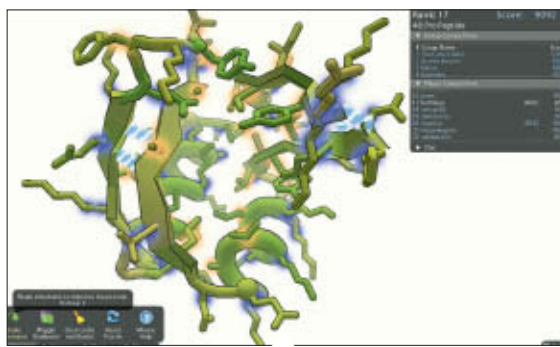


Pour aider la recherche, jouez !

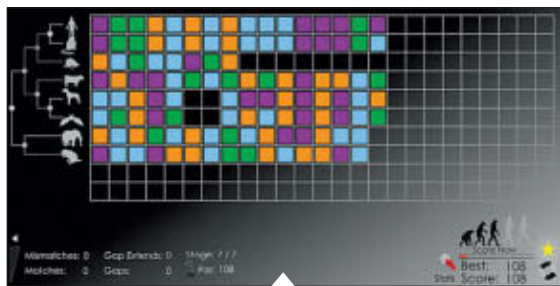
Moins connus que Candy Cruch ou Pokemon Go, les jeux en ligne « de découverte scientifique » comme Colony B, FoldIt ou Phylo sont tout aussi addictifs. Avec en plus l'excitation de contribuer à faire progresser la science. Et rendre l'apprentissage plus ludique.

TOUT UTILISATEUR D'UN SMARTPHONE Android ou d'un iPhone souhaitant se distraire peut choisir une activité beaucoup plus utile que jouer pendant des heures à Pokemon Go, Clash of Clans ou Candy Crush, ces jeux parmi les plus téléchargés. En optant par exemple pour Colony B, disponible sur l'Apple Store et sur Google Play depuis septembre. Les règles sont simples : parmi les points affichés sur l'écran, il faut entourer ceux qui forment des amas. Plus grande est la qualité des regroupements, plus le score est élevé.

Sans intérêt ? Au contraire ! Les résultats serviront à étudier... les relations entre notre état de santé et la nature des microbes peuplant nos intestins. Rien de moins. Car Colony B fait partie de ces nouveaux jeux en ligne dits de découverte scientifique développés par des chercheurs afin de s'aider dans leurs travaux. Ces pionniers voient en effet dans l'exploitation des résultats produits par le plus grand nombre de joueurs possible un potentiel inédit, impossible à obtenir avec les méthodes conventionnelles. Ce secteur est en pleine expansion, même si les obstacles restent nombreux, de la conception à la réalisation. L'une des difficultés — et non des moindres — étant d'être pris au sérieux par



FoldIt, mis au point à l'université de Washington (Seattle, États-Unis), vise à calculer la position dans l'espace des protéines.



Phylo, réalisé par l'université McGill à Montréal (Canada), est un puzzle destiné à faciliter la comparaison des séquences d'ADN.

les organismes de financement pour qui « ludique » ne rime pas encore avec « bénéfique ».

Créer des algorithmes en combinant les résultats

Le potentiel apparaît pourtant majeur. « Notre objectif scientifique est de trouver des amas de points dans un espace mathématique à 1000 dimensions, explique Jérôme Waldspühl, créateur de Colony B, bio-informaticien à l'université McGill, à Montréal (Canada). Nous ne savons pas le

faire avec un ordinateur, en particulier parce que le concept de distance moyenne entre points perd toute signification pour un si grand nombre de dimensions : nous ne pouvons pas nous en servir pour faire des calculs. » D'où l'idée de créer un jeu. « Avec Colony B, nous capturons la perception humaine de ce qu'est un amas de points, précise-t-il. Et en combinant les résultats des joueurs, nous espérons créer des algorithmes efficaces. » Et le problème n'est pas théorique ! Le jeu utilise les données réellement recueillies par le projet American Gut (« intestin américain »), piloté à l'université de San Diego, aux États-Unis, qui a d'ores et déjà collecté 10 000 d'échantillons de selles. Chaque écran du jeu affiche en effet quelques dizaines de points dont la position est déterminée par les proportions d'un millier de bactéries dans chacun de ces échantillons. Objectif : trouver, d'une part, s'il existe des correspondances entre les échantillons dont la composition en bactéries est proche et, d'autre part, si on peut établir des caractéristiques dans le mode de vie ou l'état de santé que les volontaires ont documentées dans un questionnaire. Les données diffusées dans le jeu ayant été préalablement rendues anonymes par sécurité.

