

Formation

Les études de mathématiques se déroulent dans une université ou une école polytechnique fédérale. Elles peuvent être étudiées en discipline unique ou être complétées par une autre discipline scientifique.

Bachelor

Le programme du bachelor, au cours duquel les fondements des principales branches des mathématiques (algèbre, analyse, géométrie) sont étudiés, forme l'enseignement de base. Il peut être complété, selon les facultés, par des cours de physique, d'informatique ou d'économie.

Conditions d'admission: maturité gymnasiale ou titre jugé équivalent.

Durée: 6 semestres.

Lieux: Bâle, Berne, Fribourg, Genève, Lausanne, Neuchâtel, Zurich.

Titre obtenu: Bachelor of Science en mathématiques; Bachelor of Science en mathématiques et informatique (GE)

Master

Le programme de master fait suite au bachelor et permet de s'orienter vers les mathématiques fondamentales ou appliquées.

Durée: 3 à 4 semestres.

Lieux: Bâle, Berne, Fribourg, Genève, Lausanne, Neuchâtel, Zurich.

Titre obtenu: Master of Science en mathématiques.

Des masters dans des domaines spécifiques sont proposés, selon les universités: mathématiques et sciences informatiques, statistiques, mathématiques financières, mathématiques appliquées, sciences actuarielles, sciences et ingénierie computationnelles, économétrie, etc.

Pour plus de détails, voir www.orientation.ch/etudes

Formations post-grades

- Doctorat en mathématiques
- Diplôme d'enseignement secondaire I et II, Master of Advanced Studies (MAS) en enseignement secondaire.

En savoir plus

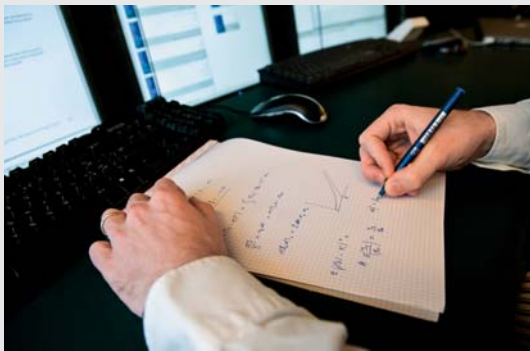
www.orientation.ch, le site de l'orientation scolaire et professionnelle suisse. Adresses des offices, descriptifs de professions et de formations, offres de perfectionnement.

www.math.ch, Société mathématique suisse



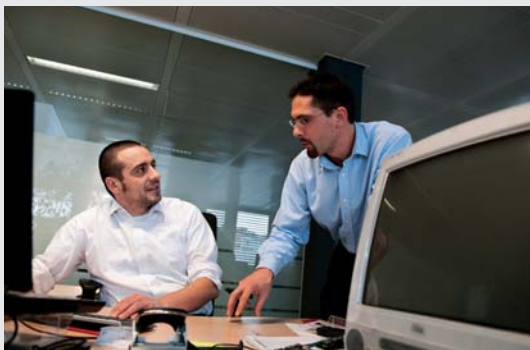
Explorer la problématique

Les échanges avec les chimistes permettent au mathématicien de cerner les problèmes et d'étudier les solutions les plus adaptées.



Prévoir une méthode

La réflexion démarre souvent avec un papier et un crayon. Il faut trouver la bonne recette pour que les calculs puissent se faire.



Lien étroit avec l'informatique

Les mathématiciens collaborent avec des informaticiens pour le développement et l'optimisation de logiciels, l'étude et la mise en place de projets.



Branche principale d'enseignement

Une matière qui suscite passions ou aversions: comment rendre les bases des mathématiques accessibles au plus grand nombre?

Confronter les idées

Les mathématiques fournissent un langage commun. Unir différentes approches et des savoirs multiples aide à la résolution de problèmes.



