

Former des constructeurs de savoirs collaboratifs et créatifs : un défi majeur pour l'éducation du 21^{ème} siècle

« La spécificité des êtres humains, c'est leur grande capacité à s'adapter »

Socrate

Décharge de responsabilité

Le présent article se veut un document d'information pour la Stratégie de l'OCDE pour l'innovation. Les points de vue qui y sont exprimés sont ceux de l'auteur, et ne reflètent pas nécessairement les points de vue officiels de l'OCDE ou des gouvernements des pays membres.

Mission

Apporter, par la rédaction d'un rapport portant sur les caractéristiques des approches et des systèmes éducatifs qui semblent stimuler la créativité, l'initiative et la prise de risques chez les étudiants, une contribution à la Stratégie de l'OCDE pour l'innovation. Le rapport (d'une quarantaine de pages) passera en revue une sélection d'articles théoriques dans le domaine des sciences naturelles et des sciences sociales et comparer certaines caractéristiques d'approches et de systèmes éducatifs dans différents pays de l'OCDE. Sur la base de cette analyse, l'article discutera des principales répercussions sur les mesures et les politiques. Date de remise : le 28 février 2009.

Auteur

François Taddei

Centre de Recherches Interdisciplinaires

Faculté de Médecine Paris Descartes

24 rue du Faubourg Saint-Jacques

75014 Paris, France

Tél. : +33 (0)1 4061 5321

Mail : françois.taddei@inserm.fr

Résumé

Dans un monde qui se transforme à un rythme sans précédent, comment le système éducatif peut-il préparer les enfants d'aujourd'hui à relever les défis du vingt-et-unième siècle ? Le premier chapitre de ce rapport présente les forces qui induisent une transformation rapide de l'environnement et les conséquences d'un retard relatif dans la réforme de l'enseignement. La première partie du chapitre deux examine les stratégies utilisées par diverses espèces, y compris la nôtre, pour s'adapter à l'environnement : exploration, exploitation, acquisition des connaissances, coopération, transfert de l'information et création de niches. **L'adaptabilité et l'exploration sont capitales** pour toute espèce vivante **dans un environnement qui se transforme, dans lequel des mécanismes générateurs d'innovations sont sélectionnés.** Les métaphores biologiques décrites nous aident à comprendre pourquoi la créativité humaine revêt une importance croissante alors que notre environnement se transforme toujours plus vite grâce au développement exponentiel de la science et des technologies de l'information et de la communication. Pourtant, les systèmes éducatifs évoluent plus lentement que la société dans son ensemble et l'éducation traditionnelle n'est pas idéalement organisée pour promouvoir de façon optimale la créativité et l'aptitude à renouveler nos connaissances.

En conséquence, seuls les pays qui mettent en œuvre des politiques de réforme de leur système éducatif pour promouvoir l'adaptabilité et la créativité chez l'adulte et l'enfant sont susceptibles de demeurer à la pointe du développement humain et technologique. Les leçons provenant des sciences sociales résumées à la fin du chapitre deux indiquent que la créativité, l'initiative et la prise de risques devraient être encouragées en **formant les enfants d'aujourd'hui à devenir des constructeurs de savoirs créatifs et collaboratifs, c'est-à-dire capables de renouveler régulièrement leurs connaissances et de les utiliser de façon productive** dans leur vie sociale et professionnelle. Étant donné que l'élève ne développe ces aptitudes de façon optimale que si l'environnement est favorable, et étant donné la difficulté inhérente à l'évaluation de la créativité de millions

d'enfants pris individuellement, ce rapport propose d'axer l'évaluation de la créativité dans l'éducation sur la qualité de l'environnement éducatif.

Au chapitre trois, une analyse comparative des systèmes éducatifs montre qu'il en existe une très grande diversité, que des initiatives intéressantes sont tentées localement, mais ce n'est que dans quelques pays que l'on assiste à des débats d'échelle nationale sur le sujet, qui laissent émerger de nouveaux paradigmes éducatifs susceptibles de favoriser la créativité. En termes de politique, le chapitre quatre propose **l'expérimentation de nouveaux projets éducatifs, le développement d'environnements et de programmes créatifs et la diffusion des meilleures méthodes pédagogiques** dans les différents pays, et par delà les barrières linguistiques, par l'organisation d'un réseau d'expériences bien conçues et d'échange d'information accessible à tous. Des recommandations destinées aux différentes parties prenantes qui souhaitent promouvoir la créativité figurent ci-dessous.

10 recommandations clé pour promouvoir la créativité dans l'éducation

1) Recommandations générales

« Vous ne pouvez pas faire ça – ça ne s'est jamais fait. » Une telle phrase étouffera dans l'œuf tout effort créatif. Elle s'adresse trop souvent à des étudiants, à des professeurs ou à des dirigeants désireux de promouvoir le changement. Dans une société tournée vers l'avenir, un argument d'un tel conservatisme ne devrait plus être utilisé pour juger de la valeur d'un projet.

2) Recommandations aux étudiants

Comme des étudiants l'ont déclaré à plusieurs reprises après avoir ouvert leurs perspectives sur leur propre avenir « les barrières les plus infranchissables étaient dans ma tête – l'autocensure était ma pire ennemie ». Lorsque les étudiants osent se montrer créatifs et prendre des initiatives, il leur faut travailler dur et parfois lutter contre le conservatisme, suivre leurs idées et trouver ce que Ken Robinson appelle « leur élément ».

3) Recommandations aux parents

Créez un environnement propice dans lequel vos enfants peuvent construire leur créativité et croire en leur potentiel. Aidez-les à trouver des écoles et des universités où ils pourront s'épanouir et se préparer à un avenir dans lequel bien des choses auront changé.

4) Recommandations aux professeurs

Soyez disponibles lorsque les étudiants vous demandent votre avis sur leurs idées. Imaginez des cours dans lesquels ils pourront développer leurs propres projets. Créez des réseaux avec des collègues qui partagent vos idées sur la pédagogie, toutes disciplines confondues.

