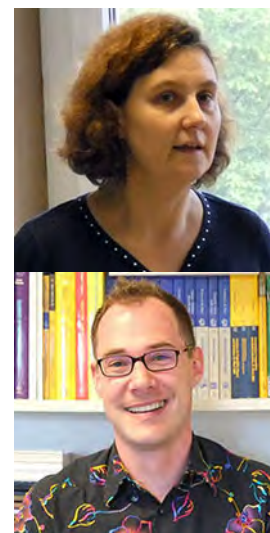


# Véronique Maume-Deschamps : L'agence mathématiques – entreprises et la quatrième révolution industrielle



Véronique MAUME-DESCHAMPS<sup>1</sup>

AMIES & Université Claude Bernard Lyon 1

Gilles STOLTZ<sup>2</sup>

CNRS — Université Paris-Sud

## TITLE

Véronique Maume-Deschamps: Fostering interactions between mathematics and industry in the context of the Fourth Industrial Revolution

## RÉSUMÉ

Véronique Maume-Deschamps dirige l'agence mathématiques–entreprises. Après avoir situé son parcours académique et professionnel, nous discutons des actions menées par cette agence, dans le contexte actuel de quatrième révolution industrielle liée à l'utilisation massive du numérique. Nous concluons par des échanges sur les impacts de ce contexte sur l'enseignement de la statistique.

**Mots-clés :** *applications industrielles, enseignement de la statistique.*

## ABSTRACT

Véronique Maume-Deschamps heads the Agency for Interactions of Mathematics with Business and Society (AMIES). We briefly discuss her personal academic and professional path first and then focus on the agenda and activities of AMIES, within the current context of massive digitalization and the associated fourth industrial revolution. We conclude the interview with some thoughts on the impacts of this context on teaching statistics.

**Keywords:** *industrial applications, teaching of statistics.*

L'entretien a été mené par échanges de courriels entre le 1<sup>er</sup> avril et le 13 septembre 2019.

Véronique Maume-Deschamps dirige depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2018 une structure appelée AMIES (ou agence mathématiques–entreprises), présentée plus en détails au cours de l'entretien. Professeure à l'Université Claude Bernard Lyon 1, ses thèmes de recherche principaux portent sur l'étude des processus dépendants, des risques en assurance, finance et environnement, et les liens de ces deux thèmes avec la théorie des valeurs extrêmes, le tout d'un point de vue statistique (modélisation, estimation). Ses travaux portent aussi bien sur des aspects théoriques qu'applicatifs et industriels. L'entretien s'est déroulé en trois parties : (i) bref récit du parcours académique et professionnel ; (ii) discussion autour des missions d'AMIES et du contexte actuel—que d'aucuns appellent la quatrième révolution industrielle—si porteur pour les applications en entreprises des recherches en statistique et *machine learning* ; et (iii) implications de ces interactions nombreuses et grandissantes avec le secteur socio-économique sur la manière d'enseigner la statistique.

1. [veronique.maume-deschamps@agence-maths-entreprises.fr](mailto:veronique.maume-deschamps@agence-maths-entreprises.fr)

2. [gilles.stoltz@math.u-psud.fr](mailto:gilles.stoltz@math.u-psud.fr)

## Parcours académique et professionnel

**GS :** Véronique, merci de te prêter au jeu des entretiens de la nouvelle formule de *Statistique et Société* ! Je voudrais commencer par éclairer ton parcours, et pour cela, je te propose de remonter à tes 20 ans : où étais-tu, comment se déroulaient tes premières années d'études supérieures, quels étaient tes projets d'avenir à l'époque, quelle profession et dans quel univers te voyais-tu exercer ?

**VMD :** Je crois que faire de la recherche scientifique est le seul projet professionnel plus ou moins conscient ou construit que j'aie jamais eu. J'ai commencé mes études supérieures en 1990 à l'Université de Bourgogne à Dijon, par un « DEUG A »<sup>3</sup>, avec l'intention de faire de la recherche en physique (plus précisément en physique nucléaire, si je me souviens bien). Durant ma première année à l'université, j'ai été déçue par la physique, pas assez rigoureuse à mon goût, j'ai alors envisagé de me tourner vers l'informatique. Mais en deuxième année de DEUG, j'ai suivi des cours de topologie et de probabilités, que j'ai beaucoup aimés et qui m'ont décidée à poursuivre des études en mathématiques. Je suis alors partie en magistère de mathématiques à l'ENS de Lyon, en tant qu'auditrice libre. J'ai pu y préciser mon projet, qui m'a conduite à faire une thèse en théorie ergodique.