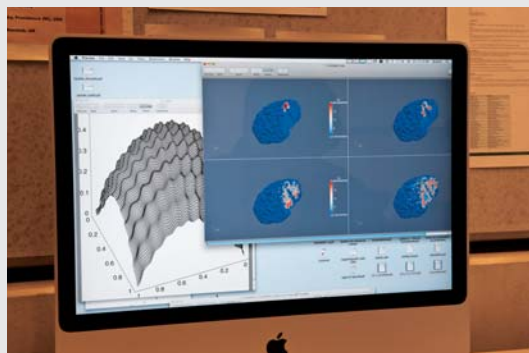
Dans les banques

En finance, les modèles mathématiques sont notamment utilisés dans la valorisation d'instruments dérivés, la gestion des risques, la gestion de portefeuilles.



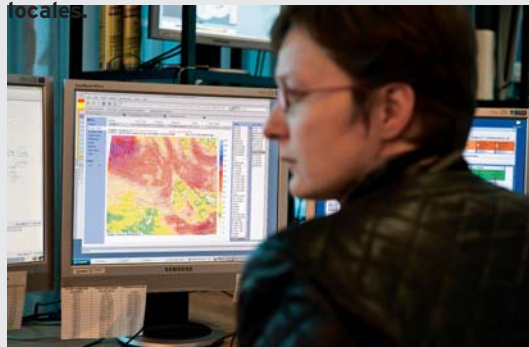
Modéliser des réactions chimiques

Pour comprendre ce qui se passe dans le cerveau après une attaque cérébrale, des modèles sont développés à partir d'équations différentielles.



Développer de nouveaux outils

L'utilisation de méthodes statistiques combinées aux résultats du modèle numérique de l'atmosphère permet d'améliorer certaines prévisions de météo locales.





Cédric Delmonico, 32 ans, docteur en mathématiques et chef de projet

Voilà trois ans que Cédric Delmonico travaille chez Bedag, un centre de services informatiques: «Nos clients sont surtout des administrations publiques et de grandes structures, comme les hôpitaux. Ils ont recours à nos services pour le développement ou l'exploitation de logiciels à grande échelle, ou l'installation de nouveaux bâtiments de serveurs. J'étudie la faisabilité des projets, les ressources nécessaires, le matériel, et supervise la mise en place. Selon les besoins, je fais appel à des spécialistes différents en fonction de leurs compétences spécifiques. Je gère ainsi une petite équipe composée essentiellement d'ingénieurs système.»

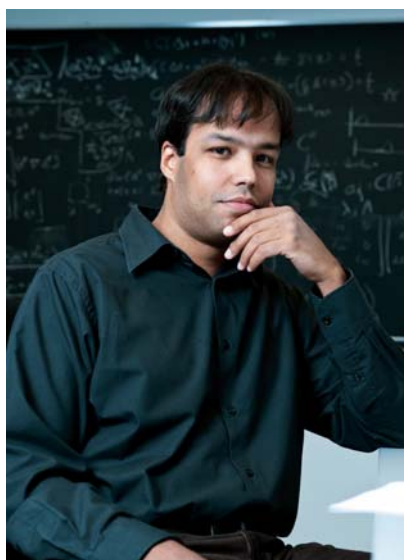
Gestion de projets informatiques

Cédric Delmonico a obtenu son doctorat en mathématiques fondamentales avec une thèse portant sur l'analyse harmonique abstraite, puis a enchaîné avec un post-doc: «La recherche était ma passion, mais je souhaitais occuper un poste stable. Après trois mois de recherche d'emploi, j'ai été engagé comme chef de projet junior chez Bedag. Plus que des compétences poussées en mathématiques, je mets ici en œuvre mes connaissances informatiques, acquises lorsque j'étais assistant et chargé de la gestion informatique à l'Institut de mathématiques. Il faut aussi savoir manipuler des données multiples et comprendre rapidement des problèmes complexes.» Passant aisément du général au particulier et doué d'un solide raisonnement analytique, le mathématicien, devenu responsable de processus, se voit confier des dossiers de plus en plus importants.