5) Recommandations aux établissements scolaires et aux doyens

Encouragez la créativité des professeurs et des étudiants, et donnez-leur les moyens, en termes de temps, de soutien administratif et d'espace, de développer des programmes créatifs dans lesquels les étudiants pourront travailler sur des projets individuels et collectifs. Si, dans un premier temps, ces programmes ne sont pas accessibles à tous, sélectionnez les étudiants en fonction de leur motivation à la prise d'initiatives et de leur volonté de dialoguer avec les étudiants et les professeurs créatifs.

6) Recommandations aux universités

Encouragez les approches interdisciplinaires et la création de programmes académiques pouvant permettre aux étudiants de lancer des projets et de développer leur créativité. Créez des « espaces de créativité » dédiés au développement des projets des étudiants, ouverts 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 et 365 jours de l'année. Ces espaces devraient être conçus comme des incubateurs de créativité.

7) Recommandations aux fondations

Les fondations sont les organes de financement les plus flexibles, et souvent les plus créatifs et les plus réactifs. En tant que telles, elles sont souvent les premières à financer des programmes créatifs émergents et à les soutenir dans les premiers

temps, tout comme des fonds d'investissement soutiennent les start-up. Elles pourraient même aller encore plus loin et aider à créer ces incubateurs de créativité.

8) Recommandations aux gouvernements

Veillez à ce que votre pays soit dans les premiers à attirer les talents créatifs. Favorisez la culture de la créativité en organisant un débat national sur ce thème. Patronnez des publications et des traductions d'ouvrages et de programmes de télévision consacrés à la créativité. Créez à l'échelle nationale des programmes visant à promouvoir la créativité dans l'éducation. Organisez à l'échelle nationale des réseaux de programmes créatifs interdisciplinaires et assurez-en le financement à long terme.

9) Recommandations à l'OCDE

Comparez les cultures nationales de créativité et les programmes conçus pour encourager la créativité, en essayant d'établir une corrélation avec d'autres indicateurs existant dans différents pays. Lancez un débat international sur les meilleures manières d'encourager la créativité.

10) Recommandations aux communautés créatives de constructeurs de savoirs

Développez des sites web, des outils logiciels ouverts et des lieux dédiés à la promotion de l'enregistrement, de l'échange et de la création d'idées entre constructeurs de savoirs créatifs et collaboratifs, en facilitant les réunions et les réunions en ligne, si possible dans des lieux créatifs dédiés à de tels échanges. Pour en optimiser l'impact, ces sites web devraient être à la disposition de tous les esprits créatifs et faire partie de ressources éducatives ouvertes¹.

¹ Leur gouvernance devrait s'apparenter à celle de wikipedia, mais ils seraient axés sur la construction de savoirs créatifs par le biais d'une collaboration interactive.

SOMMAIRE

Décharge de responsabilité

Mission

Coordonnées de l'auteur

Résumé

10 recommandations clé pour promouvoir la créativité dans l'éducation

- 1) Recommandations générales
- 2) Recommandations aux étudiants
- 3) Recommandations aux parents
- 4) Recommandations aux professeurs
- 5) Recommandations aux établissements scolaires et aux doyens
- 6) Recommandations aux universités
- 7) Recommandations aux fondations
- 8) Recommandations aux gouvernements
- 9) Recommandations à l'OCDE
- 10) Recommandations aux communautés créatives de constructeurs de savoirs

1. Des approches et des systèmes éducatifs qui stimulent la créativité, l'initiative et la prise de risques : pourquoi est-ce si important ?

Nous vivons dans un monde qui évolue à une vitesse sans précédent
L'innovation et la créativité constituent une étape limitante
Dans l'éducation, le changement n'est pas assez rapide
Ignorer les bouleversements du monde, ce n'est pas une solution
Que devrait-on apprendre aux enfants d'aujourd'hui ?

2. Qu'avons-nous appris jusqu'ici ?

2.1 « Comment s'adapter à un environnement en constante mutation ? »

Encart : adaptabilité des systèmes biologiques

L'environnement de la Reine Rouge

Le principe du handicap

Quand l'évolution change de rythme

Apprendre à s'adapter

Sélection de l'exploration, du jeu, de l'ennui et de la paresse

Evolution du transfert d'information

Adapter l'environnement plutôt que de s'adapter à l'environnement

Transmettre l'information pour coopérer

Coévolution des savoirs humains et de l'aptitude à communiquer

Le langage, l'écriture et l'imprimerie, premières révolutions dans la communication

La science, nouveau mode de production des savoirs
L'imprimerie et l'émergence de la science moderne
L'augmentation exponentielle des savoirs scientifiques
L'impact de l'âge du numérique sur la science et l'éducation

2.2 Créativité et éducation

Cultures de créativité
Attitudes envers la créativité et l'éducation
Etude théorique de la créativité
Qu'est ce qui est nécessaire pour être créatif ?
La motivation intrinsèque, la connaissance et la pensée créative
Peut-on développer la pensée créative appliquée à l'éducation ?
Evaluer l'intelligence et la créativité

3. En quoi les politiques peuvent-elles nous aider ?

Les limites de l'éducation traditionnelle
L'enseignement mutuel, une initiative précoce
Solutions alternatives modernes
La construction de savoirs
Quand créativité et évaluation entrent dans le débat public
La Finlande, preuve qu'on peut changer les systèmes d'éducation

4. Quelles conclusions en tirer ? Principales répercussions sur les mesures et les politiques

Evaluer l'environnement
La créativité dans l'enseignement supérieur
Repenser l'éducation
Temps et lieux de créativité
Former des constructeurs de savoirs créatifs
Remarques en conclusion

Annexes

Annexe 1 : extraits de « Creative Thinking in the Classroom » de Robert J. Sternberg
Annexe 2 : A propos de l'auteur
Remerciements
Références

1. Des approches et des systèmes éducatifs qui stimulent la créativité, l'initiative et la prise de risques : pourquoi est-ce si important ?

La théorie de la croissance endogène révèle que l'éducation, la recherche et l'innovation sont une étape limitante du développement économique. Dans leur livre intitulé « Théorie de la croissance endogène », Aghion et Howitt expliquent pourquoi les nations doivent investir dans l'éducation et la recherche. De plus, investir dans le développement de la créativité dans l'éducation et dans le travail peut apporter d'autres améliorations qualitatives, ceux qui travaillent dans les savoirs créatifs étant plus à même de relever les défis d'un monde en rapide évolution. Alors que l'enseignement traditionnel entraîne une *dissémination* plus rapide des savoirs dans le personnel, la formation à la créativité accélère l'*accumulation* des savoirs, donc de l'innovation et de la croissance économique.

