crédit Municipal.

Prix Université Paul SABATIER : quatre prix dotés par l'Université Paul Sabatier : mathématiques-informatique, physique, chimie, sciences de la vie ou de la terre.

Prix Université Jean JAURÈS : domaines lettres, langues, sciences humaines et sociales.

Prix Jean NOUGARO : sujet traitant des sciences physiques de l'ingénieur doté par l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INP).

Prix des SCIENCES de L'INGÉNIEUR : doté par l'Institut National Polytechnique de Toulouse pour un sujet en rapport avec les sciences de l'ingénieur.

Prix du **QUAI DES SAVOIRS** : particuliers ou associations engagés dans la diffusion des savoirs et la vulgarisation scientifique.

### **Prix dotés par l'Académie sur ses fonds propres et grâce à des legs**

**Prix Spécial de l'Académie** : prix attribué à un travail de recherche, original, exceptionnel et qui enthousiasme particulièrement les membres de l'Académie.

#### **Prix à caractère littéraire :**

Prix Georges BASTIDE : sujet de discipline philosophique.

Prix Alfred DUMÉRIL & Sydney FORADO : sujet à caractère historique, histoire politique, sociale ou économique.

Prix André FERRAN : sujet littéraire.

#### **Prix à caractère scientifique :**

Prix Henri GAUSSEN : sujet de biologie du développement animal ou végétal ou d'écologie.

Prix Pierre MAURY : activités aéronautiques, astronomiques ou de la recherche spatiale.

Prix PICOT de LAPEYROUSE : sujet en rapport avec la climatologie, les sciences de la terre, des océans ou de l'atmosphère.

**Prix à caractère médical :**

Prix BRETESCHE de médecine : sujet de recherche clinique ou biologique ayant des applications médicales.

Prix Édouard MAUREL : sujet d'hygiène, d'épidémiologie ou de santé publique.

**EUCHARISTIE EXPERIMENTALE & HISTOIRE DE L'ATOMISME****Olivier GUERRIER**

Professeur en littérature Française  
Equipe d'accueil « il laboratorio »  
Université Toulouse J. Jaurès

**Christian JOACHIM**

Directeur de Recherche CNRS  
CEMES-CNRS Toulouse, groupe GNS

Hôtel d'Assézat,  
Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)  
Mardi 5 octobre 2021 à 17h30

Sur la base des textes théologiques et philosophiques, nous analyserons d'abord les deux « protocoles » de nos anciens, qui permettent en principe de construire un corps vivant et à minima une cellule vivante : la transsubstantiation Eucharistique et le hasard d'Epicure. Ceci sera l'occasion de retrouver pas à pas les deux histoires attachées à l'Eucharistie et à l'atomisme, cheminant en parallèle, parfois fragmentées et souvent enchevêtrés. Puis, en calmant nos atomes, nous décrivons un protocole expérimental plus moderne qui permettrait en quelques mille années d'assembler un globule rouge à partir d'une goutte de vin, dont le groupe sanguin reste à déterminer.

*Respecter les consignes sanitaires : Pass sanitaire et port du masque obligatoires pendant la Conférence. Nombre de places limité.*



---

## Substances naturelles et traitements anticancéreux.



*Catharanthus roseus* (Pervenche tropicale)

**Bruno DAVID**

**Ex-Directeur Phytochimie & Biodiversité**

**Laboratoires Pierre Fabre Oncopole Toulouse**

**Hôtel d'Assézat**

**Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)**

**Mardi 19 octobre 2021 à 17h30**

Depuis la nuit des temps, les plantes ont apporté des solutions thérapeutiques efficaces aux animaux et aux hommes. La contribution et l'importance relative des végétaux dans le domaine de la chimiothérapie anticancéreuse seront discutées à travers quelques exemples. Les stratégies de recherche actuelles et les perspectives d'avenir et de valorisation des molécules naturelles seront abordées.

*Respecter les consignes sanitaires : Pass sanitaire et port du masque obligatoires pendant la Conférence. Nombre de places limité.*

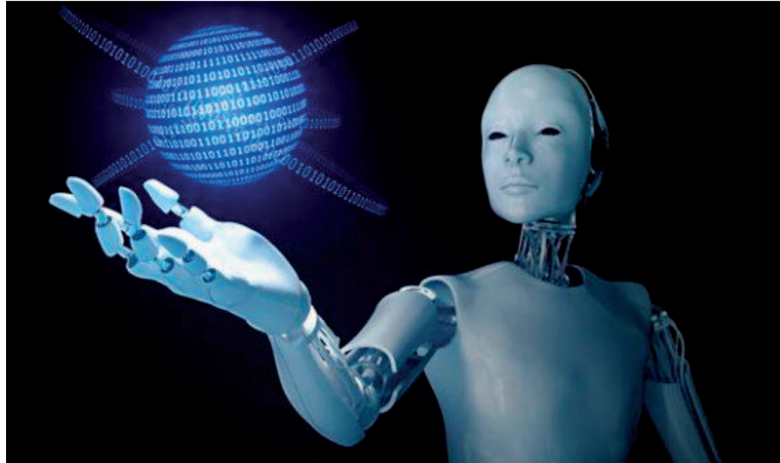
Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des ingénieurs et scientifiques de Midi-Pyrénées

<http://www.urismip.com>

## **Intelligence Artificielle et compétitivité des nations : L'Europe sort-elle de l'histoire ?**



**François CANDELON**

**Directeur monde BCG Henderson Institute**

**Nommé au « Digital Award » du classement Thinkers 50 en 2021**

Hôtel d'Assézat

Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite).