**GS :** C'est intéressant de voir que tu avais l'intention de faire de la recherche aussi jeune, dès l'entrée dans les études supérieures. Avais-tu des modèles autour de toi, comment cette idée a-t-elle germé dès le lycée ? (Ta réponse pourrait nous indiquer de bonnes pratiques pour promouvoir nos métiers dans le secondaire !)

**VMD :** A vrai dire, cette idée est même antérieure aux études secondaires : pour autant que je me le rappelle, elle était déjà présente en classe de troisième. En réalité, j'avais des modèles à la maison : ma mère était chercheuse au CNRS et mon père, professeur des universités, tous deux en biochimie. J'ai ainsi toujours entendu parler de science, de recherche, d'université à table, je n'ai pas beaucoup de mérite à avoir envisagé cette carrière. Ce qui m'a également aidée, c'est d'avoir eu d'enthousiasmants professeurs et professeurs de mathématiques et de physique en collège et lycée.

Il est crucial de disposer de modèles, et si on veut faire naître des vocations scientifiques, il faut des modèles partout pour toutes et tous ; il ne suffit sans doute pas de réaliser des interventions ponctuelles dans les lycées. Pour susciter notamment des vocations scientifiques féminines, je pense qu'il serait utile d'une part que les médias sollicitent davantage d'expertes. D'autre part, il me semble que les collégiennes et lycéennes passent (comme leurs homologues masculins) beaucoup de temps sur les réseaux sociaux et que c'est certainement un « lieu » où les rencontrer ; mais je n'ai pas d'idée sur la manière d'assurer une présence de modèles scientifiques sur ces réseaux...

**GS :** Merci pour ces considérations sur les vocations scientifiques, surtout au féminin ! Revenons-en maintenant à ton parcours. J'imagine qu'une fois la thèse en théorie ergodique entamée, ton avenir comme enseignante-chercheuse semblait mieux tracé — modulo les difficiles recrutements du supérieur. Comment les as-tu vécus, où as-tu continué ta carrière ? En outre, je te voyais plutôt dans le monde de l'actuariat, j'ignorais que tu avais effectué des travaux de thèse en théorie ergodique : est-ce lors de ce premier poste que tes intérêts scientifiques ont changé ?

**VMD :** J'ai fait un post-doc à Genève avant d'être recrutée en 1999 à l'Université de Bourgogne. Je suis doucement passée des vitesses de mélange des systèmes dynamiques à leurs propriétés statistiques, puis à l'analyse d'algorithmes, à la modélisation de la dépendance stochastique et

3. DEUG : Diplôme d'études universitaires générales, qui sanctionnait les deux premières années d'études supérieures et permettait alors d'accéder à la licence, préparée en un an ; l'équivalent actuel est donc formé par les années de L1 et L2 au sein du parcours de licence en trois ans. La mention A du DEUG s'intitulait « sciences et structure de la matière » et menait à des licences de chimie, physique, mathématiques ou informatique, en fonction des options choisies.

à l'estimation dans ces contextes. La raison de ces changements a été motivée pour partie par le fait que j'ai assuré des enseignements de statistique et que j'ai monté avec des collègues de Dijon un master de mathématiques appliquées (mention informatique graphique et statistique). Je me suis intéressée à la statistique et cet intérêt a influencé mes travaux de recherche.

Je ne connaissais pas l'actuariat avant d'être recrutée professeure à l'Université Claude Bernard Lyon 1, dans la composante ISFA<sup>4</sup>, en 2007. La problématique de la modélisation de la dépendance est centrale en actuariat et cela a été assez naturel pour moi de m'intéresser aux mesures de risque par exemple. En ce qui concerne les recrutements à l'université, il est certain que les périodes de recrutement ne constituent pas mes meilleurs souvenirs ! Le plus difficile à vivre a sans doute été la promotion comme professeure, tout du moins sur le plan familial. A contrario, professionnellement et scientifiquement, j'y ai beaucoup gagné. En effet, mon changement de statut s'est accompagné d'un changement d'université<sup>5</sup>, donc de ville, et toute la famille a dû s'adapter pour me suivre dans cette nouvelle étape de ma carrière.

**GS :** Côté évolution des intérêts académiques, peux-tu nous narrer désormais une dernière évolution de tes centres d'intérêts académiques : comment es-tu passée de recherches au début uniquement théoriques à des travaux plus appliqués et notamment, des collaborations de recherche avec des entreprises ? Cette évolution a eu pour résultat que tu es actuellement directrice d'AMIES, l'agence mathématiques-entreprises dont nous parlerons plus en détails dans la deuxième partie de cet entretien...