«**Pour faire carrière** dans le monde académique, il faut être prêt à affronter l'inconnu, que ce soit sur le plan intellectuel ou géographique», prévient Assyr Abdulle, professeur à l'Ecole polytechnique de Lausanne. De Genève, où il a obtenu le doctorat en mathématiques théoriques en 2001, son parcours l'a mené à Princeton, Zurich, Bâle, Edimbourg, puis Lausanne. Ses recherches portent notamment sur l'analyse numérique et la modélisation mathématique des problèmes des sciences naturelles et de l'ingénieur: «Nous cherchons constamment à améliorer les méthodes de calcul pour comprendre et simuler des problèmes souvent issus de la physique et pouvoir rendre mieux compte de la complexité d'un phénomène. Si on étudie, par exemple, le comportement d'un matériau qui se fracture, on doit savoir ce qui se passe au niveau macroscopique comme au niveau des atomes.»

Rechercher de nouvelles méthodes

Les lois physiques mises en jeu doivent tenir compte des échelles de temps et d'espace très différentes. Nous développons donc des méthodes de calcul multi-échelles, combinant les interactions de l'échelle du centimètre à celle du micromètre, voire du nanomètre. Il existe un milliard de façons de mettre en œuvre cette stratégie et nous cherchons les solutions les plus pertinentes. Pour que le résultat soit fiable, il faut avoir une idée du modèle physique, maîtriser sa traduction dans le langage mathématique, analyser les algorithmes numériques développés grâce au cadre mathématique et mettre en œuvre ces méthodes de calculs sur les ordinateurs.»



Assyr Abdulle, 39 ans, professeur en analyse numérique et



Tamara Comment, 39 ans, coordinatrice recherche et développement

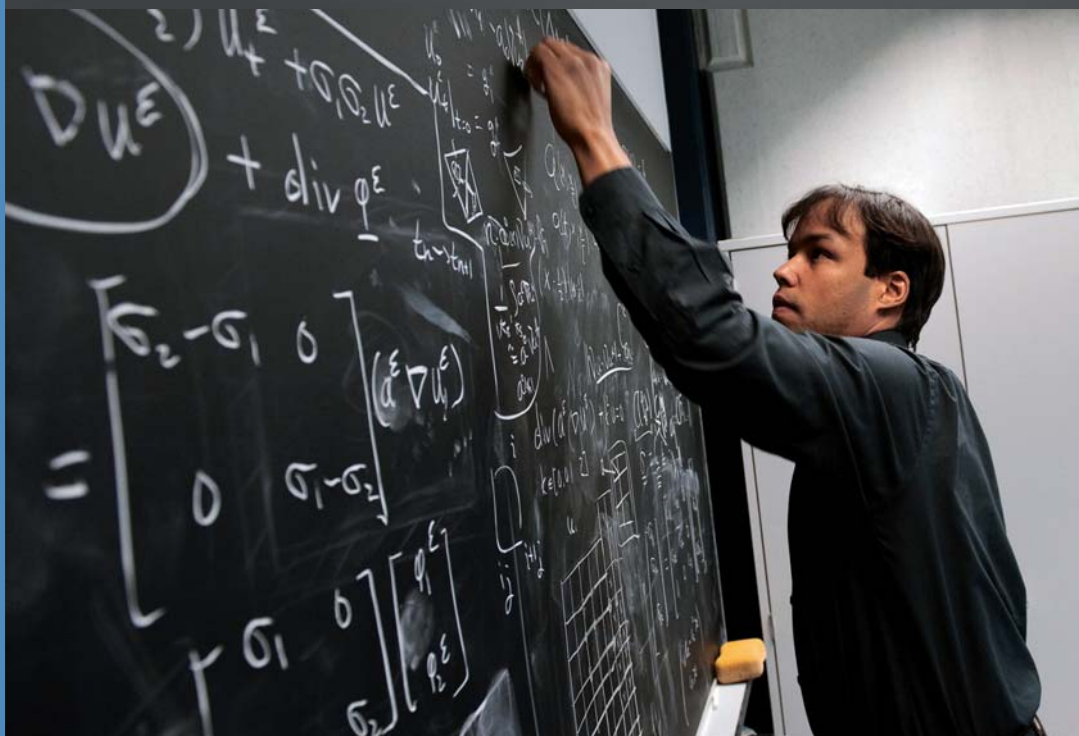
Tamara Comment coordonne les activités de METAlliance, un groupement de plusieurs pays européens unissant leurs efforts pour le développement d'outils et de méthodes dans le domaine de la météo aéronautique. Ingénieure en mathématiques, elle avait débuté comme statisticienne à l'Office fédéral des statistiques, avant de rejoindre MétéoSuisse: «A côté de mon activité de prévisionniste (qui demande un bon bagage scientifique, mais pas des connaissances mathématiques pointues), j'étais responsable de développement, une fonction axée sur mes compétences spécifiques. Nous avons notamment développé des outils combinant le modèle numérique qui reproduit le fonctionnement de l'atmosphère, avec des méthodes statistiques.»

