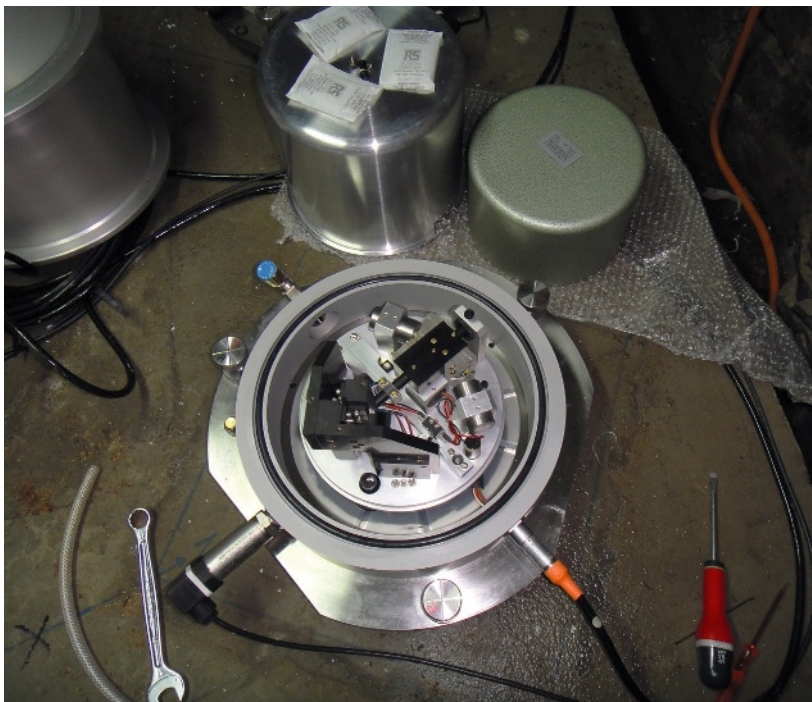




L'un des capteurs STS-1 du sismomètre horizontal de la station sismique RER, installée au pied du volcan, à l'origine de l'observation des cycles de l'inclinaison du sol.

> Or parallèlement à ces variations du débit magmatique, des variations des écarts temporels entre cycles successifs d'inclinaison du sol à la station RER se produisaient. Ainsi, entre le 6 avril à 0 heure 48 et le même jour à 16 heures, les écarts temporels entre deux cycles d'inclinaison successifs (les intervalles de temps entre deux effondrements) ont diminué tandis que le débit magmatique augmentait; puis, jusqu'au 8 avril à 4 heures 9, ces écarts ont augmenté tandis que le débit diminuait.

UN LIEN ENTRE DÉBIT DE LAVE ET VARIATIONS DE L'INCLINAISON

Ce tableau d'ensemble confirme le lien entre l'activité éruptive (donc de vidange de la chambre magmatique) et l'occurrence des signaux d'inclinaison associés aux effondrements, lien suggéré par le mécanisme d'effondrement que nous avons décrit. L'intervalle de temps entre deux cycles semble inversement proportionnel au débit du magma à travers une fissure éruptive latérale dans la chambre magmatique. Nous avons traduit cette idée en modélisant le système de chambre magmatique en vidange/colonne de roche descendante, et constaté aussi de cette façon la pertinence de l'idée que le débit magmatique à travers la fissure éruptive latérale contrôle la descente de la colonne de roche.

La modélisation analogique (par des formules décrivant le système) et numérique (par la description numérique du système) suggère que des effondrements se produisent en profondeur des heures avant tout effondrement en surface dans les cas où le

«rapport de forme» du toit de la chambre magmatique est compris entre 2 et 4,5. Cette grandeur, définie par le quotient entre la profondeur et le diamètre, peut être estimée par une méthode d'imagerie sismique telle que la tomographie sismique.