Mardi 19 octobre 2021 à 17h30

L'intelligence artificielle est le fondement, et ce n'est que le début, d'une nouvelle révolution industrielle au même titre que la machine à vapeur ou l'électricité. Elle nous fait entrer dans un nouveau cycle schumpetérien de destruction créatrice où nombre d'emplois seront détruits et d'autres créés dans les mêmes pays ou dans d'autres. Qu'en est-il donc de son impact sur la compétitivité des nations et sur la compétition entre les Etats-Unis et la Chine ? Quel rôle pour l'Europe ? Comment les pays émergents et notamment l'Afrique peuvent-ils y participer ? Autant de questions qui seront abordées lors de cette conférence.

*Respecter les consignes sanitaires : Pass sanitaire et port du masque obligatoires pendant la Conférence. Nombre de places limité.*

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

## HISTWAR :

### Comment faire des jeux vidéo avec les batailles napoléoniennes



**Jean-Michel MATHE**

Ingénieur de Recherche à l'ONERA, retraité

Hôtel d'Assézat

Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 7 décembre 2021 à 17h30

La simulation, méthode autorisant à reproduire de manière formelle un processus quelconque, permet d'expliciter une parcelle du monde dans lequel on vit. Un ensemble de modèles, plus ou moins nombreux, plus ou moins précis et entrelacés entre eux, permettent de simuler des activités aux thèmes variés.

Les jeux de société ont depuis longtemps occupé les loisirs de nombreux humains, facilitant parfois la compréhension de mécanismes économiques (Monopoly,...) ou militaires (Wargame). L'apparition de l'informatique a révolutionné le domaine, engendrant des jeux plus complexes et réalistes, ouvrant la voie aux "serious game", outil d'appréhension du monde réel.

L'exposé fera le lien entre les jeux vidéo et l'histoire, illustré par un wargame tactique traitant de la période napoléonienne.

*Prière de respecter les consignes sanitaires : Contrôle du passe sanitaire et port du masque obligatoire pendant la Conférence. Nombre de places limité.*

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des ingénieurs et scientifiques de Midi-Pyrénées

<http://www.urismip.com>

---

## LE NEOLITHIQUE d'OCCITANIE

### dans son cadre méditerranéen



**Jean-Sébastien VAQUER**

Directeur de recherches émérite au CNRS, lab. TRACES, Univ. Jean Jaurès

Hôtel d'Assézat, Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 21 décembre 2021 à 17h30

À partir des résultats de fouilles et de recherches récentes, il abordera plusieurs thèmes concernant l'apparition des premières sociétés agro-pastorales d'origine méditerranéenne et leurs relations avec les groupes autochtones de chasseurs-cueilleurs du Sud-Ouest de la France aux 6<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> millénaires av. notre ère. Il dressera un état des connaissances sur les formes de l'habitat et leur évolution entre le 5<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> millénaire. Il évoquera les pratiques funéraires de ces populations et ce qu'elles nous enseignent sur les structures sociales ou les croyances. Il abordera, notamment la question du mégalithisme méridional et de ses manifestations dans le domaine des monuments funéraires, des pierres dressées et des statues-menhirs. Il exposera les résultats récents concernant l'invention de la richesse à partir des pièces en matières rares ou précieuses, telles que les haches polies en jade, les poignards en silex taillés et les premiers objets métalliques dont on peut à présent déterminer l'origine et restituer les réseaux d'échanges.

*Prière de respecter les consignes sanitaires : Contrôle du pass sanitaire et port du masque obligatoire pendant la Conférence. Nombre de places limité.*

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

## COVID-19 : Où en sommes-nous sur les vaccins et les outils thérapeutiques émergents ?



**Max LAFONTAN**

Directeur de Recherches émérite Inserm,  
Hôtel d'Assézat,

Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 11 janvier 2021 à 17h30

Deux ans déjà. La Covid-19 est-elle partie pour durer ? Le monde est confronté à de nombreuses questions sur cette pandémie. De nouveaux variants du coronavirus SARS-Cov-2 émergent régulièrement. Que faire face à la perte d'efficacité des vaccins et au relâchement des mesures barrières au fil du temps ? Faut-il agir plus efficacement pour limiter la portée des campagnes antivaccins et le déficit vaccinal ? Comment expliquer la faible efficacité jusqu'à ce jour des approches thérapeutiques pharmacologiques usuelles ?

Après quelques rappels sommaires sur les bases de l'infectiosité de SARS-Cov-2, la variabilité virale et les susceptibilités génétiques identifiées chez de futures victimes, cette conférence abordera l'immunisation obtenue avec les diverses stratégies vaccinales et évoquera le développement des vaccins à ARNm. Face à la faible efficacité des approches pharmacologiques traditionnelles, de nouvelles pistes thérapeutiques seront évoquées en conclusion.

*Respecter les consignes sanitaires : Contrôle du pass sanitaire et port du masque obligatoire pendant la Conférence. Nombre de places limité.*

**LA PANDEMIE de SARS-CoV-2 :**

**De la biologie des chauves-souris aux connaissances médicales  
acquises par un laboratoire hospitalo-universitaire français**



**François SCHELCHER** (Pr. Ecole Nat. Vétérinaire de Toulouse)  
**Jacques IZOPET** (Chef de service, PU-PH, virologie CHU Toulouse)

**Hôtel d'Assézat,**

**Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)**

**Mercredi 26 janvier 2022 à 17h30 (attention pas un Mardi)**

La pandémie actuelle de Covid-19 (coronavirus SARS –CoV-2) génère une floraison sans précédent des recherches scientifiques, pour mieux comprendre et maîtriser les bouleversements induits dans les domaines biologiques, médicaux, humains, sociaux. Notre propos se focalisera sur deux maillons du processus d'émergence virale, illustrant l'intérêt des connaissances acquises à différents temps et domaines de la recherche biologique et médicale. Les chauve-souris, possibles à probables réservoirs du SARS-CoV-2, sont des animaux fascinants. Sur le temps long, ce mammifère volant, longtemps considéré comme une émanation diabolique apparaît de plus en plus comme un modèle biologique très singulier, inspirant de riches potentialités médicales. Leur stratégie de réponse immunitaire aux virus (tolérance plutôt qu'exclusion) et de longévité (maîtrise des réactions inflammatoires) en sont deux exemples. Les laboratoires hospitalo-universitaires ont répondu à une demande inédite en matière d'analyses diagnostiques et de connaissances finalisées dans les domaines curatifs et préventifs. Sur le temps court, et dans un contexte organisationnel souvent difficile, leur réactivité et leur efficacité ont apporté des informations cruciales sur la dynamique de diffusion du SARS-CoV-2, l'immunité naturelle et vaccinale, ainsi que sur l'optimisation des stratégies d'immunothérapie chez les personnes immunodéprimées.