L'« effet Matthew », selon lequel «le riche s'enrichit», s'applique également dans le domaine académique où il se traduit par « plus on a appris, plus on peut apprendre». Il est capital d'assurer l'égalité des chances de tous les enfants de devenir des constructeurs de savoirs, par l'acquisition des méta-compétences leur permettant d'actualiser leurs capacités et de créer de nouveaux savoirs tout au long de leur vie. Un nombre croissant de nations cherche à améliorer la créativité, l'initiative et la prise de risques dans la population. Le présent rapport examinera pourquoi ces améliorations sont plus que jamais nécessaires, et pourquoi elles peuvent nous aider à imaginer des politiques porteuses d'un changement dans nos systèmes éducatifs qui encouragera ces qualités dans les générations futures.

Nous vivons dans un monde qui évolue à une vitesse sans précédent

Le monde est aujourd'hui confronté à des défis simultanés et sans précédent – des crises économique-financières, sociales, climatiques et environnementales multiformes – auxquelles nous devons trouver des solutions créatives. Ce qui s'impose à cette vaste échelle systémique s'impose également à tous les niveaux de notre société qui se transforme à une vitesse fulgurante. En fait, le rythme de ces transformations semble s'accélérer. Conformément à la Loi de Moore, selon laquelle la puissance de calcul des ordinateurs double chaque année, l'augmentation de l'information est d'environ 66% par an, bien plus rapide que celle de tout bien

matériel². Dans son livre « *Science since Babylon* », Derek de Solla Price montre que les savoirs scientifiques ont augmenté de façon exponentielle entre 1700 et 1950, et doublent tous les quinze ans. Aujourd'hui, dans certains domaines comme l'informatique, un doublement en quinze ans est considéré comme extrêmement lent, le matériel et les logiciels devenant obsolètes beaucoup plus vite.

L'innovation et la créativité constituent une étape limitante

Dans l'économie du savoir créée par ces mêmes révolutions, la croissance est corrélée au potentiel d'innovation. Les entreprises ont donc besoin des individus les plus créatifs, ceux qui sont capables de prendre des initiatives, et les nations veulent disposer d'une main d'œuvre capable de créer de la valeur et des emplois, tout en relevant les défis du moment. Aujourd'hui, les parents prennent conscience que leurs enfants grandissent dans un monde très différent de celui dans lequel ils ont grandi ; que non seulement leurs enfants exerceront des métiers différents des leurs, mais qu'ils changeront à plusieurs reprises de métier. Ces facteurs pointent la nécessité d'encourager la créativité et de développer l'initiative chez les enfants.

Dans l'éducation, le changement n'est pas assez rapide

Pourtant, malgré tous ces changements, les écoles sont sur cette terre l'endroit qui surprendrait le moins un voyageur du 19^{ème} siècle. Non qu'elles n'aient pas changé du tout, mais elles ont moins changé que d'autres éléments de nos sociétés, dont beaucoup ont connu des changements exponentiels. Malgré quelques réformes, trop souvent³, le contenu académique et la pédagogie n'ont changé qu'à la marge, avec des règlements et un programme surchargé qui freinent les professeurs dans la prise d'initiatives. Si l'éducation traditionnelle peut parfois apprendre à travailler dur sur des problèmes bien définis, il est peu probable que cette approche développe l'initiative, la prise de risques et la créativité –ou même la capacité à trouver des solutions à des problèmes mal définis.

L'environnement socioculturel et humain dans lequel grandissent les enfants d'aujourd'hui se transforme également. Les nouvelles technologies de la

² <[http:// people.ischool.berkeley.edu/%7Ehal/](http://people.ischool.berkeley.edu/%7Ehal/)>.

³ Un seul exemple : en France, le programme d'élite « classe préparatoire » comprend très peu de physique postérieure à 1905, et la façon dont les cours sont dispensés n'a que très peu évolué dans les dernières décennies.

communication et du voyage ont abouti à la mobilité de l'information, des idées et des gens. De plus en plus nombreuses sont les villes et les pays pouvant être considérés comme multiculturels ou multiethniques, en conséquence de l'arrivée et de la cohabitation de personnes d'origines diverses. L'éducation dans ces zones multiculturelles peut représenter un atout si chaque enfant est bien intégré, comme c'est le cas dans certaines écoles internationales. Mais cette intégration n'est pas toujours réussie, en raison du manque de ressources appropriées, des idées fausses de certains individus et des craintes qui en découlent. Ceci n'est pas sans conséquences pour les institutions politiques et sociales, qui doivent de toute urgence s'adapter à la situation. Les structures éducatives ont souvent des difficultés à gérer les élèves d'origine étrangère. L'intégration et la participation de ces élèves à la vie sociale s'en trouvent alors menacées. Les écoles devraient s'attacher davantage à développer des aptitudes qui seront réellement indispensables dans le futur par des méthodes qui reconnaissent la légitimité et la valeur de la participation de chacun. Encourager la créativité, l'innovation et la prise de risques pourrait bien être le premier pas en ce sens.

Ignorer les bouleversements du monde, ce n'est pas une solution

Alors que l'environnement devient moins prévisible, l'éducation traditionnelle prépare encore trop souvent les étudiants à un monde statique. Les étudiants devront travailler en collaboration dans des équipes interactives et interdisciplinaires mais ils sont encore bien souvent formés sur un modèle compétitif qui divise l'acquisition du savoir en disciplines. Alors que nous avons besoin que les étudiants développent leurs capacités d'analyse critique du flux d'informations qui leur parvient, ils ne sont bien souvent pas encouragés à mettre en question le savoir des enseignants. Alors que les enfants d'aujourd'hui prennent des risques inconsidérés, ils auraient intérêt à développer une attitude de prise de risques plus positive, en s'engageant par exemple dans des activités qui leur permettent de développer leur créativité⁴. Alors que nous devrions éduquer les enfants à être plus adaptables, à mieux tirer parti des

⁴ Dans « *Understanding Youth, Adolescent Development for Educators* », Nakkula et Toshalis décrivent comment les adolescents ont besoin de prendre des risques pour se construire. Si nous les encourageons à construire leur personnalité en développant des attitudes de prise de risques positives leur permettant de mener une exploration aux limites de leur zone de confort, là où ils sentent le défi à relever, la motivation et les progrès possibles, non seulement ils apprendront plus vite et se montreront plus créatifs mais ils éviteront également certains des dangers liés à des comportements à risque qui mettent leur vie en danger.

possibilités offertes par les nouvelles technologies qui caractérisent l'âge du numérique, ce n'est bien souvent qu'en dehors de la salle de classe qu'ils ont accès à la technologie moderne.