Dans les cas de la caldeira du Vésuve en 79 de notre ère, de celle du Pinatubo, aux Philippines, en 1991, de celle de l'île volcanique de Miyake-jima, au Japon, en 2000, et de celle du Dolomieu en 2007, le rapport de forme était élevé. Il aurait par exemple été compris entre 1,9 et 3,8 pour Miyake-jima et se situait vers 4,25 dans le cas du cratère du Dolomieu.

Or, en 2012, des chercheurs japonais avaient décrit des effondrements précurseurs en profondeur à Miyake-jima à partir de l'observation de paquets d'ondes de très basses fréquences. Les observations effectuées au Dolomieu permettent désormais de conclure plus fermement que ces effondrements sont à associer à l'existence d'une chambre magmatique ayant un rapport de forme élevé à Miyake-jima.

En revanche, quand le rapport de forme est faible (inférieur à 1 typiquement), la modélisation suggère que l'effondrement d'une unique colonne de roche se produit en une fois et est accompagné d'un affaissement immédiat du fond de la caldeira. Ce fut probablement le cas lors de la formation de la caldeira de Fernandina, dans l'archipel des Galápagos, en 1968, où le rapport de forme de la chambre magmatique était d'environ 0,3.

SURVEILLER LE VOLCAN ?

Tous ces résultats suggèrent que la surveillance des cratères susceptibles de former des caldeiras implique de surveiller l'évolution du rapport de forme, puisque celui-ci peut évoluer si un nouveau réservoir magmatique apparaît. Dans les cas de chambres magmatiques ayant un rapport de forme assez élevé pour suggérer la possibilité d'effondrements profonds, l'identification de deux types de signaux – les cycles de variations de l'inclinaison et les paquets d'ondes de très longues périodes – permettra peut-être d'anticiper de quelques heures l'effondrement en surface.

Une telle avance de quelques heures serait-elle appréciable? Oui, puisqu'en 1991, l'effondrement du cratère du Pinatubo, aux Philippines, a tué des centaines de personnes (voir la photographie dans l'encadré page 58). Le phénomène, qui accompagnait la deuxième plus importante éruption du xx^e siècle, est aussi associé à une chambre magmatique à rapport de forme élevé. Malheureusement, aucun sismomètre à large bande spectrale n'existait alors sur ce volcan, ni d'ailleurs la notion de ce qu'il aurait servi à surveiller. ■

BIBLIOGRAPHIE

F. R. Fontaine et al., **Very- and ultra-long-period seismic signals prior to and during caldera formation on La Réunion Island**, *Scientific Reports*, vol. 9, article 8068, 2019.

F. Marra, **Le volcan aux portes de Rome**, *Pour la Science*, n° 479, pp. 40-47, août 2017.

cité

sciences
et industrie

CONFÉRENCES

journée mondiale des intelligences animales

samedi 6 février 2021

© Remy Marion



**accès gratuit
sur réservation obligatoire
cite-sciences.fr**

**L'ANIMAL
& L'HOMME**

Détecter automatiquement les menteurs?

Des logiciels d'analyse faciale prétendent déterminer si vous mentez ou dites la vérité lors d'un contrôle à l'aéroport, par exemple. Le problème, c'est qu'ils ne sont pas fiables.

Supposez que quelqu'un soit accusé d'un crime et clame vigoureusement son innocence. Voici une petite astuce pour déterminer rapidement s'il est coupable: demandez-lui de prendre une poignée de riz, de la mâcher pendant quelques instants, puis de la recracher devant vous. Si le riz est humide, la personne est innocente; en revanche, si le riz est toujours sec, c'est la preuve qu'elle ment.

Cette «technique» peut prêter à sourire, mais elle a bel et bien été utilisée lors de certains procès dans l'Inde ancienne, comme le raconte Paul Trovillo, du laboratoire de police scientifique de Chicago. Et ce n'est qu'un exemple des multiples moyens fantaisistes employés par le passé pour détecter le mensonge, signe que les sociétés ont toujours vu un intérêt majeur dans l'identification des fraudeurs de toutes sortes. Mais saurait-on faire mieux aujourd'hui?