L'idée d'exploiter les capacités d'analyse visuelle en trois dimensions des joueurs a également



Colony B, disponible sur smartphone, consiste à regrouper des points. Objectif final : mieux comprendre le comportement des bactéries dans l'intestin.

inspiré les biologistes de l'université de Washington, à Seattle (États-Unis) qui ont mis en ligne FoldIt en 2008. Cette fois, l'objectif est de calculer la disposition dans l'espace des protéines. Certes, des algorithmes sont capables de tels calculs, mais ils ont encore beaucoup de mal à prévoir la façon dont ces molécules du vivant formées de très longues chaînes d'atomes se replient sur elles-mêmes. Et les résultats sont là ! Grâce à l'apport d'environ 2000 joueurs, dont une centaine très actifs, les biologistes ont déjà publié deux articles présentant les structures de deux protéines pour lesquelles on ne disposait pas de modèle satisfaisant. D'autres jeux font appel aux capacités linguistiques des parti-

cipants pour constituer des « corpus » utiles, notamment dans le domaine de l'intelligence artificielle. Ces bases de données serviront, par exemple, à « entraîner » des ordinateurs au traitement du langage pour de la traduction automatique.

Les zombies plus forts que l'informatique

Ainsi, Karën Fort, de l'université Paris-Sorbonne et Bruno Guillaume, d'Inria (Nancy-Grand Est), ont mis au point ZombiLingo, en ligne depuis le printemps 2014, en décomposant en tâches élémentaires un processus grammatical complexe. Les 650 joueurs inscrits (dont 45 ont joué plus de 1000 parties) décryptent ainsi les « relations de dépendance

syntactique » entre les mots. Ils marquent des points en trouvant le sujet d'un verbe ou, plus difficile — et donc plus rémunérateur en points — le complément prépositionnel d'un nom. Le tout sur fond d'histoire de zombies pour rendre l'activité plus attractive. Et là encore, les résultats semblent au rendez-vous. « Nous avons vérifié, en utilisant des phrases déjà annotées par des spécialistes, que les joueurs atteignent une précision de 93 %, ce qui est bien meilleur que ce que l'on peut faire aujourd'hui avec des programmes informatiques », précise Karën Fort. L'un des avantages de ce mode ludique est... la gratuité. Aucun des joueurs n'est en effet rémunéré. « Grâce à ZombiLingo, nous créons ainsi un très grand corpus de bonne qualité qui aurait coûté plusieurs centaines de milliers d'euros s'il avait fallu en payer la production, reconnaît Karën Fort. Et nous pouvons, avec la même infrastructure, introduire tous les types de textes que nous souhaitons. C'est une ressource potentiellement

« Grâce au jeu nous créons gratuitement un corpus qui sinon aurait coûté des centaines de milliers d'euros »

Karën Fort, de l'université Paris-Sorbonne, créatrice avec Bruno Guillaume, d'Inria, de ZombiLingo, dans le cadre de recherches sur la traduction automatique.



J.-P. GUILBAUD



INTERVIEW

ANTOINE TALY

CHERCHEUR AU CNRS, RESPONSABLE DU DIPLÔME UNIVERSITAIRE « APPRENDRE PAR LE JEU » DE L'UNIVERSITÉ PARIS-DIDEROT

« Les jeux sérieux améliorent aussi l'enseignement des sciences »

Pourquoi utiliser des jeux dans l'enseignement des sciences ?

Dans la licence Frontières du vivant, où j'enseigne, l'un des étudiants qui était le plus en difficulté a été tellement intéressé par un jeu de chimie qu'il y a joué des heures ; et à l'évaluation suivante, il a eu l'une des meilleures notes. C'est un exemple du fait que l'on peut motiver des élèves par ce biais, mais aussi leur transférer des compétences.

Ces méthodes vont-elles se diffuser ?

C'est un problème complexe. D'un côté les jeux apportent un vrai « plus », mais de l'autre ils requièrent un savoir-faire. Sans compter que certains enseignants ont des réticences, peut-être en raison de la manière scolaire qu'ils ont eue

d'apprendre eux-mêmes et qu'ils choisissent de reproduire.

Comment développer cette pédagogie ?

Par la formation. En 2017, l'université Paris-Diderot et l'École supérieure du professorat et de l'enseignement de Lille proposeront, en formation continue, un diplôme universitaire sur l'apprentissage par le jeu. Nous espérons à terme atteindre aussi la formation initiale des professeurs. Il faut également privilégier les échanges entre enseignants : une plate-forme qui centraliserait les séquences pédagogiques utilisant des jeux déjà expérimentés et qui les référencerait en fonction des programmes serait une aide pour les enseignants intéressés.

