

Fixer un cap à la curiosité

Xavier Vasques, IBM Technology

Hortense Chadapaux : Bonjour Xavier ! Vous êtes CTO d'IBM Technology France et responsable du laboratoire de recherche en neurosciences cliniques (LRENC). Qu'évoque au mathématicien, à l'informaticien et au neuroscientifique la notion de curiosité appliquée à l'entreprise ?



Xavier Vasques : Pour ne rien vous cacher, j'ai un peu triché puisque j'ai demandé à ma fille, Elsa qui a 11 ans, ce qu'évoquait la curiosité pour elle. Elle m'a répondu deux choses qui me semblent très intéressantes et avec lesquelles je suis assez d'accord. La première, c'est la soif d'apprendre, l'envie d'apprendre quelque chose et la deuxième, c'est la volonté de mieux connaître les autres. On pourra effectivement aller un peu

plus en profondeur sur ce sujet-là mais je suis assez d'accord avec ses réponses et j'en ajouterai une supplémentaire qui est comment explorer les limites, l'inconnu, aller au-delà de ce que l'on connaît et c'est, je pense, particulièrement valable pour les nouvelles technologies ou la science en général.

HC : Partons donc dans l'exploration de ces points en les appliquant à l'entreprise et commençons par le premier : en quoi la volonté d'apprendre est-elle une chose essentielle dans le monde de l'entreprise ?

XV : Pour moi, la volonté d'apprendre est vraiment une notion fondamentale pour l'entreprise. On a trop souvent parlé de talent dans l'entreprise et l'informaticien vous dirait que c'est une vision assez binaire des choses parce que cela induit le fait que soit vous avez un talent ou le talent — vous êtes talentueux —, soit vous ne l'êtes pas. Cette dichotomie entraîne une vision assez figée du monde et, d'une certaine façon, on se met des barrières. Le neuroscientifique va chercher dans la littérature et trouver des tra-

vaux mentionnant la notion d'état d'esprit fixe : des gens qui se mettent des barrières et cela représente une portion de la population assez importante, notamment au niveau de l'entreprise. À ce sujet, il y a les travaux de Carol Dweck, professeur et chercheur à l'université de Stanford, qui a passé beaucoup de temps à étudier les facteurs de réussite, notamment en entreprise et des entreprises, et cette notion d'esprit fixe se retrouve assez souvent dans ses travaux. Si on se met des barrières, si on pense qu'on n'est pas talentueux ou qu'on se met dans cette dichotomie, il y a un risque d'être anxieux, d'avoir peur de l'échec, de ne pas prendre de risques, d'essayer même de quasiment dissimuler l'information, de devoir constamment démontrer ses compétences. C'est une notion qui, pour l'être humain, n'est pas confortable et ne permet pas une évolution au sein d'une entreprise. Carol Dweck a ensuite interrogé des employés et un certain nombre d'entreprises et a montré qu'effectivement, avoir un discours sur cette dichotomie talent ou pas peut entraîner un manque d'engagement de la part des collaborateurs, un blocage au niveau de l'innovation, de la motivation et elle parle à l'inverse de cet esprit fixe de se mettre dans un esprit de développement. Les Anglo-Saxons appellent cela le *growth mindset*. Cette notion apparaît, je pense, de plus en plus ; on le voit par exemple chez IBM. En gros, cela signifie qu'on a besoin de curiosité, on a besoin de persévérer, d'apprendre, de chercher l'information ; on a besoin de systématiquement évoluer et d'essayer de partager l'information. Cela nous pousse finalement à chercher l'effort et ne pas se dire « je suis talentueux, auquel cas je vois pas mon besoin d'aller chercher l'information » ou « je ne le suis pas et de toute façon, je n'y arriverai pas ». Se mettre dans cette perspective d'esprit de développement peut donc être un vrai facteur de réussite. On passe d'un monde ou d'une vision figée et on devient beaucoup plus ouvert au possible. Il a été montré plus d'une fois que cela favorise effectivement l'innovation, l'engagement, la collaboration, le partage d'informations. On est un peu plus motivé, plus engagé et cela a vraiment son importance. Autre notion ; bizarrement, on n'a jamais eu autant accès à l'information qu'aujourd'hui. On a, je dirais, le téléphone greffé dans nos mains et qu'en fait-on finalement ? On passe d'image en image, de vidéo en vidéo, de *tweet* en *tweet* ou je ne sais quoi. Il y a un vrai besoin de revenir à cette recherche d'informations, à se baser sur des faits, à aller creuser un peu les sujets. On parle de *deep work* en anglais, de travail en profondeur qui devient de plus en plus important.