La question a récemment pris une importance et une pertinence nouvelles. D'une part parce que d'un point de vue scientifique, les recherches sur le mensonge ont été prolifiques ces dernières décennies. D'autre part parce que d'un point de vue sociétal, on constate un besoin fort d'outils fiables pour repérer les >



L'ESSENTIEL

> Un projet européen vise à développer un outil de détection automatique des mensonges pour renforcer les contrôles aux frontières.

> Le problème est que cet outil ne semble pas utiliser les indicateurs les plus pertinents

et que, même s'il le faisait, il serait loin d'être fiable à 100 %.

> Ce type de détecteur accuserait ainsi de nombreuses personnes sincères de mentir. En outre, il risque d'ouvrir la porte à une surveillance de masse d'une ampleur inédite.

L'AUTEUR



HUGUES DELMAS
chercheur en psychologie
au Laboratoire parisien
de psychologie sociale et
au laboratoire Paragraphe,
à l'université Paris 8



> menteurs, avec la prolifération des *fake news* ou la demande d'une partie de la population d'une meilleure maîtrise des frontières.

C'est dans ce contexte qu'est né le programme de recherche européen *iBorderCtrl*, mené par un consortium impliquant notamment la Manchester Metropolitan University, en Angleterre. Il vise à développer un outil pour effectuer des vérifications renforcées aux frontières, sans ralentir le flux des passagers dans les aéroports. Sa singularité par rapport à d'autres systèmes de contrôle existants réside dans la création d'un module de détection automatique du mensonge (*Automatic deception detection system*, ou ADDS).

INTERROGÉ PAR UN AVATAR

Imaginez maintenant la scène suivante. Vous vous apprêtez à partir en vacances, en direction d'une somptueuse plage d'une île grecque. Vous allez donc prendre l'avion et effectuer quelques contrôles préalables, comme vous en avez l'habitude. Sauf que, cette fois-ci, vous devez vous préenregistrer sur une application web. Un avatar vous pose alors toute une série de questions sur votre identité et votre voyage, comme : « Quel est votre nom de famille ? » ou : « Que contient votre valise ? ». Votre webcam filme l'entretien, tandis qu'une intelligence artificielle analyse votre comportement non verbal. Pour chacune de vos réponses, elle livre son verdict : mensonge, vérité ou « indéterminé ». Le lendemain, en se fondant sur cette évaluation et sur les éléments complémentaires des contrôles aéroportuaires (comme la vérification du passeport), elle vous attribue un « niveau de risque » global. Si ce niveau est faible, vous passez sans encombre ; dans le cas contraire, vous êtes soumis à des contrôles supplémentaires.

Rassurez-vous, ce module n'en est qu'au stade expérimental et n'est pas réellement déployé dans les aéroports. Mais l'annonce de son élaboration a entraîné une controverse scientifique et un déchaînement de critiques – même si, selon ses concepteurs, l'objectif est d'aider la décision humaine et non de la supplanter. Dans un article paru dans le journal *The Guardian* fin 2018, Bennett Kleinberg, de l'University College de Londres, a ainsi qualifié ce système de « pseudoscientifique », tandis que le site internet *iborderctrl.no* milite contre son utilisation. Pourquoi une telle levée de boucliers ?

Rappelons déjà que nous sommes de piètres détecteurs de mensonges, puisque nous ne faisons guère mieux que le hasard. En effet, en nous fondant uniquement sur ce que nous captons par nos yeux et nos oreilles, nous débusquons la tromperie à hauteur de 54 % en moyenne. C'est ce qu'ont montré plusieurs expériences où des scientifiques présentaient des vidéos aux participants et leur

demandaient si la personne filmée disait ou non la vérité.