Propos recueillis par L. A.

▶ *illimitée.* » Autre atout : le jeu permet de former les participants, ce qui garantit la qualité des résultats. Ainsi, toujours dans ZombiLingo, une phase d'exercices précède chaque nouveau type de problème. Dans FoldIt, la formation, moins visible, consiste à augmenter la difficulté en fonction du score, pour utiliser au mieux l'expertise acquise du joueur. « La notion de score et de compétition permet aussi de faire réaliser aux participants des tâches répétitives, utiles dans des programmes de recherche mais pas amusantes en elles-mêmes », renchérit Antoine Taly, du CNRS. Enfin, même si la motivation déclarée de la majorité des joueurs est d'aider la science, certains reconnaissent que l'aspect ludique les a séduits. Pourquoi alors, malgré tous ces atouts, ne trouve-t-on pas plus d'une vingtaine de jeux de découverte scientifique en ligne ? « Pour

que cela fonctionne, il ne suffit pas d'introduire un projet scientifique dans un jeu : il faut que ce dernier soit intéressant pour le public et que l'intérêt perdure, ce qui est extrêmement compliqué », prévient Jérôme Waldispühl, dont Colony B est la troisième réalisation.

Un moyen de rapprocher la recherche des citoyens

En outre, faute de moyens financiers consacrés à ce type de projet, les chercheurs — dont ce n'est pas le métier — doivent tout apprendre par eux-mêmes. Quels compromis trouver entre l'attrait ludique et la qualité des données scientifiques ? Comment garantir la confidentialité des informations recueillies sur les joueurs ? Comment enrichir le jeu au cours du temps pour en maintenir l'intérêt ? Karën Fort et Bruno Guillaume ont ainsi créé le prototype de ZombiLingo grâce à

un financement du ministère de la Culture. Et ce n'est qu'ensuite qu'Inria leur a accordé un poste d'ingénieur pendant deux ans sans garantie d'avenir au-delà de cette limite. « Ces jeux sont pourtant de bons moyens de rapprocher la recherche des citoyens, s'enthousiasme la scientifique. Surtout si on peut leur associer un forum en ligne, où les participants et les chercheurs échangent. » Alors bien sûr, jouer à Colony B, FoldIt ou ZombiLingo ne transforme personne en chercheur mais permet de se familiariser avec certains domaines des sciences. Des enseignants l'ont bien compris : ils utilisent ces jeux pour diversifier leur pédagogie, introduire de nouveaux concepts et motiver leurs étudiants (lire l'interview ci-dessus). Pour le simple amateur, cela permet, et ce n'est pas si mal, de « tuer le temps » utilement en jouant sur son smartphone. ■ Luc Allemand

LES TITRES DISPONIBLES

En français

▶ **Phylo** Aligner les séquences génétiques pour étudier des maladies sciav.fr/839gene

▶ **ZombiLingo** Annoter les relations de dépendance syntaxique dans des phrases ZombiLingo.org

▶ **Jeux de mots** Créer des relations entre des mots jeuxdemots.org

▶ **BRAIN'US** Fournir des informations sur son comportement cognitif sciav.fr/839brain

En anglais

▶ **Colony B** Entourer des points qui forment des amas colonyb.com

▶ **FoldIt** Trouver les formes des protéines fold.it

▶ **Malaria Spot** Reconnaître les différentes formes de paludisme malariaspot.org

▶ **EteRNA** Inventer des molécules pour combattre des maladies eternagame.org

▶ **Eyewire** Cartographier le cerveau eyewire.org

▶ **Quantum Minds** Améliorer la compréhension de la physique quantique sciav.fr/839quantum