Se mettre dans cette perspective d'esprit de développement peut donc être un vrai facteur de réussite.

HC : Volonté d'apprendre à la fois comme un but, mais aussi

comme un cheminement. Et vous avez évoqué, votre fille a aussi spontanément évoqué la question de la curiosité des autres. Peut-on en entreprise se dire « je vais être curieux des autres et aller me mêler un petit peu de ce que font les voisins », ce n'est pas un vilain défaut ?

XV : Alors quand ça se transforme en ragots, c'est peut-être un vilain défaut ! Je trouve cette notion vraiment intéressante parce que la curiosité est, selon moi, un moyen d'éviter un bon nombre de maux dans nos sociétés et dans nos pays comme le racisme, la peur, de l'autre, le repli sur soi, les inégalités. Pourquoi je dis cela ? Parce qu'avoir un réel intérêt pour une personne, pour ceux qui nous entourent permet finalement d'enlever cette barrière. On essaye d'enlever un peu cet état d'esprit fixe, d'enlever un petit peu cette barrière et j'aime bien rappeler que le contraire d'égalité, ce n'est pas la différence, c'est l'inégalité. Et je dirais malheureusement — ou heureusement — notre cerveau a une spécificité : c'est qu'il est issu d'un long processus d'évolution de plusieurs dizaines de milliers d'années. Il faut certes faire avec, mais on peut avoir des modèles à peu près établis dans nos cerveaux — on appelle cela des stéréotypes — qui, en plus, peuvent être favorisés par un certain nombre de choses comme les informations qui nous sont diffusées, la publicité, et du coup, on peut avoir des croyances implicites, inconscientes. Ce n'est pas forcément conscient — si on en a conscience, finalement on est raciste ou on se pense supérieur à l'autre — mais cela peut être une manière assez inconsciente et donc il y a une chose à faire : c'est essayer d'outrepasser le premier réflexe qu'a le cerveau lorsqu'on a un jugement quelconque sur une personne. C'est hyper important et j'invite tout le monde à un peu dresser son cerveau : malgré le fait que notre cerveau est issu d'un long processus d'évolution, on peut avoir un contrôle dessus, on n'est pas déterminé comme cela, donc on n'a pas d'excuses à cela.

Lorsque les photons qui arrivent dans notre rétine, un petit processus de quelques millisecondes nous fait un réflexe en disant « cette personne, je la juge de telle façon », il faut arriver à l'inhiber, à ne pas se dire « c'est normal, c'est dans ma nature peut-être ou peut-être mon environnement ou quoi que ce soit ». C'est faire preuve d'intelligence — et les neurosciences montrent bien que cette capacité d'inhiber son cerveau et d'éliminer ce premier réflexe est vraiment un facteur d'intelligence — de se dire « non, je vais me poser les bonnes questions, je vais peut-être aller vers la personne lui poser quelques questions, mieux la connaître »

**S'informer correctement,
prendre le temps de
contrôler les sources,
s'éduquer, se poser les
bonnes questions, partager
avec des amis, avec ses
collègues.**

et, au final, on voit bien que cette curiosité de l'autre enlève un certain nombre de barrières assez facilement. Au sein de l'entreprise, c'est exactement la même chose. Si on va vers l'autre, si on lui pose des questions, si on le connaît, si on se met un peu dans ses baskets, on arrive à s'affranchir un peu de, on va dire, de nos premiers jugements.

Donc s'informer correctement, prendre le temps de contrôler les sources, s'éduquer, se poser les bonnes questions, partager avec des amis, avec ses collègues, tout cela fait partie d'une vraie culture d'entreprise qui peut être hyper bénéfique. Si je prends l'exemple du racisme, un sujet étudié dans les neurosciences, une des principales conclusions des neuroscientifiques est que le racisme s'explique par le fait que certains gens expriment moins d'empathie envers ceux qui n'appartiennent pas à leur propre groupe. C'est donc un fait et dans ce cas-là, l'empathie c'est quoi ? C'est se mettre à la place de l'autre, c'est mieux comprendre l'autre, c'est se mettre vraiment dans ses baskets et donc on peut, je pense, en diffusant cet état d'esprit peut-être enlever quelques maux dans notre société qui est, aujourd'hui, un peu fracturée. Je pense donc que c'est une notion vraiment hyper importante.