LE NEZ DE PINOCCHIO N'EXISTE PAS

Plusieurs facteurs expliquent cette faible performance. D'abord, aucun indicateur ne permet à lui seul de repérer un mensonge de manière certaine : le nez de Pinocchio n'existe pas. Ensuite, de nombreuses idées reçues entravent notre arbitrage. La plus prégnante d'entre elles consiste à considérer qu'une personne qui ment est nécessairement nerveuse. En réalité, ce n'est pas toujours le cas ; et à l'inverse, une personne sincère est parfois stressée pour bien d'autres raisons, notamment la crainte de ne pas être crue. Mais la conséquence de cette idée reçue est que nous associons à la tromperie les diverses manifestations de nervosité : regard fuyant, agitation excessive, tics faciaux, clignements nerveux des yeux... Autant de comportements qui ne sont pas spécifiques du mensonge. Dans une expérience, des chercheurs ont par exemple compté les clignements d'yeux d'un menteur et de quelqu'un qui dit la vérité, et observé... qu'il n'y a aucune différence.

Un espoir d'améliorer les choses a un temps résidé dans les microexpressions, des

La détection automatique de mensonges a des antécédents avec les polygraphes, appareils qui mesurent certains paramètres physiologiques de la personne interrogée, tels que son rythme cardiaque, sa pression sanguine, la conductance de sa peau... Ces dispositifs sont utilisés dans bon nombre de pays, mais leur fiabilité est controversée et leurs indications ne sont généralement pas prises en compte par les tribunaux.



Les très discrets indices comportementaux ne constituent en aucun cas une preuve absolue

expressions faciales qui passent sur le visage en moins de 500 millisecondes. Selon le psychologue américain Paul Ekman, elles trahissent les émotions que l'on souhaite réprimer ou masquer, ce qu'il qualifie d'*emotional leakage*, ou « fuite émotionnelle ». Un indicateur potentiellement précieux pour détecter les menteurs, dont les microexpressions ne seraient pas en accord avec ce qu'ils racontent (le coupable d'un vol aura par exemple une micro-expression de joie lorsqu'il est en train de mentir, laissant transparaître le plaisir de duper son interlocuteur). Vous en avez peut-être déjà entendu parler, puisqu'elles ont été



popularisées par la série télévisée *Lie to Me*. Son personnage principal, Cal Lightman, repère les mensonges au moindre mouvement facial qui lui paraît suspect.

La réalité scientifique est toutefois différente. Les recherches indiquent que les micro-expressions apparaissent très rarement sur les visages, de sorte que leur utilité est limitée. De plus, elles se manifestent indépendamment du fait que l'on cherche ou non à dissimuler ses émotions. Enfin, être formé à leur détection n'améliore pas la capacité à détecter les mensonges, selon une étude récente menée par Sarah Jordan et ses collègues de l'université de Huddersfield, au Royaume-Uni.

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE À LA RESCOUSSE

Il existe tout de même quelques différences de comportements entre le mensonge et la vérité (une étude ayant par exemple montré que les menteurs ont tendance à davantage pincer les lèvres entre deux mots ou en début et en fin de phrase), mais elles posent deux types de problèmes. D'une part, elles constituent tout au plus des indices de mensonge, et en aucun cas une preuve absolue. D'autre part, ces différences sont si discrètes qu'il est en

54 %

C'est le taux moyen de bonnes réponses chez les humains qui tentent de détecter un mensonge chez autrui, soit à peine mieux que le hasard. Ce taux dépasse souvent les 70 % pour les systèmes automatiques, mais cela reste très insuffisant.

pratique impossible de les distinguer sans une analyse approfondie. C'est face à ce constat des piètres performances humaines qu'est né le projet de recourir à l'intelligence artificielle : un détecteur informatisé serait capable de capter d'infimes contractions musculaires et d'agréger plusieurs dizaines d'indicateurs. Froncements de sourcils, mouvements de la bouche, direction du regard... Les possibilités sont multiples.

Pour développer ce type d'outils, les scientifiques indiquent alors au système les paramètres qu'il doit analyser et lui soumettent des enregistrements de menteurs ou de personnes qui disent la vérité. Ces données alimentent un modèle statistique qui, après une phase d'apprentissage, se prononce sur la sincérité des déclarations qu'on lui soumet.