Comprendre et organiser

Souhaitant diversifier ses connaissances et dynamiser à sa carrière, l'ingénieure entame de nouvelles études et obtient en 2008 un MBA avec spécialisation en Entrepreneurship et business development. Deux ans d'efforts, tout de suite mis à profit: «Engagée par METAlliance, j'ai pu appliquer ce que j'avais appris: comment mettre en place une nouvelle structure, planifier des budgets, organiser des rencontres entre experts, coordonner des projets de recherche. Mes connaissances scientifiques me permettent de comprendre les projets et de juger de leur pertinence. Ayant une vision globale, je prépare une synthèse et présente les projets et les résultats, les stratégies et les buts aux directeurs de météo des six pays qui décident quelles actions seront menées et quels produits seront développés.»



Comment calculer les montants nécessaires à une assurance pour couvrir tous les risques, comment prévoir l'évolution d'un glacier, comment étudier l'élasticité d'un os ou le comportement des molécules lors d'une réaction chimique? Les mathématiciens et les mathématiciennes explorent tous les possibles par la combinaison de données complexes. Ils en extraient les scénarios probables et tentent d'approcher la réalité au plus près, en créant des modèles de plus en plus précis. Les mathématiques sont à la base de nombreuses avancées dans des disciplines scientifiques; elles sont utilisées dans des domaines aussi divers que l'économie, les finances, les géosciences, les systèmes de communication ou la logistique. Cela demande la maîtrise de connaissances spécifiques, telles que les statistiques, les équations différentielles, les algorithmes, l'analyse numérique, complétées par des compétences informatiques pour programmer les ordinateurs qui effectuent les calculs. Quant à la recherche fondamentale, elle permet de découvrir des champs inconnus et ses résultats trouvent souvent une application ultérieure. Les mathématiciens travaillent dans la recherche et l'enseignement, ainsi que dans tous les secteurs qui ont recours à des modélisations ou à des calculs poussés. Ils sont également appréciés comme généralistes pour leur raisonnement logique et leur capacité d'analyse.



MATHÉMATICIEN

UNI / EPF

MATHÉMATICIENNE

Des solutions efficaces grâce aux statistiques

Nicolas Antille, 31 ans

Ingénieur en mathématiques, statisticien dans un centre de recherche

Portrait

En s'appuyant sur des théories mathématiques, Nicolas Antille prépare des plans d'expériences pour le développement et l'amélioration de produits alimentaires.