HC : Inhiber son cerveau, vous nous dites, est un des premiers réflexes qu'on peut avoir mais vous nous avez parlé au début, en plus de la volonté d'apprendre et de la curiosité de l'autre, d'une certaine forme de désinhibition à l'inverse : la volonté d'explorer ses limites, d'explorer l'inconnu. Qu'est-ce que cela veut dire ?

XV : D'un côté, il y a l'esprit fixe qu'il faut un peu casser, se mettre dans cet état d'esprit de développement ; il faut donc, on va dire, casser sa propre barrière. Mais il y a un autre sujet qui est, par exemple, l'exploration de sujets un peu inconnus. Quand on travaille dans un domaine scientifique par exemple, on a un certain nombre de barrières et donc pour casser un peu ces barrières, il faut oser aller explorer l'inconnu. Je peux citer deux exemples. Il y a un domaine que je connais bien qui est la stimulation cérébrale profonde. La stimulation cérébrale profonde est une technique neurochirurgicale qui consiste à mettre des électrodes dans le cerveau, dans certaines zones spécifiques, très profondément dans le cerveau, afin de traiter certaines pathologies du mouvement ou psychiatriques ; je peux citer la plus célèbre d'entre elles qui est la maladie de Parkinson mais il y en a d'autres. C'est parce qu'il y a des chercheurs qui, à un moment donné, sont allés au-delà des frontières pour explorer le cerveau. Cela existe depuis des dizaines d'années. Déjà dans les années 60, on enlevait des petits morceaux de cerveau pour essayer justement de traiter ce type de pathologie. Le problème est que c'était irréversible. D'autres personnes se sont dit « on va faire d'une autre manière » et c'est d'ailleurs un Français, Alim Louis Benabid de Grenoble, dans les années 80 qui a fait la première stimulation cérébrale profonde

pour le tremblement essentiel. C'est donc parce qu'il y a des chercheurs qui sont allés un petit peu au-delà des limites qu'aujourd'hui, il y a une technique qui sauve des vies, qui peut améliorer de manière assez significative la qualité de vie de certains patients.

**Être curieux,
aller au-delà.**

Puis il y a les limites technologiques — donc là je parle plutôt de la casquette IBM — où il y a une vraie exploration des limites technologiques. On a des défis assez incroyables dans l'industrie, dans plein de domaines, et qui ne peuvent pas être résolus avec les puissances de calcul actuelles. C'est un fait, on ne peut pas. Il faut donc trouver des solutions soit de contournement, soit des nouvelles façons de calculer. Il y a plein d'exemples en tête. On a par exemple annoncé récemment nos avancées sur l'ordinateur quantique, qui fait un petit peu parler mais qui est vraiment une voie qui va pouvoir débloquent certain nombre de choses. On a annoncé un processeur qui fait 2 nanomètres²⁶ — alors c'est très petit, ça fait la taille d'un ongle — et dans lequel on peut mettre 50 milliards de transistors dans ce petit ongle, donc c'est impressionnant. Il y a un certain nombre de technologies et de solutions de contournement, d'innovations que l'on va pouvoir faire justement pour adresser un peu ces défis. Mais pour cela, il faut être curieux, il faut aller au-delà. On est en train de dépasser les frontières, on était dans le monde macroscopique — le monde visible — et on commence à aller dans le monde atomique, sous-atomique ; ce sont des mondes que l'on connaît très peu et qu'on commence à maîtriser petit à petit. Le monde de l'infiniment petit comme on l'appelle, sous-atomique, est régi par des lois qui sont bien différentes des lois que l'on connaît dans la vie de tous les jours. C'est un monde qu'on commence à explorer et qu'on commence à maîtriser qui va pouvoir nous servir plus tard.