Dans le cas d'*iBorderCtrl*, le module de détection du mensonge se fonde sur des « microgestes », d'après ses concepteurs. Ceux-ci n'ont pas communiqué la nature exacte de ces indicateurs, qu'ils sont les seuls à évoquer dans la communauté scientifique. Nous savons juste qu'il s'agit d'infimes contractions musculaires, susceptibles de durer plus ou moins longtemps, mais nous n'avons aucune donnée sur la pertinence de leur utilisation dans ce contexte.

Une étude publiée en 2016 par Lin Su et Martin Levine, de l'université McGill, au Canada, pourrait toutefois nous donner quelques éléments de réponse. Ces chercheurs ont développé un outil de détection des mensonges qui semble se rapprocher de celui d'*iBorderCtrl*, car il se fonde également sur une série d'indicateurs faciaux (comme certains mouvements des sourcils) extraits de manière automatique. Lin Su et Martin Levine l'ont testé avec des vidéos de vrais et de faux appels à témoins diffusées par les médias. Dans les deux cas, les personnes filmées disaient rechercher un de leurs proches disparu, mais dans les vrais appels à témoins, elles étaient sincères alors que dans les faux, elles avaient en réalité tué le prétendu disparu (une vidéo montrait ainsi Susan Smith, condamnée à perpétuité pour avoir assassiné deux de ses enfants). Résultat : l'intelligence artificielle a correctement identifié les menteurs dans 77% des cas.

Les concepteurs d'*iBorderCtrl* ont communiqué un taux de détection supérieur à 70% (voir la figure page 68), ce qui serait cohérent avec cette étude. Toutefois, pour atteindre des taux de fiabilité qui justifieraient leur emploi dans le cadre du contrôle douanier ou de la lutte antiterroriste, il faudrait que ces systèmes fassent bien mieux que cela. Peut-être en incluant une analyse du langage?

En effet, après plus de cinquante ans de recherches sur le sujet, les résultats montrent globalement une supériorité des indicateurs ➤