Certains redoutent ces technologies, et pensent qu'interdire l'usage de *Wikipedia* protégera la nouvelle génération de futures menaces imaginaires. Socrate semble avoir montré de la méfiance vis-à-vis de l'écriture, qu'il considérait comme une innovation qui pouvait permettre au cerveau de devenir paresseux, en amenant les lecteurs à penser qu'ils « savaient » quelque chose simplement parce qu'ils en disposaient sous une forme écrite. Pendant la Renaissance, certains pensaient qu'imprimer des livres entraînerait la dégénérescence de la culture de l'écrit. Il est clair que l'écriture et l'imprimerie ont dans une grande mesure changé le monde du savoir – et pas forcément dans le mauvais sens ! Si l'écriture, l'imprimerie et l'Internet ont changé le monde, nous devons également nous adapter à ces changements en apprenant à maîtriser les outils de communication et de socialisation – au lieu de les ignorer, de les craindre ou de les rejeter.

L'école est, après le foyer, le lieu de socialisation des enfants. L'école a donc une très grande importance dans la vie des enfants, puisqu'elle influence et détermine leur rôle futur en tant que citoyens du monde et leur contribution en tant que membres d'une communauté. L'enfance et l'adolescence sont souvent considérées comme des périodes d'inconscience. En tant qu'adultes, nous devons faire face à de nombreuses responsabilités - professionnelles, financières, familiales - qui nous éloignent de la créativité, de l'innovation ou de la prise de risques. L'enfance n'est peut être pas une période aussi tranquille que les adultes aiment à le croire, et c'est certainement une période de découverte, d'expérience initiale, d'erreurs, pendant laquelle les enfants apprennent l'interaction avec leur environnement immédiat et commencent à identifier les défis auxquels l'humanité est confrontée. L'école figure parmi les endroits privilégiés pour confronter les enfants à de tels défis, où ils créent des liens sociaux avec d'autres enfants venus d'horizons différents. Mais si nous considérons l'augmentation du nombre des enfants scolarisés à domicile, la « ségrégation spatiale » et d'autres phénomènes de ségrégation maintenant très répandus en de nombreux endroits, on peut se demander pendant combien de temps les écoles continueront à jouer ce rôle. Et surtout, abandonner l'école priverait

les enfants de l'opportunité d'une confrontation à une réalité différente de celle qui était la leur durant toute leur période de construction. En rencontrant des élèves et des professeurs issus d'autres contextes sociaux, culturels, ethniques et économiques, les enfants font l'expérience de la diversité du monde et apprennent à travailler en groupe, à partager et à discuter - donc à défendre - leurs idées, et parfois à les affiner ou à y renoncer.

Que devrait-on apprendre aux enfants d'aujourd'hui ?

Il est clair qu'il existe une grande diversité de systèmes éducatifs, et les opinions à leur égard sont plus diverses encore. Par défaut, nombreux sont les parents qui souhaitent que leurs enfants reçoivent l'éducation qu'ils ont eux-mêmes reçue. On peut parfaitement le comprendre, puisque ceci facilite la communication entre générations ; tout est plus simple quand les générations utilisent les mêmes codes, jouent aux mêmes jeux, chantent les mêmes chansons et écrivent de la même façon. Pourtant, si cela peut marcher dans un monde statique dans lequel les enfants grandissent dans un environnement qui a peu évolué d'une génération à l'autre, cela ne marche plus dans un monde en mutation rapide. Les enfants d'aujourd'hui ne connaissent peut-être pas par cœur le nom de toutes les montagnes et rivières de leur pays, mais ils peuvent les trouver - et bien d'autres choses encore - sur *Google Earth* et surfer pour de vrai sur ces montagnes et ces rivières. Mais cette approche du savoir est très rarement enseignée à l'école et nous commençons de ce fait à voir s'élargir le fossé entre les enfants d'horizons différents. Nous sommes surpris d'apprendre que les enfants adorent la technologie, même s'ils désertent de plus en plus l'enseignement des sciences qu'ils considèrent comme peu stimulant. Si on leur en donne l'occasion, ils semblent pourtant désireux d'explorer l'inconnu, mais cela leur est possible tellement tard dans leur cursus que la plupart d'entre eux vont vers la facilité. Au lieu de traiter ces problèmes directement et ouvertement, les systèmes éducatifs utilisent encore trop souvent les outils du 19^{ème} siècle, et s'adaptent trop lentement aux meilleures pratiques et aux nouveaux outils⁵ disponibles aujourd'hui,

⁵ Pour une revue des outils dont nous disposons aujourd'hui, on peut se référer à un livre récent d'André Zucker, « *Transforming Schools with Technology : How Smart Use of Digital Tools Helps Achieve Six Key Educational Goals* ».

en ignorant trop souvent les performances des écoles pionnières⁶ et la recherche portant sur les sciences cognitives et les sciences de l'éducation⁷ et en ne développant pas les aptitudes qui seront nécessaires dans un futur qui sera, c'est la seule chose dont on peut être sûr, en évolution permanente.