HC : C'est intéressant de vous entendre parler des limites de la technologie, notamment parler de la technologie quantique à une époque où, pour ne parler que d'elle, on mise énormément sur ses potentialités infinies. Alors dites-nous ce que vous entendez par limites de la technologie.

XV : Dans le monde du quantique, il y a des calculs qu'on peut difficilement faire, même avec l'ordinateur le plus puissant du monde. IBM a par exemple construit un des ordinateurs les plus puissants du monde qui fait — alors je vais vous dire un chiffre qui vous peut-être vous effraiera un peu — qui est capable de faire 200 millions de milliards d'opérations par seconde ! C'est assez impressionnant, on pourrait croire qu'on peut calculer tout avec

26. Larry Dignan, « Semi-conducteur : IBM crée une puce de test gravée en 2 nm », ZDnet.com, 7 mai 2021.

ça. Malheureusement on ne peut pas adresser un certain nombre de problèmes et parfois des problèmes hyper simples, mathématiquement parlant. Il y en a un qui est très célèbre : le problème du vendeur itinérant²⁷ par exemple ou l'acheminement des camions de livraison. Donc si vous devez livrer un colis à cinq adresses, vous avez, calcul très simple, 12 itinéraires possibles ; humainement parlant vous pouvez très facilement choisir le meilleur itinéraire. Puis dès que vous montez un petit peu ce chiffre à 15 livraisons par exemple, tout de suite on est à 43 milliards d'itinéraires possibles. Et puis si vous montez un petit peu et que vous êtes à 71 destinations, ce chiffre monte à 5×10 puissance 80 — je

Le progrès doit être le fruit de l'intelligence, de la raison et d'utilisation de la science de fait et de l'éthique.

ne sais même pas vous dire le nom de ce chiffre — donc c'est assez impressionnant. En fait, ce type de problème, lorsqu'il monte très vite, c'est-à-dire de manière exponentielle, les ordinateurs d'aujourd'hui sont incapables de faire le calcul ou alors ils mettraient des centaines d'années à le faire.

Ce problème se retrouve dans plein de domaines de l'entreprise : on a le secteur financier avec l'optimisation des risques de portefeuille, on a la détection de fraudes, le domaine de la santé pour la recherche des médicaments, l'étude des protéines, les chaînes d'approvisionnement, chaînes logistiques où on peut retrouver ça, la chimie, la recherche de nouveaux matériaux, le pétrole ; il y a plein de domaines impactés comme ça. Pour citer un exemple, la batterie du futur est typiquement un domaine qui peut rentrer dans l'ordinateur quantique, c'est-à-dire qu'aujourd'hui on a des batteries faites avec des métaux lourds qui vont à une certaine distance, mais pas assez encore, et qui mettent un certain temps à être rechargées. On travaille avec des entreprises pour justement inventer la batterie de demain — c'est de la chimie — qui se recharge quasi instantanément et faite de métaux non lourds ou d'autres matériaux en tout cas et qui dure beaucoup plus longtemps. C'est donc un vrai cas d'usage. Si on veut par exemple créer un nouveau matériau, aujourd'hui on dirait que cela met dix ans et entre 10 et 100 millions de dollars pour le faire ; demain, on peut faire cela en quelques mois, un an et puis peut-être beaucoup moins d'argent, c'est-à-dire beaucoup plus facilement. Donc cela va ouvrir énormément de portes et pour cela, c'est un vrai domaine de recherche. On n'y est pas encore mais, en tout cas, cela suit un chemin.

27. En informatique, le problème du voyageur de commerce, ou problème du commis voyageur, est un problème d'optimisation qui consiste à déterminer, étant donné une liste de villes et les distances entre toutes les paires de villes, le plus court circuit qui passe par chaque ville une et une seule fois.