**VMD :** Mon intérêt pour les relations avec les entreprises remonte à la période où j'exerçais à l'Université de Bourgogne. D'une part, lors du montage du master de mathématiques appliquées pour l'informatique graphique et la statistique, en 2002-2004, j'ai été amenée à prendre des contacts avec des entreprises locales et nationales. D'autre part, j'ai participé à un contrat de collaboration recherche avec le CEA<sup>6</sup> de Valduc portant sur de l'analyse des données et de la vision 3D en milieu sévéré (c'est-à-dire sous des conditions de température et pression élevées). J'ai trouvé intéressant de développer des relations avec les entreprises pour différentes raisons : tout d'abord, du point de vue scientifique, car cela permet de tester des méthodes innovantes sur des données réelles et de se confronter à des verrous nouveaux, issus de problématiques industrielles, auxquelles on n'aurait pas nécessairement pensé. Deuxièmement, que le laboratoire collabore avec des entreprises permet également, par ricochet, de favoriser l'insertion professionnelle des étudiantes et des étudiants. Enfin, j'ai apprécié l'indépendance financière apportée par la contribution versée par une entreprise au laboratoire lors de la réalisation d'une collaboration recherche. J'ai ainsi pu disposer de fonds pour mes activités de recherche, sans avoir à répondre à des appels d'offres ou à formuler des demandes spécifiques à mon laboratoire.

D'une certaine façon, ces évolutions dans mes activités et centres d'intérêt se sont faites naturellement. La complémentarité entre « recherche amont » et recherche partenariale me paraît fondamentale ; il n'y a pas à avoir d'opposition entre les deux, mais plutôt de fructueuses interactions !

Lorsque je suis arrivée à l'ISFA, j'ai tout naturellement poursuivi ces collaborations avec les entreprises, pour l'encadrement d'étudiantes et d'étudiants (suivis d'alternance en master et encadrements de thèses CIFRE<sup>7</sup>) ou par la réalisation de contrats de collaboration recherche avec des entreprises. En 2015, j'ai participé à la mise en place d'une cellule de valorisation de la re-

4. ISFA : Institut de science financière et d'assurances ; c'est une école créée en 1930 et devenue école interne à l'Université Claude Bernard Lyon 1 en 1998. L'ISFA est le plus ancien organisme universitaire français habilité à délivrer un diplôme d'actuaire.

5. Note de GS : La communauté mathématique française a mis en place, depuis une vingtaine d'années, un souhait de mobilité géographique (changement de laboratoire et d'université) lors de la promotion (ainsi que lors de la prise de poste comme maîtresse ou maître de conférences) ; on parle d'« interdiction de la promotion locale » (et d'« interdiction du recrutement local »). Ces règles sont des vœux et pratiques, sans assise réglementaire, et d'ailleurs, elles n'existent pas dans les autres disciplines universitaires. Elles connaissent à l'occasion des exceptions au niveau de la promotion locale.

6. CEA : Commissariat à l'énergie atomique

7. CIFRE : Conventions industrielles de formation par la recherche ; c'est un dispositif qui permet aux entreprises de bénéficier d'une aide financière pour recruter de jeunes doctorants dont le projet de recherche doctoral est mené en liaison avec un laboratoire académique.

cherche pour mon laboratoire de mathématiques, l'Institut Camille Jordan. Cette cellule, dénommée ValSEM<sup>8</sup> (pour « Valorisation Lyon Saint-Etienne en Mathématiques »), vise à développer et rendre plus visibles les interactions entre les mathématiques et les entreprises dans les bassins de Lyon et Saint-Etienne. Elle est amenée à collaborer avec d'autres laboratoires que l'Institut Camille Jordan, où s'effectue de la recherche en mathématiques dans les deux métropoles. Elle recueille les demandes des entreprises, organise l'expertise et la mise en place de collaborations de recherche, lorsque celles-ci semblent opportunes (du point de vue de l'entreprise et du point de vue des chercheurs académiques). Elle mène également une activité de prospection auprès des entreprises locales et sert plus généralement de « porte d'entrée » pour les entreprises qui recherchent des compétences avancées en mathématiques.

AMIES<sup>9</sup> a soutenu ce développement de ValSEM à Lyon et c'est ainsi que j'ai croisé sa route. Je suis membre de son bureau depuis 2015... et sa directrice depuis janvier 2018.