*Prière de respecter les consignes sanitaires : Contrôle du pass sanitaire et port du masque obligatoire pendant la Conférence. Nombre de places limité.*

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

**« Un siècle de BCG : un succès formidable et  
pourtant insuffisant »**



**Olivier NEYROLLES**

**Directeur de l'Institut de pharmacologie et de biologie structurale, CNRS-  
Université de Toulouse**

**Hôtel d'Assézat, Salle Clémence Isaure, rue de Metz**

**(Entrée gratuite)**

**Mardi 8 février 2022 à 17h30**

Cette conférence abordera l'histoire du développement du vaccin BCG et résumera les limites de la stratégie vaccinale actuelle et les progrès récents dans l'amélioration de l'immunisation par le BCG ainsi que d'autres nouveaux vaccins en cours d'essais cliniques qui sont des candidats prometteurs pour le futur programme de vaccinologie de la tuberculose. La tuberculose (TB) est la principale cause de décès dans le monde due à une maladie infectieuse, provoquant environ 1,5 million de morts chaque année. Cette situation s'est compliquée avec l'émergence de souches de *Mycobacterium tuberculosis* résistant aux médicaments et la co-infection VIH-TB, ce qui a considérablement aggravé le pronostic et le traitement de la tuberculose. Malgré des années de recherche intensive, le Bacille Calmette-Guérin (BCG) reste le seul vaccin autorisé mais son efficacité est variable. Il offre une protection contre la tuberculose infantile mais n'est pas suffisamment efficace contre la tuberculose pulmonaire de l'adulte. Grâce aux recherches intensives menées pour comprendre la vaccinologie de la tuberculose, de nombreux nouveaux vaccins candidats sont en cours de développement clinique et beaucoup d'autres font l'objet d'essais précliniques visant à remplacer ou à renforcer le vaccin BCG. Cette conférence abordera l'histoire du développement du vaccin BCG et résumera les limites de la stratégie vaccinale actuelle et les progrès récents dans l'amélioration de l'immunisation par le BCG ainsi que d'autres nouveaux vaccins en cours d'essais cliniques qui sont des candidats prometteurs pour le futur programme de vaccinologie de la tuberculose.

*Respecter les consignes sanitaires : Contrôle du pass sanitaire et port du masque obligatoire pendant la  
Conférence. Nombre de places limité.*

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des ingénieurs et scientifiques de Midi-Pyrénées

<http://www.urismip.com>

## L'Océan de l'ANTHROPOCENE



### Catherine JEANDEL

**Directrice de recherche au CNRS. Laboratoire de Géophysique et  
Océanographie de Toulouse.**

Hôtel d'Assézat, Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

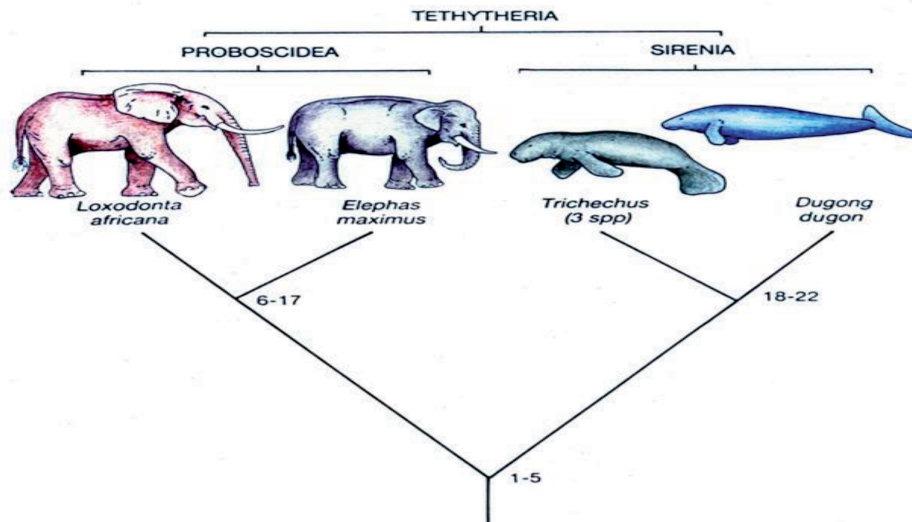
Mardi 22 février 2022 à 17h30

L'océan, qui donne à notre planète sa couleur bleue lorsqu'on la regarde depuis l'espace, subit de plein fouet l'impact de l'homme. L'augmentation du gaz carbonique dans l'atmosphère perturbe le fonctionnement du couple « océan/atmosphère » qui s'était stabilisé depuis 8000 ans environ, et avec lui la circulation océanique. Le déséquilibre s'exprime de façon différente selon les régions du monde : évaporations plus importantes en Méditerranée, désalinisation des eaux aux hautes latitudes par la fonte des glaces ou dans le Pacifique Ouest par intensification des pluies. De même, la montée progressive du niveau de la mer, mesurée très précisément, est très contrastée d'un bout à l'autre du globe. Cette augmentation de gaz carbonique atmosphérique a une autre conséquence, tout aussi inquiétante : l'acidification des eaux de surface avec des effets potentiellement dramatiques sur les algues et animaux à coquille calcaire (comme les huîtres par exemple), car le calcaire se dissout en milieu acide. Ces organismes sont à la base de notre alimentation...il est urgent d'agir. L'exposé fera le point sur l'état des connaissances sur ces questions relatives au changement climatique et à la pression de l'homme...un zoom sur la Méditerranée sera proposé.