Comme le savaient déjà les habitants de la Chine ancienne, « la seule chose qui ne change pas, c'est le changement lui-même ». Nous avancerons donc qu'apprendre à apprendre - apprendre à synthétiser les informations, à tester les connaissances, à collaborer, à faire et à accepter la critique, à communiquer clairement des idées au moyen de tous les outils disponibles, à prendre des initiatives, à oser prendre des risques et à se montrer créatif – tout cela devrait faire partie des programmes scolaires. Bien que les trois derniers points cités soient l'objet du présent article, nous plaiderons en faveur d'une vue d'ensemble dans laquelle toutes les méta-compétences précédemment citées doivent être développées, car on ne saurait être réellement créatif sans maîtriser toutes les autres compétences précédemment énumérées. L'éducation ne peut englober l'augmentation exponentielle des savoirs. Tout comme Edward Wilson, dans son livre *Consilience*, Marlene Scardamalia et Carl Bereiter⁸ expliquent que si l'on comprend quelque chose suffisamment en profondeur, ses principes essentiels émergent et la méta-compétence peut être acquise. Aussi, dans l'ère de l'Internet et des moteurs de recherche, nous devrions cesser de nous quereller sur le contenu exact de ce que nous enseignons aux enfants, mais veiller à ce qu'ils maîtrisent ces méta-procédés, indispensables à tout (honnête) homme du 21^{ème} siècle pour pouvoir travailler de façon stimulante et mener une vie vraiment épanouissante.

2 Qu'avons-nous appris jusqu'ici ?

2.1 « Comment s'adapter à un environnement en constante mutation? »

⁶ Pour voir comment on peut atteindre son objectif même dans des conditions difficiles, voir le livre de Karin Chenoveth « *It is being Done : Academic success in Unexpected schools* ».

⁷ Pour une revue complète de cette littérature, voir par exemple « *How people learn : brain-mind experience and school* » édité par le National Research Council.

⁸ <http://iikit.org/fulltext/AnnBrown0ct10.06.pdf>

Comme exposé dans l'introduction, l'éducation devrait permettre aux enfants de s'adapter à un environnement qui se transforme toujours plus vite. La prochaine génération vivra des temps entièrement nouveaux, différents de ce qu'ont connu les générations précédentes. La mission confiée à l'auteur par l'OCDE consistait à passer en revue « *une sélection d'articles théoriques dans le domaine des sciences naturelles et sociales et à comparer certaines caractéristiques d'approches et de systèmes éducatifs dans différents pays de l'OCDE* ». En effet, pour mieux comprendre les conséquences du flux rapide d'informations qui nous parvient aujourd'hui, il n'est pas inutile d'étudier les articles théoriques dans le domaine des sciences naturelles concernant différents modes d'acquisition des savoirs, d'innovation et d'adaptation à l'environnement. Avant de décrire ce que nous ont appris les sciences sociales et l'innovation pédagogique, nous résumerons donc ces contributions dans un encart à l'intention du lecteur. Celui-ci souhaitera peut être passer directement à des perspectives plus humaines, mais comprendre l'aptitude d'autres espèces à s'adapter aux changements de leur environnement peut fournir d'intéressantes métaphores et des analogies de nature à aiguïser notre intuition concernant les défis auxquels nous sommes confrontés, d'autres organismes ayant dû s'adapter à des modifications accélérées de leur environnement.

=====

Encart : adaptabilité des systèmes biologiques

Depuis Darwin, nous savons que les organismes biologiques s'adaptent par la sélection naturelle. Nous soutiendrons ici que si les idées des évolutionnistes ont parfois eu mauvaise presse, c'est soit parce que ces perspectives n'étaient pas bien comprises soit qu'elles étaient à tort associées à des idéologies extrémistes. Nous présenterons les éléments les plus pertinents de la théorie de l'évolution, en avançant que dans la société d'aujourd'hui, l'échelle du temps n'est pas celle de milliers de générations, mais d'années, aussi la sélection s'applique non à des *humains* mais aux idées et à leurs modes de transfert. Notre compréhension des choses s'est fortement affinée, mais c'est à Darwin et Wallace que nous devons notre compréhension de l'interaction entre variation, sélection et amplification et de

ce qu'elles sont la clé de l'évolution⁹. Si ces processus sont réitérés sur plusieurs générations en environnement constant, ceci aboutit à une adaptation encore meilleure des génomes.

L'environnement de la Reine Rouge

Nous en savons beaucoup plus maintenant sur l'évolution biologique, mais les principes de base de la survie des mieux adaptés sont la clé de l'évolution biologique classique. Nous savons également que de nombreux facteurs peuvent être en cause lorsqu'un génome n'est pas parfaitement adapté à un environnement. Dans une population réduite, les « plus chanceux » survivent. En environnement réel, dans lequel les organismes sont en interaction les uns avec les autres, des dynamiques intéressantes peuvent prévaloir puisque l'adaptation dépend de la présence d'autres individus¹⁰. Des environnements comme la course aux armements ont été appelés « environnements de la Reine Rouge », en hommage au personnage de Lewis Carroll dans son livre « De l'autre côté du miroir », qui se lance dans une course effrénée avec Alice mais qui reste à la même place. Il est intéressant de noter que Lewis Carroll est contemporain de Charles Darwin et Alfred Russel Wallace, et qu'il vivait dans une société qui avait déjà connu bien des bouleversements. Dans une société victorienne en rapide évolution qui avait connu beaucoup d'innovations depuis le début de la révolution industrielle, il était clair, comme le disait la Reine Rouge, que « *il faut courir aussi vite que tu peux pour rester à la même place* ». Cette célèbre remarque traduit l'idée que dans un monde dans lequel tout le monde court, il faut s'adapter constamment pour rester en vie.

⁹ Il existe des variations individuelles dans une population d'organismes qui colonisent un nouvel environnement. Mais toutes ces différences ne sont pas importantes ; certaines ne sont pas associées à une modification génétique, alors que d'autres permettent à certains organismes de se reproduire en plus grand nombre. Certaines de ces modifications sont transmises aux générations suivantes, dont une bonne partie des individus sont mieux adaptés à l'environnement. De nouvelles modifications, qui produisent une nouvelle diversité, sont introduites par des Générateurs de diversité (GoD), responsables de la mutation et de la recombinaison de matériel génétique dans la reproduction. En environnement constant, ceci aboutit à une adaptation encore meilleure des génomes.