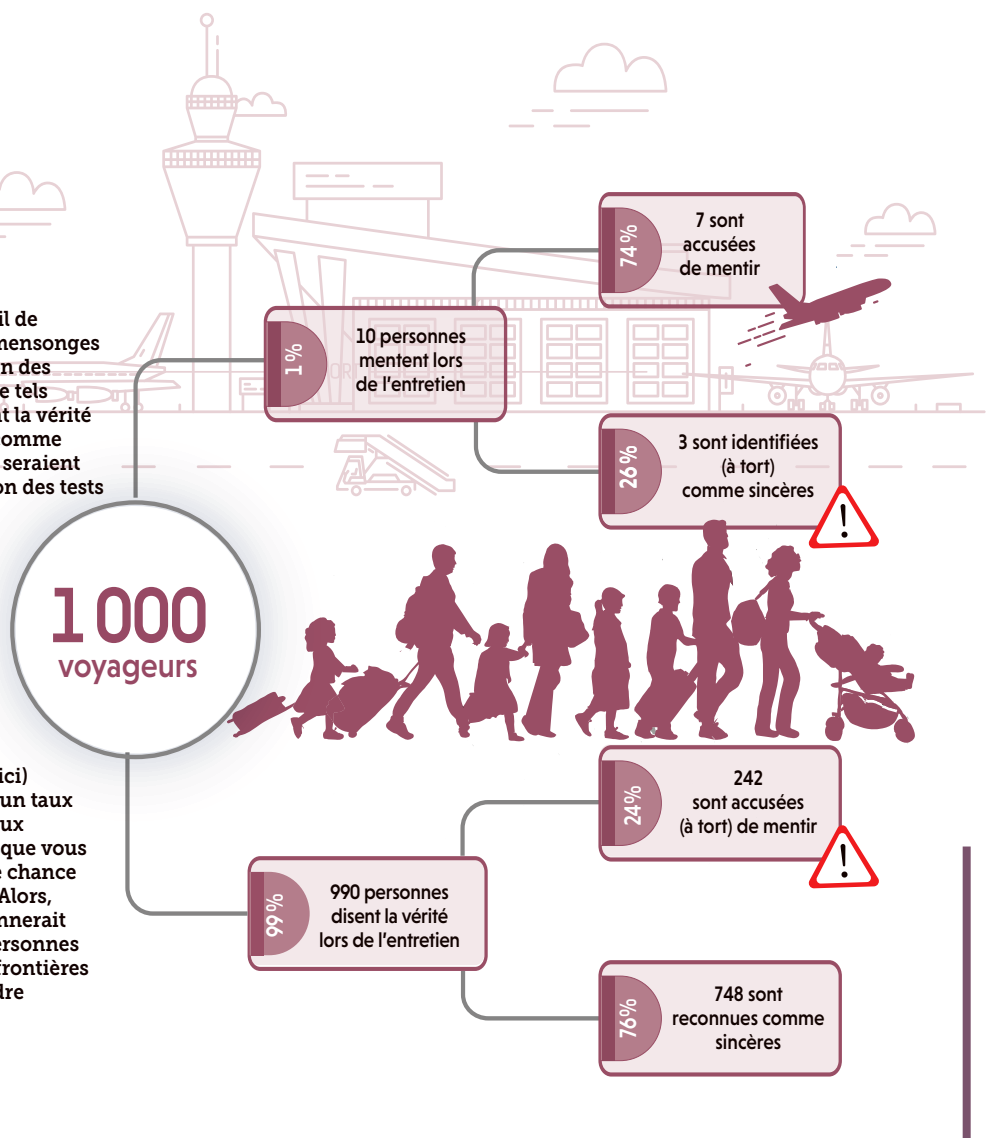
> linguistiques pour évaluer la crédibilité, par rapport aux indicateurs paraverbaux (le ton de la voix, la longueur des pauses, etc.) et aux comportements non verbaux (les gestes, les postures, etc.) : grâce à « une métaanalyse » portant sur ces recherches, Bella DePaulo, de l'université de Virginie, a par exemple montré en 2003 que les récits de menteurs sont moins détaillés que les versions d'individus sincères. En d'autres termes, si l'on cherche à tirer une histoire au clair, mieux vaut bien écouter et se concentrer sur ce qui est dit plutôt que de chercher à observer les indices corporels ou vocaux. Là encore, *iBorderCtrl* gagnerait probablement à creuser dans cette direction, en incluant des indicateurs linguistiques.

Un autre problème est que ce système a été entraîné et préalablement testé sur un nombre assez restreint de personnes, environ une trentaine. Cela peut se traduire par une limitation bien connue en intelligence artificielle, nommée l'« *overfitting* ». C'est-à-dire que le modèle risque de ne pas être généralisable à d'autres individus, notamment ceux qui parleraient une autre langue ou s'exprimeraient différemment.

D'après le site officiel d'*iBorderCtrl*, l'outil a tout de même été éprouvé dans des conditions quasi réelles en 2019, sur la base du volontariat, aux frontières de la Hongrie, de la Grèce et de la Lituanie. Ses développeurs n'ont communiqué aucune donnée sur les résultats,

ACCUSÉS À TORT DE MENTIR

On évalue l'efficacité d'un outil de détection automatique des mensonges avec deux taux : la proportion des menteurs qui sont identifiés comme tels et la proportion de personnes disant la vérité qui sont effectivement reconnues comme sincères. Pour *iBorderCtrl*, ces taux seraient respectivement de 74 % et 76 %, selon des tests préliminaires. Comme on le voit sur la figure, pour 1 000 voyageurs qui répondraient à une question, 3 menteurs passeraient à travers les mailles des filets (en supposant qu'il y a 1 % de menteurs), mais 242 personnes sincères seraient accusées à tort. Ce nombre élevé s'explique par le fait que dans une application comme le contrôle des frontières, la grande majorité des gens (99 % dans le modèle proposé ici) disent la vérité, de sorte que même un taux de 76 % conduit à de nombreux « faux positifs » – ce taux signifie que lorsque vous êtes sincère, vous avez environ une chance sur quatre d'être accusé de mentir. Alors, imaginez un instant ce que cela donnerait avec les centaines de millions de personnes qui franchissent chaque année les frontières de l'Europe, et qui devraient répondre à de nombreuses questions !