En quoi un mathématicien peut-il contribuer à améliorer la recette d'une crème glacée? Lorsqu'il faut créer un produit avec 1% de matière grasse au lieu de 5% tout en conservant la meilleure texture, des centaines d'essais seraient nécessaires pour tester toutes les combinaisons d'ingrédients possibles. «Nous simplifions le travail des chercheurs, explique Nicolas Antille, employé au Centre de recherche Nestlé. Notre expertise permet de réduire le nombre d'essais et de maximiser l'information que donne chaque expérience. Une vingtaine d'essais suffisent souvent pour évaluer de nombreux ingrédients et dériver une solution.»

Plus de 50 projets occupent le mathématicien chaque année: «Pour chaque nouveau projet, je récolte un maximum d'informations: considérations scientifiques liées au produit, contexte et motivation de l'étude, nombre d'essais possibles, types de mesures. Les demandes proviennent des chercheurs de l'entreprise et je collabore ainsi avec des ingénieurs-produits en France, aux États-Unis ou en Chine, m'adaptant à des méthodes et à des références culturelles différentes. Je développe aussi par ce biais mes connaissances en ingénierie alimentaire.» Dans une crème glacée, tous les ingrédients interagissent. Un profil de texture et de goût spécifique ne peut être obtenu que grâce à une balance optimale entre les ingrédients. En combinant ces derniers de manière systématique, Nicolas Antille construit un plan d'expérience couvrant la région expérimentale de manière homogène. Les essais proposés possèdent une structure précise.

Observer l'effet de chaque ingrédient



Une fois les essais réalisés, le mathématicien procède à l'analyse statistique des données: «J'établis un modèle de régression: de quelle manière la dureté de la glace est-elle affectée par la matière grasse? Quels ingrédients ont le plus d'impact sur la vitesse de fonte du produit? Puis je procède à l'optimisation en utilisant le modèle prédictif développé auparavant: quelle recette répondra le mieux aux attentes des consommateurs? De nombreuses contraintes sont à prendre en compte, comme par exemple le coût de la recette.» Les résultats sont traduits en recommandations pour les chercheurs. Quelques essais doivent valider la solution proposée et si ces essais sont

concluants, la phase industrielle pourra démarrer.

«J'interviens aussi dans la planification d'études visant à tester des produits avec des consommateurs. J'établis l'ordre de présentation des produits et fournis des recommandations sur le nombre de consommateurs optimal. L'analyse des résultats me permet d'établir une cartographie des préférences et de définir quels sont les produits les plus prometteurs. Notre activité comprend aussi de la recherche plus fondamentale et la participation à des publications. Nous supervisons par exemple les travaux de master d'étudiants en statistique.»

La biostatistique se développe

La biostatistique est un élément important lors des études cliniques et précliniques menées dans la recherche pharmaceutique ou médicale, ou dans l'industrie alimentaire. Elle intervient dans des études exploratoires ou confirmatoires permettant de tester l'effet d'un médicament ou d'un aliment. «Certains tests sont menés sur plusieurs mois et nécessitent la mise en place d'un système complexe», précise Andreas Rytz, responsable du groupe Applied mathematics du Centre de recherche Nestlé. «Il faut qu'ils permettent un maximum de

possibilités de lecture avec un nombre minimum de personnes testées. Afin de garantir la sécurité et la fiabilité des données, nous suivons des protocoles très stricts.» Les biostatisticiens interviennent dans le calcul de la taille et de la composition des échantillons et dans la mise en place de la procédure. Ils établissent un plan d'analyse statistique, analysent les données, rédigent un rapport et participent à la publication. Les biostatisticiens sont effectuées par des mathématiciens possédant de bonnes connaissances en biologie.

Calculs et conseils en assurances

Martine Schmutz, 29 ans

Actuaire junior dans une société de conseil

Portrait

De quelle fortune doit disposer une caisse de pension pour pouvoir payer toutes les prestations à venir? Peut-elle donner la garantie de remplir ses engagements? C'est ce que vérifient les actuaires et les experts en prévoyance professionnelle.