¹⁰ Ainsi, dans la relation prédateur-proie, si la proie court plus vite, les prédateurs les moins rapides seront éliminés. Dans les interactions hôtes-parasites, s'il se trouve que le parasite présente une mutation qui lui permet d'échapper aux défenses de l'hôte, le système immunitaire de l'hôte procédera à une sélection drastique pour trouver une contre-mesure

Le principe du handicap

La queue du paon constituait pour Charles Darwin un autre élément du puzzle. Pourquoi les paons étaient-ils porteurs d'un attribut aussi somptueux qu'encombrant ? La réponse, proposée par Zahavi, a été qualifiée de « principe du handicap ». Il est clair qu'une telle queue doit être un handicap, par exemple lorsqu'il s'agit d'éviter les prédateurs ou de leur échapper. Mais les paonnes préfèrent les paons aux plus grandes queues ! Le principe du handicap avance que pour les femelles, choisir des mâles capables de survivre *en dépit* d'un tel handicap est une manière de vérifier qu'un mâle est bien adapté et possède de bons gènes. Les paonnes ayant développé une préférence pour les paons munis d'une queue plus longue et mieux fournie, un processus de sélection « runaway » s'est établi, et la logique de la Reine Rouge s'est ensuite appliquée, basée sur le principe de la beauté de la queue. Le principe du handicap a été avancé pour expliquer l'existence de nombreuses caractéristiques handicapantes mais favorisées par la sélection du fait qu'elles servent d'indicateur de qualité digne de foi. On peut même avancer que l'altruisme, dont la sélection est difficile car il est coûteux pour l'individu, pourrait en fait être sélectionné dans cette même logique dans des espèces possédant suffisamment de capacités cognitives pour créer des systèmes de réputation. Dans ces espèces, un comportement altruiste augmenterait la probabilité de l'accouplement, en conférant donc un avantage direct. Dans les espèces capables de réciprocité, l'altruisme peut également être indirectement favorisé, du fait que la faveur accordée sera probablement retournée. Plus généralement, la coopération peut être choisie si ceux qui coopèrent sont plus que les autres susceptibles d'interaction entre eux. Ceci peut s'expliquer par des systèmes de réputation, ou parce que les individus apparentés sont plus susceptibles d'interagir. Aussi existe-t-il une pression sélective de l'aptitude à reconnaître ceux qui coopèrent. Pourtant, ceux qui ne jouent pas le jeu ont beaucoup à gagner s'ils parviennent à subvertir de tels systèmes ; ainsi, un processus de type Reine Rouge peut également fonctionner à ce niveau¹¹.

¹¹ Ceci peut expliquer l'évolution rapide du langage, des dialectes et des codes chez les humains

Quand l'évolution change de rythme

Il est intéressant de noter que, dans le texte de Lewis Carroll, la Reine Rouge prononce ensuite la phrase suivante « *et si tu veux te déplacer, tu dois courir au moins deux fois plus vite* ». Ce qui suggère que si l'on souhaite investir une nouvelle niche ou être le premier sur un nouveau marché, il ne suffit pas de courir ; il faut produire de la nouveauté plus vite que les autres. Il ne faut pas oublier que dans des systèmes biologiques bien adaptés, la plupart des variantes ne peuvent être que néfastes ; ainsi, une élévation du taux de mutation est une sorte de prise de risque génétique. De ce fait, en environnement constant, une fois l'adaptation acquise, la sélection naturelle limitera le taux de mutation. Cependant, quand l'environnement varie, il est clair qu'il existe non seulement une pression à l'adaptation, mais également une pression à la *rapidité* d'adaptation¹². Bien que les bactéries ne possèdent pas de capacités cognitives comparables à celles des organismes cérébrés, certains, comme Henri Plotkin, affirment que les bactéries utilisent une heuristique darwinienne pour acquérir des connaissances sur leur environnement. On peut dire, de ce point de vue, que non seulement les bactéries apprennent à résister aux antibiotiques, mais qu'elles *apprennent également à apprendre*, en ce sens qu'après avoir élevé leur taux de mutation, elles seront ensuite plus susceptibles d'acquérir de nouvelles connaissances génétiques¹³.

¹² S'il est difficile de prouver quelque chose de ce genre de façon contrôlée dans de nombreuses espèces, il est possible de produire une évolution expérimentale des bactéries, dans laquelle tous les paramètres peuvent être mesurés et les données obtenues utilisées dans des simulations informatisées pour vérifier l'hypothèse de la Reine Rouge. Des travaux menés *in vitro*, *in silico* et *in vivo* ont tous montré que confrontées à de puissants défis, comme une antibiothérapie répétée, les bactéries survivantes portent les mutations qui leur ont permis de résister à la prise d'antibiotiques. Mais ces heureuses « survivantes » ont augmenté leur taux de mutation et donc la probabilité pour elles de trouver des réponses aux défis auxquels elles pourront se trouver confrontées par la suite. Ceci n'est pas dû à l'intervention divine, mais au fait que, pour paraphraser le fameux dicton de Louis Pasteur « *la chance ne sourit qu'aux esprits bien préparés* ». Ici, la chance « ne sourit qu'au génome bien préparé », c'est-à-dire, à celui qui par chance produit des variations sur un mode différent, par exemple par une mutation qui désactive un gène correcteur d'erreur.

¹³ Si l'adaptation à des antibiotiques est manifestement due à la sélection naturelle ou sélection de premier ordre, l'aptitude à choisir un Générateur de Diversité (GOD) plus large, parfois appelée sélection de deuxième ordre, est courante chez les bactéries. En fait, on peut démontrer de façon théorique et expérimentale qu'il existe parfois une concurrence et parfois une synergie entre des mécanismes qui augmentent la variabilité génétique. En d'autres termes, la sélection naturelle sélectionne non seulement des variants génétiques favorables mais également les mécanismes qui ont généré ces variants. Ainsi, si l'environnement bascule sans arrêt entre deux états, l'un qui sélectionne l'activité d'un gène et l'autre qui l'inhibe, cette sélection de deuxième ordre sélectionnera un point chaud de mutation, mécanisme permettant d'axer la génération de diversité sur un site sélectionné pour variation. En environnements plus imprévisibles et stressants, la sélection du deuxième ordre peut sélectionner l'induction de l'expression d'enzymes mutagènes (error-prone) dans

Apprendre à s'adapter

Plotkin postule l'existence de trois autres heuristiques darwiniennes d'acquisition de savoir. Comme celle décrite ci-dessus, elles comprennent toutes la variation, la sélection et la rétention ou amplification. En termes d'évolution, celle qui est apparue ensuite résultait de l'apprentissage par essais et erreurs chez les animaux cérébrés. Il est intéressant de noter que dans son livre « *Runaway Brain* », Christopher Wills soutient que la course aux armements de la Reine Rouge s'applique également à la taille du cerveau, par la sélection de cerveaux toujours plus grands parmi les animaux en compétition. De la même manière que les interactions prédateur/proie peuvent sélectionner une vitesse plus grande chez les deux protagonistes, la taille du cerveau peut sélectionner les individus les plus évolués, ceux-ci étant les plus susceptibles d'avoir une descendance. Read et Lefevre¹⁴ ont également montré que les oiseaux et les primates ayant les cerveaux les plus gros sont plus susceptibles d'innovation que les autres espèces. On peut donc avancer l'idée que l'aptitude à innover et à diversifier les comportements et les sources de nourriture a probablement été la clé de l'adaptation de ces animaux¹⁵.