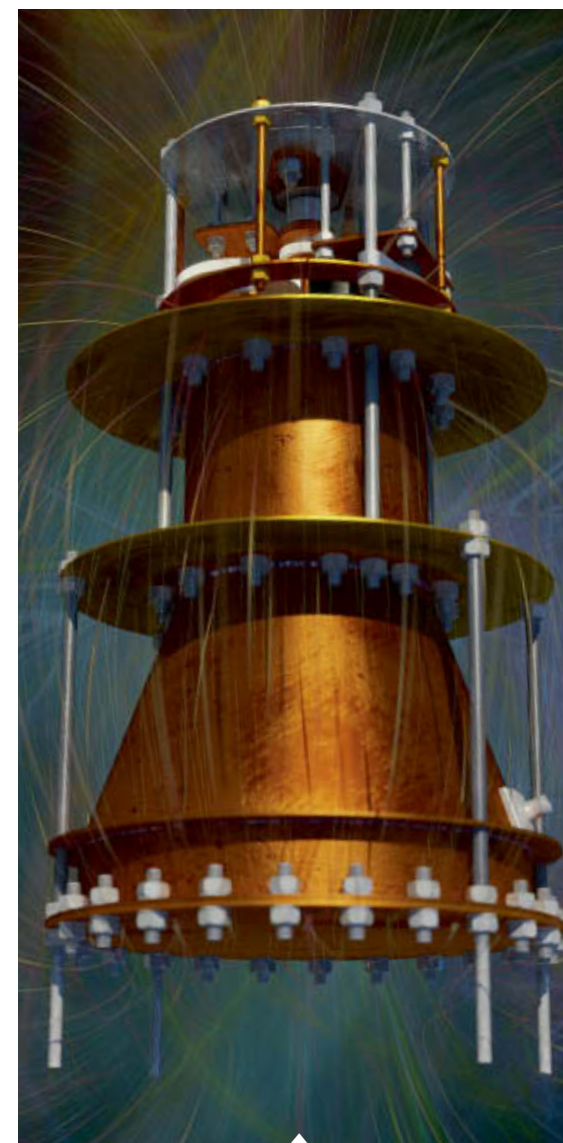
Un aller simple pour Mars en 70 jours

Des chercheurs financés par la Nasa viennent de présenter le moteur EM Drive. Un concept de propulsion électromagnétique révolutionnaire... si le projet aboutit.

LA PLANÈTE MARS EN DEUX MOIS ET DEMI (70 jours), au lieu de huit à neuf selon les projections actuelles, et sans carburant ! Jusqu'à présent, un moteur permettant de relever ce défi était rangé au rayon science-fiction. Pour une raison bien simple : selon les scientifiques, il contreviendrait aux lois les plus strictes de la physique...

Pourtant, certains n'ont pas renoncé à l'idée. Non de fantasques inventeurs, mais de très sérieux chercheurs financés par la Nasa, l'agence spatiale américaine, qui dispose de budgets pour évaluer les projets les plus fous. Leurs travaux viennent d'aboutir à la publication dans la revue spécialisée *Journal of Propulsion and Power* d'un concept de moteur baptisé EM Drive (pour « propulsion électromagnétique »). Ils y présentent non seulement une description de l'engin, mais aussi le résultat de tests en laboratoire concluant à la fonctionnalité du moteur, qui pourrait assurer une poussée jusqu'aux confins du système solaire.

L'EM Drive utilise le principe du magnétron, un dispositif fonctionnant grâce à des faisceaux micro-ondes piégés dans un espace clos. En l'occurrence, un cône tronqué où règne le vide, et où les micro-ondes font des allers-retours entre les deux sections. Selon les inven-



Les micro-ondes piégées dans le cône tronqué produiraient en continu une minuscule poussée.

teurs de l'EM Drive, il se produirait plus d'impacts sur l'une des deux sections. Cette différence devrait créer une poussée certes très faible — cinquante fois inférieure à celle d'un propulseur classique —, mais continue, contrairement aux moteurs conventionnels.

« La revue *Journal of Propulsion and Power* est une référence dans le domaine », reconnaît Stéphane Mazouffre, responsable de l'équipe Propulsion électrique à l'Institut de combustion, aérothermique, réactivité et environnement (Icare) à l'université d'Orléans. Mais le spécialiste reste sceptique : « Lorsqu'on évalue un moteur, on mesure le déplacement de l'engin et on en déduit la poussée. Dans le cas de l'EM Drive, les signataires de l'article l'estiment à quelques nanomètres. » Soit quelques millièmes de millimètre.

Un minuscule déplacement observé en laboratoire

Seulement, il faut tenir compte des propriétés des matériaux : comme l'EM Drive chauffe en fonctionnement, ses matériaux se dilatent. « Sur ce moteur de quelques dizaines de centimètres, majoritairement en aluminium, une variation de température de seulement 1 °C produit une dilatation thermique de plusieurs micromètres, soit mille fois plus que le déplacement lié à la poussée... », se désole Stéphane Mazouffre. Impossible donc de déceler un mouvement. Pour être crédibles, les concepteurs du moteur électromagnétique doivent encore prouver que le minuscule déplacement observé avec des lasers en laboratoire est réellement dû à la poussée du moteur. S'ils y parviennent, c'est bien à une révolution dans la propulsion spatiale que nous pourrions assister. ■

Azar Khalatbari