*Prière de respecter les consignes sanitaires : Contrôle du pass sanitaire et port du masque obligatoire pendant la Conférence. Nombre de places limité.*



**L'évolution biologique - Pourquoi la cladistique ?**



**Pascal TASSY**

Paléontologue, Professeur émérite, Muséum national d'Histoire naturelle (Paris).

Hôtel d'Assézat, Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 8 mars 2022 à 17h30

A partir du milieu des années 60, le terme de "cladistique" se répand lentement dans les sciences de l'évolution (du grec clados = branche), cela concerne la construction des arbres évolutifs ou arbres phylogénétiques. De fait, à l'origine, la "cladistique" est appelée "système phylogénétique" par son promoteur, Willi Hennig. Son livre : *Phylogenetic Systematics*, publié aux USA en 1966 a autant influencé la communauté des évolutionnistes que *L'Origine des espèces* de Darwin a marqué les biologistes de son temps. Comme la construction des arbres phylogénétiques, autrement dit la recherche des filiations (ou parentés) entre les êtres vivants sont des activités plus marginales que l'étude des mécanismes de l'évolution, la "révolution cladistique" ainsi appelée est restée relativement discrète en dehors des cercles des biologistes évolutionnistes. Cependant les résultats de la cladistique - les arbres appelés cladogrammes - ont largement bouleversé les images phylogénétiques traditionnelles qui tiennent plus du scénario que de l'analyse, et transformé le langage dans la mesure où les grands groupes d'espèces les plus familiers n'existent pas d'un point de vue phylogénétique, à l'instar des invertébrés, des poissons, des reptiles etc... Les fondements de la méthode cladistique que l'on peut résumer simplement dans ces termes : la ressemblance ne donne pas la filiation.

*Prière de respecter les consignes sanitaires : Contrôle du pass sanitaire et port du masque obligatoire pendant la Conférence. Nombre de places limité.*

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

**LES MARBRES d'OCCITANIE au château de VERSAILLES**

*« Rosace au sol d'un salon de Petit Trianon en marbres de Caunes-Minervois pour les rayons et de Félines-Minervois pour le disque central ».*

**Mme. Suzanne RAYNAUD**

Professeure émérite au laboratoire de Géosciences de Montpellier.

Hôtel d'Assézat, Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 22 mars 2022 à 17h30

Les carrières de marbres d'Occitanie, dont certaines ont été exploitées dès l'époque romaine, sont à l'origine d'une économie florissante aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècle quand les rois de France les ont choisis pour décorer châteaux et monuments. Versailles est un domaine royal dont les décors en marbres colorés sont les plus importants et les plus somptueux d'Europe. Plus de 70% en volume des marbres, choisis par Louis XIV et ses successeurs pour décorer Versailles proviennent des carrières d'Occitanie ce qui est très peu connu. Après avoir brossé le décor de l'arrivée de ces marbres à Paris et Versailles, nous ferons un bref voyage des marbres à travers le château, les jardins, le petit et le Grand Trianon. Enfin, nous essayerons de comprendre comment la nature a fabriqué les couleurs et les dessins de la pierre.

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

## « Le festival de Cannes 1939 -

Histoire d'un événement qui n'a pas eu lieu ».



## Olivier LOUBES

Historien de l'imaginaire politique

(Framespa, Université de Toulouse Jean Jaurès)

Hôtel d'Assézat

Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 12 avril 2022 à 17h30

Prévu pour s'ouvrir le 1er septembre 1939, le tout premier Festival de Cannes n'a pas eu lieu. L'entrée en guerre imposa sept ans de réflexion à ce qui allait devenir le plus grand festival de cinéma au monde. Pourtant, Cannes 39 a bel et bien existé : tout était prêt ! Les films étaient sélectionnés, dont *Le Magicien d'Oz* ou *Stanley et Livingstone*. Les vedettes étaient déjà là ou en route, comme Norma Shearer ou Cary Grant, Michèle Morgan ou Pierre Fresnay. Le Président d'honneur, Louis Lumière, était désigné et le Président du Festival n'était autre que Jean Zay, « *ministre du Cinéma* », qui avait voulu, avec l'aide des studios américains, créer Cannes pour contrer la Mostra de Venise devenue ouvertement fasciste.

De cette aventure politique et artistique méconnue subsistent des archives inédites, déposées à La cinémathèque française, qui permettent de rendre l'histoire d'un événement qui n'a pas eu lieu mais qui existe cependant jusqu'à nos jours comme une « *anthologie prémonitoire* » (Georges Perec) des festivals à venir.

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

## Les mystérieuses origines du cheval domestique



Copyright Ludovic Orlando

### Ludovic ORLANDO

**Directeur de Recherches au CNRS, Directeur du Centre d'Anthropobiologie et  
de Génomique de Toulouse**

Hôtel d'Assézat

Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 26 avril 2022 à 17 h 30

Le cheval n'est guère plus en Occident qu'un instrument des loisirs et des sports. Pourtant, hier à peine, cet animal était encore un élément au centre de nos vies et de notre quotidien. A dos de cheval, ou sur des chariots, nous pouvions en effet nous déplacer bien plus vite qu'à pied et le monde nous semblait plus petit. Le cheval domestique nous a aussi donné une nouvelle manière de faire la guerre, jusqu'à la première guerre mondiale au cours de laquelle l'animal périt par millions. La domestication du cheval représente ainsi un véritable point de bascule dans l'histoire des civilisations, après lequel toute la dynamique des échanges entre les peuples, leurs biens, leurs langues et leurs cultures changea profondément. Quelles sont celles et ceux qui ont domestiqué le cheval ? Quand et où vivaient ils ? Comment ont-ils modifié la biologie d'un animal alors sauvage pour réussir à le domestiquer ? Et comment d'autres peuples après eux ont continué de modifier l'animal jusqu'à façonner les centaines de variétés que l'on connaît aujourd'hui ?