Sélection de l'exploration, du jeu, de l'ennui et de la paresse

De nombreux animaux ont le choix entre explorer leur environnement à la recherche de nourriture ou exploiter ce qu'ils ont trouvé, dont la valeur risque de décroître au fur et à mesure de cette exploitation. Etant donné que le temps est compté, convient-il d'explorer ou d'exploiter ? Si l'environnement change rapidement et que la qualité de la ressource diminue rapidement, peut-être faudra-t-il accorder plus de temps à l'exploration.

des conditions de stress, en augmentant ainsi le taux de mutation, donc l'adaptabilité pendant les périodes de stress.

¹⁴ (<http://content.karger.com/ProdukteDB/produkte.asp?doi=10.1159/000076784>)

¹⁵ L'innovation chez les animaux a été analysée dans le livre « *Animal Innovation* » de Read et Laland, dans lequel ils citent l'exemple d'une jeune femelle macaque qui a successivement introduit deux innovations importantes qui lui ont permis d'éliminer le sable, d'abord des pommes de terre puis du riz (pour vous faire une idée de la créativité du macaque, essayez d'imaginer une façon de manger du riz mélangé à du sable de mer sans utiliser d'outils).

Un autre comportement intéressant qui s'est fait jour dans les espèces au cerveau développé, c'est le comportement de jeu chez les petits. Le jeu leur permet d'améliorer leurs aptitudes dans un environnement sûr dans lequel la prise de risques est limitée et les erreurs n'ont pas de conséquences sérieuses. L'aptitude à passer du temps à jouer semble avoir été sélectionnée dans différentes circonstances, lorsqu'une compréhension complexe des interactions physiques et sociales pouvaient être acquise en toute sécurité. Sous-estimer l'importance des comportements de jeu et d'exploration chez l'enfant est sans doute une erreur qui diminue leurs chances d'adaptation future.

Très intéressant également, lorsque les chercheurs de Sony cherchaient à développer un comportement de jeu et d'exploration chez Aibo, le petit chien robot, ils ont dû coder « ennui » pour pouvoir observer un véritable comportement d'exploration. Alors qu'ils programmaient le chien robot pour qu'il continue à explorer aussi longtemps qu'il apprenait, le robot était cantonné dans un schéma de répétition permanente de comportements très semblables, comme s'il y avait toujours quelque chose de nouveau à apprendre, alors que les choses à apprendre se faisaient de plus en plus rares. Quand ils ont programmé le robot pour qu'il change de comportement lorsque la courbe d'apprentissage commençait à chuter, le robot a commencé à explorer tout son environnement. On peut considérer ici que l'ennui émerge d'un apprentissage qui n'est pas aussi utile et stimulant qu'il le pourrait. A la lumière de ces constatations, nous pouvons mieux comprendre pourquoi tant d'étudiants s'ennuient pendant leurs études.

Chez les fourmis, jusqu'à 78% des membres d'une colonie semble demeurer inactif¹⁶. Cette proportion est assez impressionnante (les manipulations qui modifient le statut initial, en séparant par exemple les fourmis actives et inactives, aboutissent à un retour au schéma initial de distribution d'activité). On peut se demander pourquoi cette « paresse » s'est développée dans ces espèces qui sont souvent classées parmi les plus actives. Les entomologistes ont avancé que ce temps libre est un atout sélectionné pour accroître l'adaptabilité et la résilience, tout en faisant

¹⁶ Hölldobler B. & Wilson E.O. (1990) *The Ants*. Springer Verlag, Berlin

droit aux besoins physiologiques. Ici encore, il se peut que trop remplir l'emploi du temps de nos enfants peut s'avérer contre-productif, comme développé ci-dessous, et que leur laisser du temps est la clé de la créativité.

Evolution du transfert d'information

L'aptitude à transmettre des informations entre les cerveaux s'est fait jour chez certains animaux, du fait qu'observer le comportement des autres facilite l'apprentissage. Pour cette troisième heuristique darwinienne, Plotkin affirme à nouveau que pour être imité, il faut être vivant, et que, en conséquence, les stratégies les plus favorables sont plus susceptibles d'être copiées. Les espèces sociales ont donc eu un avantage supplémentaire, du fait que les comportements adaptatifs peuvent être transmis par l'apprentissage social, qui a peut être résulté d'une imitation aveugle des comportements prévalents¹⁷, avant que certaines espèces aient acquis la possibilité d'évaluer les conséquences de tels comportements.

Dans un nombre limité d'espèces, l'enseignement, défini comme une modification coûteuse de comportement d'un individu pour faciliter l'apprentissage d'un comportement adaptatif par un autre, a été observé. Dans ces espèces, les individus n'apprennent pas simplement par l'observation de ce même comportement chez un autre individu, mais parce que l'«enseignant» transmet activement une fraction de son savoir à l'«enseigné». Un tel transfert actif d'information, dans lequel l'enseignant modifie son propre comportement pour optimiser l'apprentissage, se rencontre même chez les insectes socialisés. Il est encore plus spectaculaire chez la mangouste suricate, un petit mammifère carnivore vivant dans le sud de l'Afrique, chez laquelle on a pu observer des mères transportant des scorpions vivants dans leur bouche pour montrer à leurs petits comment chasser l'une des rares sources abondantes de nourriture présente dans le désert du Kalahari.

¹⁷ Pour illustrer ce point, la jeune femelle macaque citée dans la note précédente a été petit à petit imitée par les autres. Il est intéressant de noter que les premières à le faire ont été ses jeunes amies ; ce n'est qu'ensuite que les adultes ont appris, les mâles dominants ayant été les derniers à adopter cette innovation.