«Mon rôle est d'abord de fournir quelques chiffres clés permettant aux institutions de clore le bilan de l'année.» Martine Schmutz a été engagée par Hewitt, société de conseil aux caisses de pension, directement après l'obtention du master en mathématiques à l'Université de Fribourg: «Ma formation théorique, avec une orientation mathématiques physiques, est assez éloignée de la pratique en assurances. Ici, je mets surtout en application mes connaissances en statistiques et en probabilités. Je calcule le degré de couverture, paramètre qui permet de mesurer la sécurité financière d'une institution de prévoyance. Nous évaluons combien celle-ci doit avoir en caisse pour pouvoir payer toutes les prestations à venir.» Idéalement, le degré de couverture est de 100%. L'actuaire cherche à dépister les failles éventuelles. Si les futurs montants à verser ne sont pas couverts, la situation est analysée de plus près. Est-ce dû au marché ou à d'autres difficultés que connaît la caisse? Des versements trop bas? Trop de dépenses? Faut-il prendre des mesures d'assainissement?

Projections des situations à venir

«J'étudie les probabilités pour que la sécurité financière soit rétablie au bout de cinq ans. Pour cela, je fais des simulations sur la fortune avec différents paramètres: nombre d'actifs, leur âge, les cotisations, les dépenses connues. J'élabore des hypothèses sur plusieurs scénarios possibles. Des sommes importantes sont en jeu et, pour manipuler ces chiffres, nous

utilisons Excel et des logiciels spécifiques.» Le travail est supervisé par un expert en prévoyance professionnelle, dont la signature atteste la conformité de ce qui est calculé. Selon les caisses, les calculs sont très différents, car les règlements et les plans de retraite ne sont pas toujours les mêmes: «Je dois

donc me familiariser avec le système de chaque nouveau client. La plupart des caisses de pension sont réassurées auprès d'une autre assurance, spécialisée dans l'assurance des assurances. Pour un client, j'ai fait des appels d'offres et comparé les propositions des réassureurs. J'apporte des conseils, et la caisse choisit. J'ai aussi participé à la liquidation d'une fondation patronale à Zurich qui devait fusionner avec une caisse à Berne. Nous avons examiné tous les avoirs, la fortune, les immeubles et les pensions des actifs. Nous avons créé un contrat-type de fusion en collaboration avec des juristes, et réglé beaucoup de points administratifs pour unifier des structures très différentes. Il faut aborder les problèmes avec logique et réfléchir aux meilleures solutions.» Martine Schmutz suit une formation interne qui lui permettra d'élargir ses prestations à des institutions actives au niveau international.

Dans les banques, la passion des chiffres

Les banques et instituts financiers utilisent les modèles mathématiques dans de nombreux domaines. Qu'il s'agisse des portefeuilles clients ou de la stratégie de la banque, ces modèles doivent aider à la prise de décision et visent à améliorer la gestion et la performance. Basés sur des données statistiques, ils prennent en compte de multiples paramètres. Spécialisé en calcul des risques sur les options, Sylvestre Blanc est analyste quantitatif au département Actions, taux et produits structurés à la Banque Cantonale Vaudoise: «Pour chaque option, il existe un programme qui indique, en un millième de seconde, quand et combien il faut vendre ou acheter. Pour créer ce type de programme, je prépare des calculs mathématiques très poussés, faisant intervenir les probabilités et plus particulièrement la théorie de la mesure. Je dois trouver une méthode pour que le logiciel fonctionne et je cherche à l'optimiser pour le rendre

encore plus rapide. C'est un travail très créatif.» Jean-Paul Bonvin, quant à lui, est à la fois analyste quantitatif et gérant de portefeuille. Employé depuis huit ans chez Lombard Odier, il gère des portefeuilles de clients institutionnels et des fonds de placement: «Nous créons des modèles de prévision intégrant un grand nombre de données et sur la base de ces prévisions nous prenons toutes les décisions d'achat ou de vente d'actions de sociétés. Nous construisons ainsi le portefeuille optimal selon la stratégie définie. La construction de ces modèles demande des compétences mathématiques, de l'intuition financière ainsi que de solides connaissances en programmation informatique. Dans mon activité de gestion, l'aspect relationnel est tout aussi important: j'explique le modèle et les stratégies possibles à mes clients et réponds à leurs questions.»