Au-delà du quantique, je vous parlais du monde sous-atomique, il y a aussi le stockage de données. On a beaucoup, beaucoup, beaucoup, beaucoup de données. A un moment donné, il va falloir les stocker, ces données. Dans un article récent publié dans *Science*, des chercheurs ont été capables de stocker de la donnée dans un brin d'ADN²⁸ : alors ils ont été capables d'y mettre un film français de 1895 qui est très célèbre — l'arrivée d'un train à La Ciotat par Louis Lumière —, une carte cadeau je crois, des articles scientifiques, une photo, un système d'exploitation, bref un certain nombre de données et ils ont été capables non seulement de la stocker, mais surtout de la récupérer. On estime que si on devait stocker toutes les données de la Terre aujourd'hui sur des brins d'ADN, on pourrait stocker ça dans une seule pièce, donc c'est assez imprégnant. Ce n'est pas encore pour aujourd'hui — il y a un coût, il y a plein de choses encore à voir — mais c'est pour vous donner une idée que, finalement, des fois en mêlant non pas juste informatique, mais la biologie, la physique, la recherche de nouveaux matériaux, des choses comme cela, en étant curieux justement, on peut arriver à atteindre, même à percer ces limites-là.

Tout dépend de l'usage que l'on fait des technologies.

HC : En vous entendant parler du stockage sur un brin d'ADN, on pense, je pense assez spontanément aux limites éthiques que peuvent représenter ces curiosités, dans cette démonstration de curiosité en matière technologique. Où place-t-on le curseur en la matière ?

XV : J'ai personnellement une conviction assez profonde sur le sujet du progrès. Je pense que le progrès peut vraiment améliorer sensiblement la condition humaine et la Société dans laquelle on vit et aider les entreprises à se transformer et avoir un impact. Ce progrès doit être le fruit — on parlait d'intelligence tout à l'heure — donc le fruit de l'intelligence, de la raison et d'utilisation de la science de fait et de l'éthique. Alors l'éthique, c'est important parce que finalement toute technologie peut tuer ou peut améliorer sensiblement la qualité de vie d'une personne ou sauver sa vie. Si on vit assez longtemps aujourd'hui, c'est parce que les progrès de la médecine font qu'on a réussi à régler un certain nombre de pathologies, pas toutes, mais quand même un certain nombre. Si j'en viens à nos ancêtres préhistoriques : on pouvait utiliser des pierres pour casser des coquilles ou alors prendre la même pierre et la lancer contre un être humain pour l'agresser. Je dirais que

28. Yaniv Erlich et Dina Zielinski, "DNA Fountain enables a robust and efficient storage architecture", *Science*, 3 Mar 2017, Vol 355, Issue 6328, pp. 950-954.

ce qui doit être une préoccupation majeure, c'est effectivement ce qu'on fait de ces technologies-là parce qu'on a inventé des choses assez exceptionnelles, des *smartphones* qui nous donnent un accès incroyable à des informations assez massives mais on a aujourd'hui le droit à la désinformation, à des théories du complot, à des choses comme ça. L'ingénieur a inventé l'obsolescence programmée. Tout dépend donc finalement de l'usage que l'on fait de ces technologies et c'est quelque chose d'hyper important. La stimulation cérébrale profonde, dont on parlait tout à l'heure, est un bel exemple : on a utilisé une technologie qui est quand même invasive, qui rentre dans votre cerveau et qui, aujourd'hui, est utilisée avec éthique pour soigner des pathologies très lourdes, c'est-à-dire vraiment des gens qui ne peuvent pas s'en sortir sans cette technique-là ; c'est vraiment tout faire pour améliorer et traiter des patients. Mais d'autres — je ne vais pas les citer — vont utiliser le même type de technologie pour améliorer nos capacités, améliorer notre mémoire, notre intelligence ou que sais-je sous prétexte qu'on est en train d'inventer l'intelligence artificielle et donc des robots qui vont nous tuer ou éteindre notre civilisation. Donc tout dépend vraiment de l'usage que l'on en fait, et là, l'entreprise aussi a un rôle énorme à jouer.

J'ai bien aimé par exemple la position d'IBM récemment : Arvind Krishna, notre PDG, a écrit une lettre au Congrès américain et s'est opposé fermement à certaines technologies dont la reconnaissance faciale²⁹. La reconnaissance faciale, en gros ce que l'on a écrit dans cette lettre, c'est qu'on ne tolère pas l'utilisation de cette technique à des fins de surveillance de masse comme certains pays peuvent le faire, au profilage racial, les violations des droits et des libertés fondamentales de l'Homme ou toutes fins non conformes aux valeurs et aux

Être curieux, c'est ne jamais prendre pour acquis les choses, s'appuyer sur des faits, sur des publications, éviter tout jugement, toute interprétation.