mais la mésaventure de la journaliste italienne Ludovica Jona donne une idée de ce qui attendrait nombre de voyageurs avec un tel détecteur automatique de mensonges. Elle a réussi à expérimenter le système lors de cette phase de tests. Pour un résultat édifiant: le système l'accusait de mentir sur sa date de naissance, sa citoyenneté, le lieu de délivrance de son passeport et sa destination! Elle a finalement été considérée comme «à risque», alors qu'elle avait été sincère lors du préenregistrement.

DES QUESTIONS ÉTHIQUES ET SOCIÉTALES

Car n'oublions pas que 70% de réussite, cela veut dire 30% d'échec, ce qui est loin d'être négligeable. Concrètement, ces erreurs consistent à considérer soit un menteur comme sincère, soit une personne sincère comme menteuse. Et même si l'on parvenait à améliorer considérablement la fiabilité, cela signifierait que sur les centaines de millions de voyageurs qui franchissent chaque année les frontières de l'Union européenne, plusieurs millions seraient soupçonnés à tort de mentir! Tandis que bien des personnes pouvant présenter un risque sécuritaire passeraient à travers les mailles du filet...

Ce n'est qu'une des nombreuses questions éthiques que soulève l'utilisation de l'intelligence artificielle dans ce contexte. Quelles seraient les conséquences d'une telle gouvernance technologique? Comment la concilier avec les libertés fondamentales et le respect de la vie privée? En développant de tels outils, n'ouvre-t-on pas la porte à une surveillance de masse d'une ampleur jamais observée?

Pour l'heure, *iBorderCtrl* n'en est qu'au stade de la recherche et on ignore quand il sera mis en application – ni même s'il le sera vraiment. Mais une tendance de fond se dégage quant à l'accélération de la mise en place de dispositifs de surveillance dans le monde. La Chine dispose déjà de 200 millions de caméras de surveillance et compte atteindre le cap des 600 millions dans un an. Des algorithmes sont déjà utilisés pour détecter les baisses de motivation des ouvriers dans les usines ou des élèves à l'école. En France, la reconnaissance faciale va être testée dans les lieux publics pour une durée de un an, censément sous le contrôle de chercheurs et de membres de la société civile.

Cette situation appelle deux remarques essentielles. Premièrement, au fil de ces développements, il sera capital de rester au plus près des données scientifiques concernant ces dispositifs, pour avoir conscience de ce qu'ils peuvent faire et de ce qu'ils ne peuvent pas faire. Cet article poursuit cet objectif en montrant clairement qu'aucun système de ce type ne pourrait décemment être mis en application à l'heure actuelle.



C'est une situation entièrement nouvelle pour notre constitution mentale



Deuxièmement, il s'agira de décider avec clairvoyance des domaines de la vie publique où l'interdiction de mentir sera promulguée et punie avec le renfort de moyens technologiques. Le cerveau et la psyché humaine ont évolué en partie grâce à la capacité de taire certaines pensées et d'énoncer des faits différents – clairement, de mentir (c'est notamment une part importante de ce qu'on appelle la «théorie de l'esprit»).

Cette situation est donc entièrement nouvelle pour notre constitution mentale et il ne faut pas sous-estimer ses risques potentiellement destructeurs. Si l'humain s'est accommodé depuis des millénaires de l'obligation morale de dire la vérité dans certaines circonstances (on dit bien aux enfants de ne pas mentir, après ils font ce qu'ils veulent...), rien ne nous garantit qu'il saura le faire avec l'obligation physique de dévoiler le fond de sa pensée, sans aucune échappatoire. Un homme transparent serait-il encore un homme? Il ne faudrait pas que les recherches en psychologie autour de ces questions prennent trop de retard sur celles qui visent la seule détection du mensonge. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. Sánchez-Monedero et L. Dencik, **The politics of deceptive borders : « Biomarkers of deceit » and the case of iBorderCtrl**, *Information, Communication & Society*, en ligne le 3 août 2020.