De multiples domaines d'application

En 2008 en Suisse, 93 personnes dont un tiers de femmes ont obtenu un master en mathématiques. La recherche et l'enseignement représentent les principaux domaines d'activité après le master. Près d'un quart des mathématiciens et mathématiciennes préparent un doctorat en mathématiques fondamentales ou en mathématiques appliquées. Les chercheurs mettent aussi leurs compétences à disposition d'autres facultés pour effectuer des calculs complexes ou développer des outils mathématiques: chercheur post-doc à l'Institut d'hydrogéologie de Neuchâtel, Julien Straubhaar crée un logiciel pour modéliser la structure des sous-sols, un travail qui lie mathématique, informatique et géologie. A l'EPFL, le nouveau programme de master en sciences et ingénierie computationnelles favorise l'interaction entre les mathématiques et d'autres disciplines. A l'Université de Fribourg, un groupe de mathématiciens proposent leur aide à des entreprises pour des statistiques, de l'optimisation ou de la recherche opérationnelle. Mener une carrière dans la recherche reste néanmoins difficile: la plupart des postes sont de courte durée, exigent de se déplacer et sont soumis à une forte concurrence.

Compléter ses connaissances

Après la recherche et l'enseignement, les principaux emplois se trouvent dans les banques, les assurances et les sociétés de consulting. Les mathématiciens occupent des postes variés dans la gestion financière, l'audit, la gestion des risques, l'actuariat, l'analyse financière, l'analyse quantitative, la gestion de fortune. Des connaissances complémentaires en économie ou en mathématiques financières représentent un atout. Selon Holger Walz, secrétaire général de l'Association suisse des actuaires (ASA), les mathématiciens, qui constituent 70% à 80% des actuaires, sont recherchés dans tous types d'assurances. Au bout de trois ans d'expérience professionnelle, ils peuvent se présenter à l'examen pour le titre d'actuaire ASA ou après quatre ans au diplôme fédéral d'expert en assurances de pension. Travaillant aux côtés d'informaticiens, les ma-



thématiciens sont aussi employés dans les entreprises spécialisées en services informatiques ou dans les départements informatiques de grandes entreprises pour la programmation de logiciels ou le développement de solutions clients. Tous les secteurs économiques et industriels, les services publics, les organismes internationaux sont susceptibles d'engager des mathématiciens dans différents domaines: statistiques, assurances sociales, gestion des risques, calcul des meilleurs flux pour la logistique ou le transport, cryptage ou sécurité informatique.

Les mathématiciens travaillent en général dans de grandes structures, dotées de services importants pour la recherche, l'informatique ou les finances. Le secteur de l'emploi est vaste, avec des possibilités plus grandes en Suisse alémanique. Cependant, rares sont les postes spécifiques aux mathématiciens, la plupart sont également destinés aux physiciens ou aux informaticiens. Outre les connaissances du champ d'application, une bonne maîtrise de l'anglais est indispensable dans tous les secteurs scientifiques, économiques et financiers; selon le lieu de travail, l'allemand est aussi demandé.