principes de confiance et de transparence. Je trouvais que c'était une position assez forte, qui a ensuite été suivie par un certain nombre d'acteurs. J'aime bien dire qu'il faut finalement éviter de subir les évolutions technologiques et vraiment aller à l'encontre de « faut s'adapter ». Je pense que c'est plutôt à nous, êtres humains, d'imposer notre rythme, donner un sens à la technologie, la réguler aussi — l'Europe a lancé un certain nombre de régula-

29. Maryse Gros, « Face aux biais, IBM renonce à la reconnaissance faciale », *Le Monde Informatique*, 9 juin 2020.

tions, j'en passe, GDPR³⁰, etc. — pour justement pour essayer de maîtriser cela. Mais, effectivement, l'éthique doit être au cœur de ce développement technologique et c'est pour cela que j'aime bien aussi IBM parce qu'elle se positionne assez fortement là-dessus et je pense que c'est important pour finalement le futur de cette période.

HC : Vous avez évoqué les positions en la matière prise par le PDG d'IBM. Comment cela se traduit-il pour le reste des collaborateurs de l'entreprise ?

XV : On a des valeurs assez fondamentales chez IBM, on a une valeur assez forte et une chose très simple déjà : tous les employés d'IBM doivent chaque année signer ce que l'on appelle les règles de conduite dans les affaires où l'éthique est omniprésente. C'est aussi une vraie raison pour laquelle j'apprécie IBM parce que lorsqu'on travaille sur les données de nos clients, ce n'est pas quelque chose que l'on va utiliser à d'autres fins ou pour alimenter nos systèmes d'intelligence artificielle ou pour remplacer justement ce même client avec ses données. On a une vraie, je dirais, valeur de confiance envers le client et l'éthique est d'autant plus importante. On essaye vraiment de travailler sur cette notion de transparence, de confiance. Si je prends l'exemple de l'intelligence artificielle, c'est très souvent vue comme une boîte noire dans laquelle on ne sait pas vraiment comment c'est fait et on a donc sorti un certain nombre de technologies pour justement rendre transparent l'intelligence artificielle, pourquoi l'intelligence artificielle peut avoir certains biais; certains même pointent du doigt l'intelligence artificielle mais souvent les biais viennent des êtres humains qui alimentent ces mêmes intelligences artificielles. Donc je dirais qu'aujourd'hui une façon de faire, une façon de travailler, c'est de co-crée ensemble. A une époque où on travaillait en disant « voilà, la technologie, c'est comme ça ! ».

Aujourd'hui, on est beaucoup plus dans une notion de co-création, de partage et donc les innovations sont traitées en ce mode de co-création avec nos clients et je pense que c'est vraiment une manière de faire parce que chacun a son métier, son secteur, ses connaissances. On a de notre côté la technologie et l'innovation et je pense que c'est vraiment par le partage qu'on va arriver à trouver un certain équilibre. Puis un autre moyen, on en parlait, c'est un peu le domaine du podcast, c'est la curiosité. Être curieux, c'est ne jamais prendre pour acquis les choses, s'appuyer sur des faits, sur des publications, éviter tout jugement, toute interprétation. C'est une notion qui, à mon avis, contribue à l'éthique des choses, le partage d'informations, aussi, l'erreur — cela peut arriver de

30. GDPR (*General Data Protection Regulation*) ou RGPD en français (Règlement Général sur la Protection des Données) encadre le traitement des données personnelles sur le territoire de l'Union européenne.

faire des erreurs, on le voit partout dans la presse. On a souvent en France peut-être un peu le sentiment de culpabilité quand on fait une erreur, on est pointé du doigt. Je pense que c'est un truc qu'on devrait arrêter — cela arrive de faire des erreurs — on peut dire juste que c'est une valeur de dire « je me suis trompé ; apprenons de ça ! » Voilà, tout ça bon an mal an, comme on dit, on peut transformer un petit peu les choses.

HC : Merci Xavier, merci beaucoup ! Vous avez pu nous montrer les potentialités de la technologie au service de la curiosité tout en soulignant l'importance de fixer un cadre à cette curiosité : être curieux en entreprise, oui, mais pas n'importe comment !

Enregistrement réalisé en septembre 2021