S. Jordan et al., **A test of the micro-expressions training tool : Does it improve lie detection ?**, *J. Investig. Psychol. Offender Profil.*, vol. 16, pp. 222-235, 2019.

B. Elissalde et al., **Le mensonge - Psychologie, applications et outils de détection**, Dunod, 2019.

S. Porter et al., **Secrets and lies : Involuntary leakage in deceptive facial expressions as a function of emotional intensity**, *Journal of Nonverbal Behavior*, vol. 36, pp. 23-37, 2012.



à lire



THEMA L'intelligence artificielle

Une sélection des meilleurs articles publiés dans *Pour la Science* ou *Cerveau & Psycho* sur l'intelligence artificielle, ses succès, ses limitations, ses risques.

Hors-série numérique en vente seulement sur : boutique.pourlascience.fr

L'ESSENTIEL

> Dans les années 1950, alors que l'archéologie en Amazonie n'en était qu'à ses balbutiements, une jeune américaine, Betty Meggers, y lança de grands programmes de recherche en formant localement des disciples.

> Elle imposa aussi sa vision de la région à l'époque précolombienne : une terre stérile inapte à accueillir

de grandes populations et de l'agriculture intensive.

> Pendant plusieurs décennies sa vision domina la discipline, mais, dans les années 1980, une autre Américaine, Anna Roosevelt, cristallisa l'opposition montante.

> Ses découvertes conduisirent à une vision d'une Amazonie précolombienne prospère, toujours d'actualité.

L'AUTEUR



STÉPHEN ROSTAIN
directeur de recherche
au CNRS au sein
de l'unité Archéologie
des Amériques (CNRS,
université Paris I)

Les pionnières de l'archéologie amazonienne

Au ^{xx}e siècle, deux femmes de caractère, Betty Meggers et Anna Roosevelt, prouvèrent que l'Amazonie précolombienne était un terrain archéologique tout aussi riche que la Mésopotamie.

« **T**ous les archéologues du Brésil pourraient entrer dans un seul van ! », plaisantait, il y a une cinquantaine d'années, l'anthropologue nord-américain Robert Carneiro. C'était vrai, très peu de chercheurs fouillaient alors le passé de l'Amazonie. Les choses ont bien changé de nos jours. Mais se souvient-on que l'archéologie amazonienne est née sous l'impulsion d'intrépides et vaillantes chercheuses qui ont dû s'imposer dans une discipline traditionnellement dominée par les hommes ? Betty Jane Meggers fut de ces guerrières de la science. Cette Nord-Américaine arriva sur le terrain à la moitié du ^{xx}e siècle, éliminant sans pitié la concurrence. Par exemple, elle évinça sa compatriote, la pauvre Helen Palmatary, qui tissait alors patiemment les fils d'une classification précise de la céramique de l'Amazonie inférieure. Quelques commentaires cinglants publiés dans

des recensions des livres de sa rivale et des critiques assassines au sein de la communauté académique suffirent à Betty Meggers pour écarter définitivement Helen Palmatary de l'Amazonie, laquelle ne réapparut jamais dans ce domaine de la recherche. C'est dire si les débuts de l'archéologie furent tumultueux dans cette région.

Aujourd'hui, l'étude du passé y est en majorité menée par des femmes. Les raisons de cette situation exceptionnelle sont floues, remontant peut-être à l'époque de la dictature au Brésil, de 1964 à 1985, qui aurait laissé des métiers à la valeur déconsidérée aux mains des femmes ; mais, jusqu'à présent, aucune étude spécifique n'a été réalisée pour le démontrer. Quoi qu'il en soit, avant même l'ascension des militaires au pouvoir, des femmes pionnières ont durablement marqué l'archéologie.

Il y a cinq cents ans, les premiers conquistadors espagnols avaient cru voir des femmes guerrières diriger des hommes au combat à la