## Parlons d'AMIES, l'agence maths-entreprises...

**GS :** Je te propose d'aborder maintenant un des deux grands thèmes de cet entretien, à savoir, l'agence maths-entreprises (AMIES). Je précise peut-être à destination des lecteurs que je suis également membre de son bureau, depuis juin 2017 ; pour autant, je vais jouer l'ingénu !

Pourrais-tu commencer par nous expliquer en quelques mots les missions d'AMIES, les raisons de sa création et son rôle structurant ?

**VMD :** AMIES a été fondée en 2011. Cette création est née d'une réflexion et d'un travail collectifs au niveau européen, avec notamment le rapport « Mathematics and Industry » de l'European Science Foundation (2010), dans sa série de rapports *Forward Look*. Une des conclusions de ce rapport était le besoin de construire, dans chaque pays européen, une communauté mathématiques-entreprises, vectrice de transferts et d'innovations. Ces recommandations ont conduit, au niveau national, à la création d'AMIES ; ce projet a été porté par les acteurs du GDR<sup>10</sup> Mathématiques-entreprises du CNRS et a été pérennisé<sup>11</sup>. Mettons d'ailleurs ce projet du début des années 2010 en écho du rapport d'une table ronde récemment organisée par le ministère de l'économie japonais, de la fin des années 2010, donc, qui affirme : « We have identified the top three science priorities in order for Japan to lead the fourth industrial revolution and to even go beyond its limits : mathematics, mathematics, and mathematics ! » (Traduction : « Nous avons identifié les trois priorités scientifiques pour que le Japon mène la quatrième révolution industrielle et aille même au-delà de ses limites : les mathématiques, les mathématiques et les mathématiques ! »)

Début 2019, AMIES a été reconduite<sup>12</sup> pour la période 2020–2024 avec l'ambition d'agir pour l'économie numérique et l'industrie 4.0. Nous avons la conviction que des approches mathématiques combinant de hauts niveaux de modélisation, simulation et d'optimisation, enrichies par l'assimilation, l'analyse et l'apprentissage des données et rendues possibles par les opportunités actuelles de calcul intensif, constituent un atout économique considérable. Nous avons un slogan, qui a été le titre d'un colloque de deux jours à l'automne 2016 que nous avons co-organisé : « Mathématiques, oxygène du numérique » ; l'idée est évidemment que les mathématiques sont un carburant essentiel de l'économie, notamment de l'économie numérique.

8. <http://math.univ-lyon1.fr/spip.php?article16>

9. AMIES : Agence pour les mathématiques en interaction avec l'entreprise et la société

10. GDR : Groupement de recherche ; comme lu sur le site <https://www.cnrs.fr/inismi/spip.php?article663> du CNRS, « les membres d'unités du CNRS peuvent se regrouper sur un objectif scientifique au sein d'un groupement de recherche (GDR). Ces groupes structurent thématiquement la communauté et viennent se superposer au maillage géographique des unités ».

11. Désormais, AMIES est à la fois un LabEx (un laboratoire d'excellence, labellisé dans le cadre du premier plan investissement d'avenir [PIA1]), porté par le CNRS, Inria et l'Université Grenoble Alpes [UGA], et une unité mixte de services [UMS] du CNRS et de l'UGA. Suite à une évaluation favorable, l'agence vient d'être renouvelée en tant que LabEx pour 5 ans, pour la période 2020–2024.

12. En tant que LabEx

**GS :** Pour mieux situer ce récit de création et notamment ses objectifs, pourrais-tu définir pour nos lecteurs ce qu'on entend par « quatrième révolution industrielle » et « industrie 4.0 », en insistant peut-être sur le rôle des données et des approches statistiques ou d'apprentissage? Ce sont des termes séduisants, qui sonnent sans doute heureusement aux oreilles des dirigeants français ou européens, mais que recouvrent-ils concrètement?

**VMD :** Ce terme d'« industrie 4.0 » (ou de « quatrième révolution industrielle », ou encore d'« industrie du futur ») regroupe les changements induits dans les différents secteurs industriels par l'utilisation massive du numérique. Cela englobe la conception virtuelle, la numérisation, la communication entre objets connectés (l'Internet des objets<sup>13</sup>).

Par exemple, les constructeurs automobiles utilisent depuis plusieurs années des jumeaux numériques (*digital twins*) des voitures pour faire des crash tests virtuels et limiter les tests réels. L'industrie 4.0 suppose d'aller au-delà de cette pratique en interconnectant l'ensemble de la production, les modèles numériques, voire les produits finaux.