Aussi surprenant que cela puisse paraître, ces questions sont longtemps restées sans réponses. Mais en chevauchant l'ADN fossile, et en remontant le fil de l'histoire génétique jusqu'aux confins de l'Eurasie, Ludovic Orlando et ses collaborateurs viennent enfin d'y répondre. Il présentera ces avancées, et le fruit de près d'une décennie de recherches qui viennent récemment de paraître à la une du journal *Nature*.

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse  
<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>  
Union régionale des ingénieurs et scientifiques de Midi-Pyrénées  
<http://www.urismip.com>

**ETRE PEINTRE AUJOURD'HUI****Les incertitudes du processus de création**

*La porte des 102 métamorphoses*

**Philippe Vercellotti**

Diplômé de l'Ecole des Beaux Arts de Toulouse.

Artiste Peintre – Vice-Président de la société des Artistes Méridionaux

Hôtel d'Assézat,

Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 10 mai 2022 à 17h30

Après une présentation de l'artiste par Yves Le Pestipon, Philippe Vercellotti abordera rapidement les divers aspects de son "métier" de peintre qui a décidé de privilégier la peinture à l'acrylique sur des supports de bois. Il évoquera sa formation, les rencontres, la diffusion de ses œuvres et la médiatisation.

Le peintre traitera le travail d'atelier et les incertitudes du processus de création.

La séance sera clôturée par une projection d'œuvres mises en lumière par des commentaires en dialogue entre le peintre et Yves Le Pestipon.

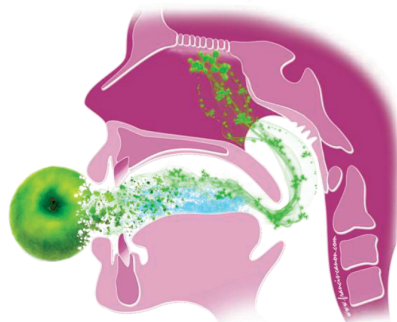
Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

## **SENS CHIMIQUES (goût et olfaction) et COMPORTEMENT ALIMENTAIRE**



### **Luc PENICAUD**

**Directeur de recherches au CNRS. Directeur honoraire du Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation à Dijon (France) et de la génopôle GenoToul (Toulouse).**

Hôtel d'Assézat,

Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)

Mardi 24 mai 2022 à 17h30

Le comportement ingestif est un comportement essentiel puisque l'être humain ainsi que tous les organismes vivants ont besoin d'ingérer de façon adéquate des nutriments. Ce comportement vise essentiellement à maintenir l'équilibre énergétique mais aussi à apporter certains nutriments indispensables. Lorsque les besoins physiologiques ne sont pas satisfaits, la faim va motiver la recherche et la consommation d'aliments. Une telle motivation cessera lorsque les besoins seront satisfaits. Le comportement ingestif est lié à des signaux internes qui reflètent les besoins de l'organisme. Mais le comportement ingestif dépend aussi des afférences sensorielles en particulier olfactives, gustatives mais aussi visuelles et, à un moindre degré, auditives, liées à la présence des aliments. Le comportement ingestif dépend enfin de facteurs cognitifs liés aux habitudes, à l'éducation, aux croyances du consommateur mais aussi à son état émotionnel et à son attitude face à l'alimentation. L'ensemble de ces facteurs (internes, sensoriels et cognitifs) agit sur les centres du contrôle de la prise alimentaire. En réponse vont naître des sensations hédoniques. C'est en effet le plaisir qui, lorsque l'aliment est disponible, guide ou non le comportement ingestif : à l'instant présent, l'aliment est source de plaisir ou de déplaisir, le désir de l'ingérer est élevé ou au contraire est faible, l'ingestion se fait, ne se fait pas ou cesse. Les sens chimiques (goût et olfaction) ont donc un rôle primordial dans la conduite du comportement alimentaire. Lorsqu'on parle de goût on évoque stricto sensu celui des cinq sens par lequel l'Homme et les animaux perçoivent les saveurs. Souvent, le goût se rapporte improprement à la flaveur résultant des stimulations conjointes olfactives et gustatives, ou même à une image globale de l'aliment faisant intervenir l'ensemble de ses qualités sensorielles. Parfois aussi on inclut dans le goût la sensation hédonique (préférences, aversions) et les facteurs cognitifs (culturels ou gastronomiques) qu'il fait naître. C'est dire si les sens chimiques sont des sensibilités qui méritent d'être mieux connues : quelles sont-elles ? Quels sont leur rôle dans le comportement alimentaire ? Quelles sont ses modifications en pathologie ? Cet exposé a pour ambition d'apporter quelques éléments de réponse à ces questions.

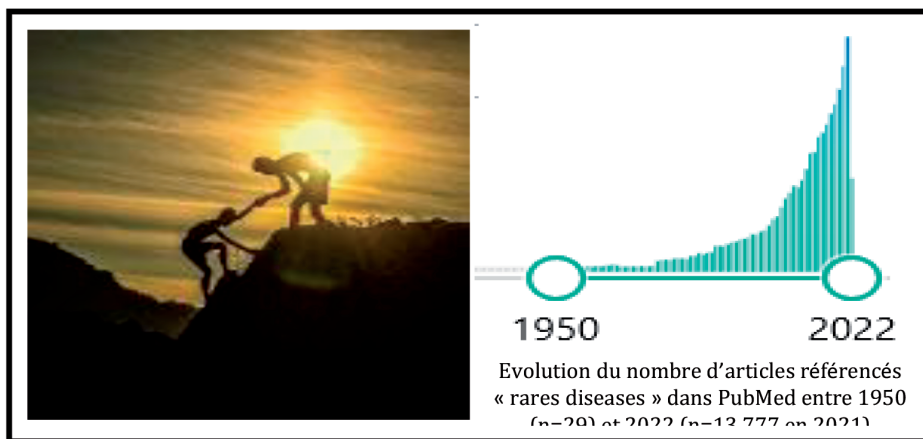
Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse

<http://www.urismip.com>

## Les Maladies Rares, un enjeu de Santé Publique



**Pierre SIÉ**

**CHU de Toulouse, Université Paul Sabatier**

**Hôtel d'Assézat, Salle Clémence Isaure, rue de Metz (Entrée gratuite)**

**Mardi 7 juin 2022 à 17 h 30**

Les Maladies Rares (MR) sont définies par une prévalence inférieure à 1:2000 dans la population européenne. Plus de 10 000 MR différentes sont répertoriées et on estime que, collectivement, elles touchent au moins 4.5 millions de personnes en France. Les MR génétiques sont les plus fréquentes, en particulier chez l'enfant, où elles représentent une cause majeure de mortalité avant 5 ans. Elles concernent toutes les disciplines médicales. Par comparaison avec les maladies courantes, elles se caractérisent par un long délai diagnostique, une vulnérabilité, un cumul d'handicaps, et des inégalités de prise en charge multiples, sociales, culturelles, familiales, territoriales. Depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, la connaissance des MR évolue de façon exponentielle du fait du développement des échanges scientifiques, des techniques de génétique moléculaire, des outils biologiques et informatiques de haut-débit. Le portail ORPHANET, créé par l'INSERM en 1997 et étendu à l'Europe en 2000, ouvert aux professionnels de santé et au public, illustre la structuration internationale des efforts pour la connaissance des MR ([www.orpha.net](http://www.orpha.net)). Parallèlement, les pays développés ont affecté des ressources spécifiques aux MR. La France a été le premier pays à mettre en place, en 2005, un Plan National de Santé Publique Maladies Rares (PNMR) en créant des filières de soins, dont les objectifs sont de réduire l'errance et l'impasse diagnostic, favoriser l'innovation thérapeutique, améliorer la qualité de vie et l'autonomie des patients, partager les connaissances et le savoir-faire. Les Associations de Patients, regroupées dans l'alliance internationale non gouvernementale EURORDIS, ont joué un rôle majeur dans cette évolution. Enfin, il convient de souligner l'importance des MR pour l'innovation thérapeutique au bénéfice des maladies communes, tant dans le domaine pharmaceutique que de la thérapie génique.

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse

<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>

Union régionale des ingénieurs et scientifiques de Midi-Pyrénées

<http://www.urismip.com>

« L'ESPRIT CRITIQUE parfois CASTRATEUR ?  
Réflexions partagées sur l'esprit de découverte »



**Henri POINCARÉ (mathématicien) : « Douter de tout ou tout croire, ce sont deux solutions également commodes, qui l'une et l'autre nous dispensent de réfléchir. »**

Hôtel d'Assézat, Salle Clémence Isaure

(Collaboration avec le Quai des Savoirs) (Entrée gratuite).

Mardi 14 juin 2022 à 17h30.

**Hugues CHAP**, biologiste et médecin, actuel président de l'Académie,  
**Yves Le PESTIPON**, littéraire, récent président de l'Académie,  
**Éric SURAUD**, académicien, physicien, laboratoire de Physique théorique de l'Université Paul Sabatier. Modérateur : **Max LAFONTAN**, physiologiste, directeur de recherches émérite Inserm. L'esprit critique est essentiel pour la démarche scientifique. Pas de connaissances scientifiques qui ne doive être validée par son travail méthodique. Cependant, il ne faut pas négliger les puissances, parfois étranges, du rêve ou de l'imagination quand il s'agit de découvertes. L'esprit critique peut s'avérer parfois "castrateur". L'imagination créatrice a parfois justement ses raisons que la raison ne connaît pas. Y penser est dangereux, mais nécessaire.

**Hugues CHAP**, évoquera quelques cas où l'esprit critique a pu se montrer "castrateur" en matière de biologie, et, inversement, quelques découvertes liées à des audaces d'imagination. **Yves Le PESTIPON** évoquera les puissances du rêve en matière de découvertes scientifiques, en commentant la pensée du grand mathématicien Alexandre Grothendieck. **Éric SURAUD**, montrera comment, dans sa discipline, les découvertes demandent parfois de passer provisoirement par-delà les précautions de l'esprit critique. Les trois intervenants débattront entre eux et avec le public.

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres de Toulouse  
<http://www.academie-sciences-lettres-toulouse.fr>  
Union régionale des Ingénieurs et Scientifiques de France Occitanie-Toulouse  
<http://www.urismip.com>





# **RAPPORT MORAL DE L'ANNÉE ACADÉMIQUE 2020-2021**

L'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse a suspendu ses activités au début mars 2020 et a repris ses activités normales dès le 7 octobre 2021. Au cours de la séance d'ouverture de l'année académique le Président Yves LE PESTIPON a transmis la présidence à Hugues CHAP et la direction à Jacques PÉCHAMAT. Les nouveaux membres de l'Académie des années 2019-2020 et 2020-2021 se sont présentés succinctement.

En 2020-2021, l'Académie a dû arrêter son activité après la dernière conférence publique du 3 mars 2020, après huit conférences publiques et trois communications en séances académiques. L'arrêt de toute activité dès le début mars 2020 sera suivi d'une timide reprise des communications et des conférences publiques dès novembre, puis janvier 2021. Les contraintes sanitaires nous ont conduits à utiliser largement les vidéoconférences (six communications et deux conférences publiques ont été ainsi effectuées). Nous profiterons de l'enregistrement permis par le système « Zoom » pour mettre en ligne sur le site internet les communications internes de nos membres.