Transmettre le goût pour les maths

Au-delà des connaissances propres à la discipline, l'enseignement fait appel à des capacités humaines, sociales et pédagogiques. «Pour mes élèves, les maths représentent souvent un obstacle», constate Amandine Dudler, enseignante à l'école de culture générale. «Je les aide à s'approprier le domaine en leur montrant, à travers des applications concrètes, comment donner un sens aux mathématiques. J'aime expliquer des notions difficiles en m'adaptant au niveau de compréhension des élèves. J'aime cette discipline et j'ai envie de leur communiquer ce goût.» La jeune femme a étudié les maths dans le but d'enseigner. Des remplacements durant ses études l'ont convaincu de son choix, et elle a suivi la formation pédagogique. Après

trois ans d'enseignement, elle est présidente du groupe de maths de l'établissement et responsable de classe, une activité qui lui permet de développer un contact privilégié avec les jeunes et leurs parents. La formation pédagogique, dont la durée varie selon les cantons et les degrés d'enseignement, se déroule dans une Haute école pédagogique (HEP) ou à l'université. Elle comprend des cours de pédagogie, de didactique, ainsi que des stages dans les classes. Dans certains cantons, la formation pour enseigner au secondaire I est accessible avec le bachelior en mathématiques en combinaison avec une ou plusieurs autres branches enseignables. Pour l'enseignement au secondaire II, un master est exigé.

Métiers des maths - métiers pour vous?

Quelques repères pour faire le point.

Avez-vous le sens de l'abstraction et l'esprit logique?

Les mathématiciens manipulent des concepts en respectant un langage formel, un exercice intellectuel qui ne fait pas intervenir l'observation de phénomènes, mais met en jeu une pensée et un raisonnement structurés.

Faites-vous preuve de bonnes capacités d'analyse et de synthèse?

La résolution de problèmes complexes, présente dans toutes les activités, implique une vision large, englobant la capacité à évaluer tous les enjeux et toutes les ramifications et à interpréter un grand nombre de données.

Aimez-vous la rigueur et la précision?

Les recherches, analyses et interprétations sont basées sur des éléments chiffrés, et demandent un traitement cohérent et méthodique.

Avez-vous de l'imagination et de la créativité?

Les mathématiciens et mathématiciennes sont des personnes inventives et curieuses qui aiment jouer avec les chiffres, aiguïser leur esprit dans la recherche de solutions, explorer de nouveaux domaines, mener une réflexion approfondie pour trouver des réponses inédites.

L'informatique vous attire-t-elle?

Les mathématiciens passent la majeure partie de leur temps devant un écran. En fonction de leur activité, ils utilisent ou programment des logiciels complexes.

Êtes-vous capable d'ouverture?

Les mathématiciens connaissent bien le domaine auquel ils appliquent les mathématiques. Ils communiquent quotidiennement avec des non-mathématiciens et adaptent leur langage aux connaissances de leurs interlocuteurs.

Aimez-vous travailler de manière autonome?

Bien que travaillant avec des professionnels ayant d'autres formations, les mathématiciens sont la plupart du temps seuls à réaliser leurs tâches spécifiques.

IMPRESSUM

1^{re} édition 2010

© CSFO 2010, Berne. Tous droits réservés.

Edition:

Centre suisse de services Formation professionnelle |
orientation professionnelle, universitaire et de carrière
CSFO Editions
www.csfo.ch, editions@csfo.ch

Direction du projet: Véronique Antille, CSFO

Enquête et rédaction: Ingrid Rollier, OFPC Genève

Relecture: Béatrice Looney, CSFO, Jean-Marie Helbling, EPFL

Photographies: Thierry Porchet, Dèmoret

Graphisme: Viviane Wälchli, Zurich

Mise en pages: La Ligne, Lausanne

Impression: IRL Imprimeries Réunies Lausanne s.a.

Diffusion et commande:

CSFO Distribution, Zürichstrasse 98, 8600 Dübendorf.

TÉL 0848 999 002, Fax 044 801 18 00, distribution@csfo.ch, www.shop.csfo.ch

N° d'article: DE2-3078 (1 exemplaire), DP2-3078

Remerciements:

Nous remercions toutes les personnes et les entreprises qui nous ont aidés à l'élaboration de ce document. Produit avec le soutien de la Confédération (OFFT).