Les gains attendus concernent entre autres la maintenance prédictive, le pilotage en temps réel de la production, la détection précoce des dérives, mais aussi la réduction de la consommation d'énergie. Les défis scientifiques associés sont nombreux : la sécurité des communications, les liens entre modélisation, simulation et données, la gestion et l'exploitation des données, l'interopérabilité des systèmes et des formats de données (au sein d'une même entreprise mais aussi avec des sous-traitants ou des partenaires), pour n'en citer que quelques-uns. La statistique a évidemment toute sa place dans ce projet d'ensemble, car les masses de données recueillies sont considérables mais il faut les traiter. A cet égard, des méthodes statistiques et par apprentissage qui soient aussi performantes et robustes que possible sont requises.

Les enjeux sociaux et sociétaux sont évidemment cruciaux et ne devraient pas être sous-estimés, notamment en ce qui concerne l'impact sur l'emploi, sur les qualifications requises et la formation.

**GS :** Merci beaucoup pour cet éclairage, Véronique, nous voyons mieux maintenant l'environnement en ébullition et en révolution dans lequel AMIES veut agir. Justement, à ce sujet, quels sont concrètement en France les actions et projets menés par AMIES, et à quelles entreprises s'adressent-ils?

**VMD :** Nous avons un souci particulier pour les entreprises de taille au plus intermédiaire<sup>14</sup> car les grands groupes sont souvent conscients des enjeux d'innovation grâce aux mathématiques et connaissent les portes d'entrée vers la recherche en mathématiques, et le fonctionnement de cette dernière. C'est beaucoup plus rarement le cas des structures plus petites. Toutefois, des interactions avec de grands groupes nationaux et internationaux sont bien entendu aussi envisageables, notamment lorsqu'il s'agit de secteurs ou d'applications où les mathématiques ne sont actuellement pas ou que peu présentes.

A cet égard, l'offre première d'AMIES est une mise en relation, entre un besoin exprimé par une entreprise et un laboratoire ou un groupe de chercheurs pouvant y répondre. Les membres du bureau d'AMIES (appelés les « facilitateurs » dans notre jargon) prennent contact avec l'entreprise, discutent avec elle et qualifient ce besoin : ils s'assurent tout d'abord qu'il y a bien un verrou scientifique à lever, qu'il ne s'agit pas d'une prestation qu'une autre entreprise pourrait assurer en appliquant des méthodes éprouvées. Ils jouent ensuite le rôle de traducteur technologique en déterminant quelques mots-clés scientifiques et en rédigeant une courte description du projet visé, qu'ils diffusent ensuite à l'ensemble des correspondants nationaux (un par laboratoire, GDR et centre Inria).

13. Note de GS : Pour l'Internet des objets (en anglais, *Internet of things* [IoT]), voir l'entretien précédemment publié entre Mougeot et Stoltz (2015)

14. TPE, PME, ETI : très petites entreprises (moins de 10 salariés et chiffre d'affaires inférieur à 2 M€), petites et moyennes entreprises (moins de 250 salariés et chiffre d'affaires inférieur à 50 M€), entreprises de taille intermédiaire (moins de 5 000 salariés et chiffre d'affaires inférieur à 1 500 M€)

Cette mise en relation peut se doubler d'une aide financière. Si le projet prend place dans un contrat de collaboration recherche entre l'entreprise et le laboratoire, AMIES peut abonder le montant perçu par le laboratoire au titre de ce contrat (ce qui, mécaniquement, permet de réduire le montant versé par l'entreprise), via son programme PEPS<sup>15</sup>. Une autre possibilité est que le projet soit traité par un groupe de [post-]doctorantes et [post-]doctorants en mathématiques, non nécessairement spécialistes du sujet, dans le cadre d'une semaine d'étude (SEME<sup>16</sup>); AMIES finance alors leur séjour dans le laboratoire organisateur de la semaine (le déplacement étant généralement à la charge du laboratoire d'origine).

J'aimerais également évoquer d'autres actions importantes d'AMIES, sans pouvoir toutes les citer, en commençant par l'organisation du « Forum emploi maths<sup>17</sup> », avec la SFdS<sup>18</sup> et la SMAI<sup>19</sup>, en partenariat avec la FMJH<sup>20</sup>, la SMF<sup>21</sup>, la ROADEF<sup>22</sup> et l'IHP<sup>23</sup>. Le forum rassemble annuellement la communauté mathématique (mathématiciennes et mathématiciens étudiants et diplômés, responsables de formations et de laboratoires) et des entreprises. AMIES participe également au financement de manifestations scientifiques lorsque celles-ci associent mathématiques et entreprises, et à celui d'enquêtes d'intérêt général pour la communauté : sur le devenir professionnel des docteurs en mathématiques, sur l'impact socio-économique des mathématiques.