M. Jacques ALEXANDROPOULOS qui a été le rapporteur général des Prix de l'Académie pour l'année 2020, accepté d'assumer cette tâche pour 2021. Le bureau a décidé que les procédures d'attribution des Prix installée lors de la pandémie seraient adoptées pour les prochaines années. La collecte des dossiers est réalisée jusqu'à fin de l'année académique et la remise des prix a lieu en mai-juin de l'année suivante. L'Académie a reçu 68 dossiers de candidatures en 2021 ; 21 prix ont été financés dont 11 sponsorisés. Le Prix du Quai des Savoirs, consacré à des particuliers ou à des associations engagés dans la diffusion des savoirs et la vulgarisation scientifique, a été attribué à un chercheur vétérinaire - M. Pierre Bessières - témoignant d'une ferme volonté de transmettre et diffuser l'information scientifique tout en ayant effectué des travaux très novateurs sur la prévention et la gestion des épizooties aviaires. Il a rédigé un article de vulgarisation scientifique ainsi qu'une bande dessinée décrivant les interactions entre le virus et son microbiote. Le Prix André Ferran, le Prix Georges Bastide et le Prix du rectorat n'ont pas été attribués cette année. La cérémonie solennelle de remise des Prix de l'Académie 2021 aux lauréats s'est déroulée le 19 juin 2022.

## **Modifications du bureau de L'Académie**

Président : Hugues CHAP

Directeur : Jacques PÉCHAMAT

Secrétaire perpétuel : Max LAFONTAN

Secrétaires adjoints : Michel SICARD, Françoise BESSON, Bernard BOUSQUET

Trésorier perpétuel : Guy AHLSELL de TOULZA

Trésorier adjoint : Monique RIVIERE

Bibliothécaire : Michel BILOTTE

Bibliothécaire adjoint : Marcel DELPOUX

Archiviste : Yves LE PESTIPON

Archiviste adjoint : Pierre LILE

Responsable informatique et numérisation : Gérard LAURANS

Adjoint : Michel QUINTARD

### **Élection de nouveaux membres**

Au vu des perturbations de notre calendrier par la Covid-19, un consensus s'est établi pour recruter cinq candidates ou candidats correspondants au titre de 2020, et cinq au titre de 2021, ainsi qu'un membre d'honneur et deux correspondants non résidants.

L'assemblée des membres titulaires réunie le 17 juin 2021 procède tout d'abord à l'élection d'un membre d'honneur, M. Sylvestre MAURICE (Astrophysicien, Planétologue spatial) ainsi qu'à celle de deux correspondants non résidants : Mme. Géraldine CAZALS (historienne) et le Dr Jean-Pierre ARMAND (oncologue), avant de procéder à l'élection des correspondants résidants.

### **Nomination des Correspondants résidants 2020**

Classe des Sciences : François SCHELCHER (Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse), Jean-Jacques FAVIER (Physicien et spationaute français), Jean-Pierre VINEL (Professeur émérite de Médecine à l'Université Paul Sabatier) et Sylvie VAUCLAIR (Astrophysicienne, Professeur émérite à l'Université Paul Sabatier de Toulouse).

Classe des Inscriptions et Belles-Lettres : Brigitte QUILHOT-GESSEAUME (Inspecteur d'académie - Inspecteur pédagogique régional de Lettres honoraire).

### **Nomination des Correspondants résidants 2021**

Classe des Sciences : Christine THOMAS-AGNAN (Mathématicienne - statisticienne, Professeur de mathématiques à l'Université Toulouse 1 Capitole), Catherine MULLER-STAUMONT (Professeure à l'Université Paul Sabatier), Jean-Pierre SARTHOU (Professeur des Universités en Agronomie et Agroécologie à l'INP/ENSAT), Régine ANDRE-OBRECHT (Informaticienne - Professeure émérite en intelligence artificielle de l'Université Paul Sabatier).

Classe des Inscriptions et Belles-Lettres : Olivier GUERRIER (Professeur en littérature française à l'Université Toulouse Jean Jaurès).

Nos consœurs et confrères élus membres titulaires de l'Académie :

Classe des Inscriptions et Belles-Lettres : Evelyne UGAGLIA, Jacques IGALENS

Classe des Sciences : Bernard BOUSQUET, Michel BILOTTE, Abdoul-Aziz SY.

Le nouveau président Hugues CHAP et le nouveau directeur Jacques PÉCHAMAT prendront leur fonction en octobre 2021.

Les journées « *Portes Ouvertes* », très prisées par le public, organisées en tandem avec l'Académie des Jeux Floraux à l'occasion des « *Journées européennes du Patrimoine* » ont été annulées pour cause de Covid-19.

Malgré les difficultés créées par l'épidémie, des collaborations, ou des projets de collaborations, se sont poursuivis dans la mesure du possible avec différentes institutions toulousaines telles que le Quai des Savoirs, le Muséum d'histoire naturelle, l'Université Jean Jaurès, la librairie Ombre Blanches... La radio toulousaine Radio Radio a installé un dispositif d'enregistrement Salle Clémence Isaure qui a permis, dès que les conférences publiques ont pu reprendre en octobre 2021, de diffuser en direct ou en différé ces conférences vers un public élargi.

Les archives de l'Académie ont été sécurisées ; leur numérisation et leur mise en ligne sont largement finalisées et fournissent un important outil de travail pour les chercheurs. Les archives restantes sont en cours de numérisation ; les archives manuscrites non-religées du XVIII<sup>e</sup> (environ 20 000 pages) sont en cours de numérisation. Le site internet de l'Académie a été notablement enrichi grâce au travail constant de Gérard LAURANS. Il a mis en place la collecte de tous les dossiers de candidature pour les Prix de l'Académie qui sont ainsi mis à disposition aisée pour tous les rapporteurs. Une bibliothèque numérique, une audiothèque et une vidéothèque de l'Académie ont été constituées. Plusieurs articles intéressants rédigés par quelques académiciens ont été déposés dans la bibliothèque numérique. Ces améliorations de notre patrimoine académique devraient favoriser la visibilité de notre Académie ainsi qu'une meilleure diffusion de nos travaux.

