

# Sequel, automatiser l'apprentissage

Les chercheurs de l'équipe SEQUEL\* tentent de modéliser l'apprentissage. À la croisée des mathématiques, de la psychologie expérimentale et des neurosciences, leurs recherches ont de multiples applications potentielles.

Comment un enfant apprend-il à faire du vélo ? Il cherche à trouver son équilibre tant bien que mal, tombe, recommence, construit sans le savoir la meilleure stratégie, utilise l'expérience acquise au cours du temps pour parvenir à ses fins. C'est le b.a.-ba de l'apprentissage, le lot commun des enfants et un processus courant au cours de la vie d'un homme ou d'un animal. C'est aussi une source d'amélioration potentielle de nombreux processus techniques, comme certains procédés industriels, les opérations financières, la gestion de stocks, la planification d'activités ou

les stratégies d'entreprise. Il s'agit d'explorer l'espace des stratégies possibles afin d'exploiter au mieux l'information recueillie pour prendre les meilleures décisions et maximiser le gain possible. Rémi Munos, de l'équipe SEQUEL, traduit cela par « *développer des modèles mathématiques permettant à un ordinateur d'améliorer par l'expérience ses propres capacités à prendre de bonnes décisions* ». Mais si, pour un humain, apprendre à faire du vélo est un jeu d'enfant, traduire en algorithmes ces stratégies naturelles est une autre histoire. Les premiers modèles d'apprentissage

ont été développés il y a un siècle par des chercheurs en psychologie expérimentale qui analysaient le dressage des animaux conditionnés par des récompenses. À la fin des années 70, des chercheurs en neurosciences réalisent que certains modèles neuronaux sont identiques à ceux portant sur le renforcement des comportements menant à une satisfaction chez l'animal. Une théorie de l'apprentissage par renforcement naît de cette rencontre interdisciplinaire et se développe ensuite dans le domaine de l'intelligence artificielle et, plus particulièrement, dans celui de l'apprentissage automatique.

« *L'analyse mathématique des capacités d'apprentissage permet de s'attaquer à une grande variété de problèmes concernant la prise de décisions en environnement incertain et complexe : des jeux (comme le jeu de Go ou le poker) au contrôle optimal de procédés chimiques, en passant par la robotique*, précise Rémi Munos. *L'intérêt est que l'on ne programme plus tel ou tel problème spécifique, mais les mécanismes permettant d'apprendre à les résoudre.* » Les chercheurs ont montré l'intérêt de la démarche sur des problèmes extrêmement



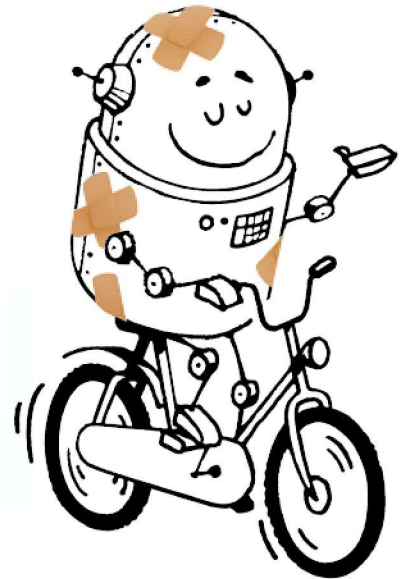
**« À partir des ingrédients les plus simples qui caractérisent l'apprentissage animal ou humain, nous générons des modèles mathématiques pour que les ordinateurs soient eux aussi dotés de capacités pour apprendre par l'expérience. »**

**RÉMI MUNOS** (INRIA Lille – Nord Europe) est un théoricien de l'apprentissage par renforcement, spécialiste en sciences cognitives. Il est co-responsable de l'équipe SEQUEL, commune avec les universités de Lille 1, Lille 3, l'École centrale de Lille et le CNRS.



*Le jeu de poker permet d'aborder des problèmes de prise de décision dans un contexte fait d'incertitudes et d'informations cachées.*

© ANDREW BROWN



complexes, comme le jeu de go, en développant des logiciels parmi les meilleurs au monde. Le jeu de poker est aussi un formidable défi pour l'apprentissage.

### **Apprendre par l'expérience**

Cette fois, il s'agit de prendre des décisions en fonction d'incertitudes et d'informations cachées, les cartes des adversaires en l'occurrence. L'équipe se frotte aussi à des cas industriels, comme celui de Naskeo Environnement, une start-up qui développe un procédé de dépollution des eaux usées pour produire du biogaz.

Les chercheurs tentent d'automatiser et d'optimiser ce procédé complexe. Les modèles biochimiques sont actuellement approximatifs, les données rares et le système très partiellement observable. «*Lorsque l'on ne sait ni modéliser ni calculer un contrôleur de manière précise, apprendre par l'expérience est souvent la seule alternative possible*, souligne Rémi Munos. *Et cela peut mener à des résultats très intéressants !*» Le champ d'application de l'apprentissage est plus ouvert que jamais. ■

\* Équipe commune voir partenariats p. 58



**CHERCHEURS PERMANENTS,**  
7 DOCTORANTS,  
3 POST-DOCTORANTS.

### **«ON ÉTAIT BIEN LOIN DE PENSER À CE GENRE D'APPLICATION !»**

**PIERRE-ARNAUD COQUELIN** a créé, en mars 2008, au cours d'une thèse rattachée à l'équipe SEQUEL, Vekia, la start-up qu'il dirige. Issue de SEQUEL, la jeune pousse conçoit des logiciels innovants pour la grande distribution et le commerce.

**Vekia est née d'une discussion lors d'un repas de famille entre un cadre informaticien d'Auchan et un doctorant dirigé par Manuel Davy, directeur de recherche CNRS dans l'équipe SEQUEL. Ils ont travaillé un an ensemble et, en 2007, j'ai finalisé avec eux une méthode de prévision d'affluence de clients qui a d'emblée suscité l'intérêt d'une quinzaine de sociétés de distribution. Prévoir les plannings de personnel nécessite des logiciels performants, capables d'utiliser de façon optimale les données dont dispose l'entreprise (ici, des tickets de caisse), les différents contrats des employés et les contraintes légales. Notre logiciel permet un gain de productivité des caisses de 3 à 5% et, surtout, beaucoup moins d'attente pour les clients. Nous poursuivons nos recherches avec l'INRIA sur cette application et d'autres, comme la gestion de stocks.**