**GS :** Les actions de mise en relation me semblent réellement un axe stratégique pour AMIES. Or, les entreprises aiment souvent s'adresser à des universitaires locaux, pour pouvoir les rencontrer et ainsi mieux discuter avec eux. Comment AMIES concilie-t-elle expertise mathématique pointue et couverture géographique du territoire ?

**VMD :** Justement, AMIES et le CNRS, via l'Insmi<sup>24</sup>, ont mis en place en 2017, avec le soutien d'Inria, un réseau nommé MSO (pour « modélisation, simulation, optimisation »), regroupant les acteurs effectifs des collaborations avec les entreprises. Il est formé d'un nœud par région, à deux exceptions près : la région Ile-de-France comporte deux nœuds, Carnot-Smiles et Imose, et les régions Bretagne et Pays de la Loire partagent le même nœud, Agence Lebesgue; voir la figure 1.

Ce réseau MSO permet notamment des échanges d'idées, de bonnes pratiques, de contacts et d'expertises, en particulier lors des rencontres annuelles (qui ont lieu une à deux fois par an). Ces échanges sont essentiels : nous constatons à chaque fois que les modes de gestion des relations avec les entreprises diffèrent beaucoup suivant les sites et les établissements.

Une rubrique « Du côté du réseau MSO » dans *MATAPLI*<sup>25</sup> retrace plus en détails certains de ces échanges et permet aux différents membres de se présenter tour à tour (plus de la moitié d'entre vous s'est déjà présentée). C'est pourquoi je ne m'étends pas trop sur ce sujet ici; tout au plus, je voudrais souligner deux articles récents : « Les collaborations avec des entreprises, pourquoi, comment? Tour d'horizon des pratiques de contractualisation et de tarification au sein du réseau MSO » et « Rencontres mathématicien-ne-s -- industriels : les mathématiques au cœur du dialogue ».

Pour donner un exemple et en revenir à la communauté lyonnaise et stéphanoise, je parlais précédemment de la cellule VaLSEM. Celle-ci est bien entendu partie prenante du réseau MSO. Pour

15. PEPS : Projets exploratoires premier soutien

16. SEME : semaine d'étude mathématiques-entreprises

17. <https://www.forum-emploi-maths.com>

18. SFdS : Société française de statistique, <https://www.sfds.asso.fr/>

19. SMAI : Société de mathématiques appliquées et industrielles, <http://smai.emath.fr/>

20. FMJH : Fondation mathématique Jacques Hadamard, <https://www.fondation-hadamard.fr/>

21. SMF : Société mathématique de France, <https://smf.emath.fr/>

22. ROADEF : Société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision, <http://www.roadef.org>

23. IHP : Institut Henri Poincaré, <http://www.ihp.fr/>

24. Institut national des sciences mathématiques et de leurs interactions, <https://www.cnrs.fr/insmi/>; c'est l'un des dix instituts du CNRS, c'est-à-dire, une des dix structures mettant en œuvre la politique scientifique de l'établissement en animant et coordonnant l'action des laboratoires de leur domaine.

25. Bulletin de liaison trimestriel de la Société de mathématiques appliquées et industrielles [SMAI]



Réseau **MSO** France  
Modéliser, Simuler, Optimiser



FIGURE 1 – Carte du réseau MSO (modélisation, simulation, optimisation)

respecter la nouvelle structuration régionale, nous avons décidé d'abriter VaLSEM et ses homologues MaiMoSiNE<sup>26</sup> de Grenoble et MMSA<sup>27</sup> de Clermont-Ferrand sous la bannière MSO-AuRA, pour MSO en Auvergne-Rhône-Alpes; cette création de MSO-AuRA a été effectuée sous l'égide de la Fédération de recherche en mathématiques Auvergne-Rhône-Alpes<sup>28</sup>. Comme exemple de réalisation, on peut indiquer que MSO-AuRA a œuvré pour la mise en place d'un FUI<sup>29</sup> porté par MicroDB en partenariat avec des laboratoires de mathématiques, d'informatique et d'acoustique de Grenoble, Lyon et Saint-Etienne (en l'occurrence, le LJK, l'ICJ, le LIG et le LVA). Ce projet ambitieux portant sur l'imagerie acoustique utilise, entre autres, de l'analyse de sensibilité et de nouvelles méthodes bayésiennes pour résoudre un problème inverse.