L'Académie a poursuivi ses travaux sur le long terme, pour répertorier, toutefois sans ambition exhaustive, « *Les Savants, Érudits et Inventeurs toulousains du XVII<sup>e</sup> au XX<sup>e</sup> siècle* ». Cette tâche est coordonnée par Jacques PÉCHAMAT qui a collecté à ce jour 117 monographies et a été aidé par la contribution de quelques volontaires académiciens afin d'assurer les corrections et l'harmonisation de la mise en forme finale des textes. Ces notes biographiques sont directement accessibles sur le site internet de l'Académie tout comme le sont les derniers *Mémoires* de l'Académie (« Savants Toulousains » : un ensemble de biographies consultables en ligne).



## **BIENFAITEURS DE L'ACADÉMIE DEPUIS L'ORIGINE JUSQU'À LA RÉVOLUTION**

LES ÉTATS DE LA PROVINCE DE LANGUEDOC.

LA VILLE DE TOULOUSE.

RIQUET, COMTE DE CARAMAN (Victor Pierre François), Lieutenant général des armées, associé honoraire (1698-1739).

NIQUET DE SÉRANE (Antoine Joseph de), Premier Président du Parlement (1739).

AIGNAN, BARON D'ORBESSAN (Antoine Marie de), Président à mortier, Secrétaire perpétuel (1739).

RIQUET DE BONREPOS (Jean Gabriel Amable Alexandre), Procureur général, associé honoraire (1739).

HELIOT (Benoît d'), Abbé de Perrai-Neuf, associé ordinaire (1779).

### **DEPUIS LE RÉTABLISSEMENT EN 1807**

LA VILLE DE TOULOUSE (depuis 1808).

LE MINISTÈRE DES AFFAIRES CULTURELLES (depuis 1971).

LE CONSEIL DÉPARTEMENTAL DE LA HAUTE-GARONNE (de 1905 à 1920 et depuis 1958).

LES UNIVERSITÉS DE TOULOUSE (depuis 1951).

L'INDUSTRIE ET LE COMMERCE TOULOUSAINS ET RÉGIONAUX (depuis 1952).

VAISSE-CIBIEL (Émilien), avocat, ancien Président de l'Académie (1882).

GAUSSAIL (le docteur Adrien), Professeur à l'École de Médecine, ancien Président de l'Académie (1883).

MAURY (Pierre), négociant (1892).

OZENNE (Théodore), ancien Président du Tribunal de Commerce (1894).

CLOS (le docteur Dominique), Professeur à la Faculté des Sciences, correspondant de l'Institut, ancien Président de l'Académie (1909).

MAUREL (le Docteur Edouard), Professeur à la Faculté de Médecine, ancien Président de l'Académie (1915).

DUMÉRIL (Alfred), doyen de la Faculté des Lettres, ancien Président et Secrétaire perpétuel de l'Académie (1927).

ABADIE-DUTEMPS (Ernest), associé ordinaire (1928).

PRIVAT (Édouard), associé ordinaire (1935).

BABOULET (Edouard) (1945).

GAUSSEN (Henri) (1981).

ENDERS (John) (1985).

BRETESCHE (Roland) (1992).

FORADO (Sydney) (1997).

SALLES (Alice) (2001).

**REMERCIEMENTS**

L'Académie remercie tous les donateurs qui lui apportent leur soutien :

la Ville de Toulouse,  
le Conseil Départemental de la Haute-Garonne,  
l'Institut National Polytechnique,  
l'Université des Sciences sociales,  
l'Université Paul Sabatier,  
l'Université Toulouse-Jean Jaurès,  
la Bibliothèque Nationale de France,  
le Crédit Municipal,  
Le Quai des Savoirs.

## TABLE DES MATIÈRES

Notice historique	5
État des membres de l'Académie 2021-2022	9
LILE Pierre : Éloge de Jacques Arlet (1920-2021)	17
PÉCHAMAT Jacques : Éloge de Guy Franco (1932 -2021)	21
SICARD Michel : Éloge d'Henri Mascart (1928-2021)	25
MULLER Catherine : Obésité et cancer : dialogue insolite entre les tissus adipeux et cancéreux	27
MEYER Jean-Claude : L'impossible soumission du clergé réfractaire : une législation contraire à la Déclaration des droits de l'homme	35
SPIESSER Maryvonne : L'arithmétique et les marchands : regards croisés entre commerce et mathématiques (XIV <sup>e</sup> -XVI <sup>e</sup> siècles)	43
VAUCLAIR Sylvie : L'humanité, le cosmos et la musique	57
VINEL Jean-Pierre : L'incertitude en médecine	65
BILOTTE Michel : De Picot de Lapeyrouse à nos jours, la saga des rudistes (mollusque, bivalves)	73
GUERRIER Olivier : La critique littéraire : usages et « utilité »	79
QUILHOT-GESSEAUME Brigitte : Au risque de la culture ?	89
SARTHOU Jean-Pierre : L'agriculture et l'agronomie telles que vous ne les avez jamais vues	101
SURAUD Éric : La révolution numérique annonce-t-elle une renaissance de l'homme ?	109
SICARD Michel : Rencontre avec Boris Ephrussi, fondateur de la génétique en France	113
CAZALS Géraldine : Belles Lettres, Inscriptions et Sciences à la Renaissance - Guillaume de La Perrière (1499-1554) et les savoirs	121
MARTIN Michel Louis : Les nouvelles formes de l'activisme politique des militaires africains	133
QUINTARD Michel : Les milieux poreux ou comment modéliser les systèmes multi-échelles	145
Rapport de remise des prix pour l'année 2021	153
Liste des prix mis au concours par l'Académie en 2021	165
Les Mardis de l'Hôtel d'Assézat	167
Rapport moral 2020-2021	185
Travaux de l'Académie 2021-2022	189
Bienfaiteurs de l'Académie et remerciements	193
Table des matières	195
Publications	197