Pour conclure et ouvrir une perspective, je voudrais indiquer qu'au-delà du maillage du territoire national, AMIES est un des acteurs fondateurs du réseau européen Eu-Maths-In<sup>30</sup>. Celui-ci coordonne et facilite les échanges entre mathématiques et entreprises au niveau européen, il a une importante action de lobbying auprès de l'Union Européenne afin que les mathématiques aient une place et une visibilité dans les appels européens.

**GS :** Concernant les entreprises visées par l'aide apportée par AMIES, on peut penser aux start-ups, et plus particulièrement celles de deep tech, mobilisant souvent des techniques d'intelligence artificielle. Ces dernières sont souvent entourées et soutenues sur les plans légaux, marketing, comptable, etc., mais comment l'offre d'aide, disons technique, d'AMIES prend-elle place dans cet ensemble ?

**VMD :** L'accompagnement à la création d'entreprises, de start-ups en particulier, fait partie du projet d'AMIES pour 2020–2024. Nous avons déjà commencé à développer ce volet de nos activités, notamment en accordant quelques PEPS à des start-ups en création. Je pense par exemple à la (future) start-up pour le jeu ChickenPods<sup>31</sup>, issue de l'Université de Lille et actuellement hébergée dans son incubateur Cré'Innov. ChickenPods est un jeu vidéo de stratégie, multi-joueurs et en ligne. Le projet a pu démarrer en 2018, avec le soutien d'AMIES et de la SATT Nord<sup>32</sup>, et l'apport scientifique du laboratoire de mathématiques Paul Painlevé, relevant de l'Université de Lille et du CNRS, a été déterminant pour la génération aléatoire de l'environnement de jeu et (lors de l'ajout d'un mode joueur solo) pour la réalisation de l'intelligence artificielle du jeu.

Cela dit, afin de monter en puissance sur l'accompagnement de start-ups, des actions vont être entreprises pour nous rendre plus visibles auprès des incubateurs et des SATT, qui sont les structures vers lesquelles les start-ups se tournent naturellement.

## Impacts sur l'enseignement de la statistique

**GS :** J'aurais voulu aborder dans la troisième partie de cet entretien la manière d'enseigner et le contenu des enseignements en lien avec les collaborations entreprises...

**VMD :** Justement, du côté d'AMIES, nous avons eu au mois de juin 2019 une réunion d'une journée à ce sujet, avec des responsables de formations<sup>33</sup> mathématiques-entreprises, les correspondantes et correspondants AMIES dans les laboratoires, et des membres du réseau MSO. Je ne voudrais pas trop en écrire ici car nous comptons publier un article dans *MATAPLI* résumant

26. Maison de la modélisation et de la simulation, nanosciences et environnement, <https://www.maimosine.fr/>

27. Maison de la modélisation et de la simulation Auvergne, <https://math.univ-bpclermont.fr/MMSA/>

28. <http://frmmaa.math.cnrs.fr/>

29. FUI : Fonds unique interministériel; c'est un programme destiné à soutenir la recherche appliquée, pour aider au développement de nouveaux produits et services susceptibles d'être mis sur le marché à court ou moyen terme, dans des cadres dits « collaboratifs » associant par exemple entreprises et laboratoires publics (source : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonds\\_unique\\_interministériel](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonds_unique_interministériel)).

30. European Service Network of Mathematics for Industry and Innovation, <https://www.eu-maths-in.eu/>

31. Voir <https://automathon.univ-lille.fr/chickenpods-inscription/>

32. SATT : Société d'accélération du transfert de technologies, voir <https://sattnord.fr/>

33. Celles répertoriées sur le site d'AMIES, voir <https://www.agence-maths-entreprises.fr/a/?q=fr/formations>



les échanges nourris et intéressants qui ont eu lieu, notamment à propos d'exemples de master de mathématiques suivis par des étudiantes et étudiants en alternance (apprentissage ou contrats de professionnalisation) en entreprises mais aussi sur des expériences pédagogiques innovantes. Par exemple, au sein du master CSMI<sup>34</sup> de Strasbourg, la mise en place d'un module projet permet aux étudiants de travailler sur des sujets d'intérêt pour des entreprises et en lien direct avec celles-ci, facilitant grandement leur recherche de stage ou d'emploi ensuite. Le master Bioentrepreneurs<sup>35</sup> de l'Université Paris Descartes, quant à lui, offre une formation de niveau M2 pleinement orientée vers la création d'entreprises de biotechnologie.

**GS :** Cela tombe bien que tu ne veuilles pas en écrire davantage... car j'étais en réalité plutôt preneur d'un récit d'expérience personnelle ! Quelle est ta vision de l'enseignement de la statistique, et plus particulièrement, comment tes collaborations avec les entreprises ont-elles influencé tes enseignements (même si j'ai bien compris que c'est par des enseignements en statistique que tu en es venue aux collaborations en premier lieu !)?

**VMD :** Je souhaite insister sur deux aspects essentiels à mes yeux dans l'enseignement de la statistique : d'une part, la nécessité de garantir un bagage théorique suffisant pour comprendre les champs d'application et les limites des méthodes statistiques, et d'autre part, l'association de l'enseignement statistique à une formation solide en algorithmique et programmation.

S'agissant du premier point, des objectifs d'insertion professionnelle à court terme peuvent inciter à privilégier l'utilisation de logiciels de statistique de type « presse-bouton ». Or, selon moi, une bonne compréhension de la théorie est indispensable pour une utilisation fiable et pertinente des outils statistiques. Le degré de théorie est certes à adapter en fonction des publics visés mais de la théorie devrait toujours être présente, même pour des publics non spécialistes de mathématiques. C'est également une condition nécessaire pour permettre de s'adapter ultérieurement à de nouvelles méthodologies statistiques.

Parallèlement, la manipulation de grosses masses de données, la mise en œuvre des algorithmes d'apprentissage et d'intelligence artificielle nécessite de maîtriser, au-delà des logiciels de statistique, des langages de programmation. Leur enseignement, que ce soit Python, C/C++ ou encore Julia, doit faire partie intégrante de l'environnement des cours de statistique.

**GS :** Ces deux aspects me semblent en effet d'une actualité brûlante dans l'enseignement actuel de la statistique. Pourrais-tu nous donner un ou deux exemples de la manière dont tu les prends en compte, en choisissant et en nous situant un ou deux modules de formation statistique que tu apprécies particulièrement ?

**VMD :** A vrai dire, je pourrai mieux répondre à cette question une fois que mon mandat de directrice d'AMIES sera achevé : c'est un poste à temps plein et je n'ai pas donné cours depuis un an et demi. J'ai les idées claires sur la manière dont j'aimerais procéder lorsque je recommencerai à donner cours, dans quelques années...

Cela dit, je profite de cette question pour évoquer l'intérêt de mettre en œuvre d'autres formes de pédagogie que les classiques cours, travaux dirigés, travaux pratiques. Je trouve intéressant de rendre les étudiantes et étudiants actrices et acteurs de leur formation et à cet effet, il me semble pertinent d'organiser des *cours inversés*, de décider avec eux des contenus des cours et des modalités d'évaluation, de leur permettre d'exprimer leurs attentes en début de séquences, d'associer aux séances de cours des supports vidéo, des documents interactifs, etc.

34. Calcul scientifique et mathématiques de l'information, <http://csmi.eu/>

35. <https://sites.google.com/view/mscm2bioentrepreneur/accueil>

## Le mot de la fin

**GS** : J'aime conclure mes entretiens par une demande de pensées libres. Y a-t-il un sujet sur lequel tu aurais voulu t'exprimer et que j'ai oublié? Ou peut-être as-tu un message à faire passer à nos lecteurs? Bref, j'aimerais te laisser choisir le mot de la fin de cet entretien...

**VMD** : Pour conclure, j'aimerais (re)lancer un appel sur l'intérêt des collaborations industrielles. Comme nous l'avons évoqué dans cet entretien, les entreprises se saisissent des enjeux de l'industrie 4.0, de l'économie numérique et d'un développement durable. Une des actions d'AMIES est la mise en relation entre entreprises et chercheuses, chercheurs. Nous avons besoin de vous pour accompagner les entreprises!

## Références

European Science Foundation (2010), «Mathematics and industry», *Forward Look (Setting Science Agendas for Europe)* series of report, available at <http://www.eu-maths-in.eu/EUMATHSIN/wp-content/uploads/2016/02/2010-Forward-Look-MathIndustry.pdf>.

Mougeot M. et G. Stoltz (2015), «Entretien avec Mathilde Mougeot : la statistique connectée», *Statistique et Enseignement*, vol. 6, n° 2, pp. 69–79.