Certains oiseaux vont plus loin encore, en ce sens qu'ils transfèrent les informations non seulement à leur espèce, mais également à d'autres individus. Chez l'oiseau nommé « indicateur », des membres des autres espèces sont les destinataires visés par l'information¹⁸. Cet intéressant exemple est un cas de symbiose dans lequel le fait de fournir de l'information à un partenaire d'espèce différente a pour résultat une récompense d'une grande richesse énergétique.

Adapter l'environnement plutôt que de s'adapter à l'environnement

Avant de discuter des effets de la façon dont l'homme a maîtrisé les nouvelles technologies de l'information qui augmentent leur capacité d'adaptation au monde, nous allons décrire d'autres stratégies susceptibles d'optimiser l'ajustement entre un génotype et un environnement. Si cet ajustement n'est pas optimal, c'est peut être parce que l'organisme rencontre de meilleures conditions en migrant. Cette stratégie, connue sous le nom de sélection de niche, est couramment observée dans la nature comme dans les sociétés humaines. Une autre manière d'optimiser le succès de la reproduction d'un organisme qui n'est pas adapté à son environnement est connue sous le nom de construction de niche¹⁹.

Transmettre l'information pour coopérer

Le transfert d'informations et la construction de niche semblent capables de coévoluer et de conduire à des stratégies plus élaborées. Ainsi, lorsque des bactéries colonisent certains environnements, elles doivent parfois produire un « bien

¹⁸ Les oiseaux appelés Indicateurs (*Prodotiscus* sp.) émettent un chant spécifique lorsqu'ils rencontrent un ratel – ou un homme ! Le mammifère est attiré par cet oiseau, qui l'emmène jusqu'à une ruche. Le ratel ou l'homme recueille alors le miel, en laissant la cire et les larves à l'oiseau.

¹⁹ Un castor qui vit dans un ruisseau échappe plus difficilement à ses prédateurs que celui qui vit dans un lac. Construire un barrage lui permet d'améliorer son environnement, de construire sa niche. Par la suite, sa descendance est susceptible d'hériter de cette niche taillée sur mesure. Mais ce n'est pas toujours le cas ; ainsi, des concurrents pourraient aussi bénéficier de la construction de cette niche, ce qui pose un problème bien connu, la « *tragédie des biens communs* », du fait que le castor qui a contribué au bien public n'est peut être pas celui qui en profite. Ainsi, certaines espèces de fourmis sont connues pour investir les nids d'autres espèces et pour installer leur reine dans un « palace » construit par d'autres. De plus, la construction de niche peut aussi affecter indirectement d'autres organismes vivant dans le même environnement : en construisant un barrage et en créant ainsi un bassin, le castor modifie également, bien involontairement, tout l'écosystème de nombreuses espèces, ce que nous appelons parfois *l'ingénierie d'écosystèmes*. Ce terme souligne les implications d'un tel comportement, mais n'implique évidemment pas que le comportement du castor soit sélectionné pour affecter la reproduction d'autres espèces.

commun»²⁰. Le problème auquel elles se trouvent confrontées est celui de la taille ; comme elles ne mesurent que un millionième de mètre de diamètre, adopter individuellement et efficacement un tel comportement est très coûteux pour elles. Idéalement, elles ne le font que lorsqu'elles se trouvent parmi un grand nombre d'autres bactéries. Mais, comme elles ne voient pas, comment savent-elles que la densité des bactéries est suffisante? La réponse, c'est que les bactéries utilisent le *quorum sensing*²¹ ou détection du quorum, un mécanisme leur permettant d'évaluer la densité bactérienne et de « décider » si elles doivent investir dans la construction de niche. La coévolution du transfert d'information et de la construction de niche peut même aller plus loin encore : non seulement les bactéries échangent les informations sur leur densité, mais elles échangent également des informations qui leur permettent de mener les activités élaborées requises pour la construction de niche²².

=====

Dans l'encart ci-dessus, intitulé « Adaptabilité des systèmes biologiques », nous avons évoqué différentes stratégies utilisées dans la nature par des organismes qui n'auraient pas pu survivre sans cela, notamment dans des environnements en rapide évolution, parce que les autres organismes qui façonnent des pressions sélectives

²⁰ Comme les molécules qui détoxifient l'environnement (e.g. détruisent les antibiotiques ou détoxifient les polluants) ou qui leur permettent de construire des radeaux à l'interface air/liquide.

²¹ Toutes les bactéries secrètent une molécule de détection du quorum ; si sa concentration est faible, elles ne sont pas en nombre suffisant; si elle est forte, leur densité doit être importante aux alentours.

²² Malheureusement pour nous, ces stratégies élaborées parviennent même à l'emporter sur les progrès de la médecine. Dans la course aux armements entre la pharmacopée et les bactéries, nous avons le dessus dans les années 1940, lorsque les antibiotiques ont été introduits. Comme nous en avons plusieurs dans notre arsenal, nous pensions que nous étions tranquilles. Aujourd'hui pourtant, certaines bactéries pathogènes contenant des éléments mobiles appelés plasmides, porteurs de gènes de résistance aux antibiotiques, elles sont invulnérables à tout antibiotique. Ces plasmides ont recueilli des données génétiques de plusieurs espèces. Au cours de ce processus, les mécanismes générateurs de diversité (GOD) qui ont assemblé ce contre-armenal ont évolué. L'évolution des outils qui font appel à des modes sophistiqués d'échange d'information pour augmenter l'adaptabilité des bactéries sont des conséquences imprévues de notre utilisation d'antibiotiques sur les *plasmides*, qui peuvent être très efficacement transférés non seulement dans une espèce, mais entre espèces. Les plasmides disposent d'un grand nombre d'autres caractéristiques génétiquement codées. Parfois ils se comportent en parasites au détriment de leur hôte, et parfois en symbiotes, en lui conférant un avantage sélectif. Ils sont très souvent associés à la production d'un bien commun. Le transfert de ces éléments autocatalytiques peut également contribuer à la distribution de la capacité à modifier la niche chez différentes espèces, qui collaborent alors de façon symbiotique, en dégradant les antibiotiques qui auraient pu les tuer toutes. De plus, les plasmides menacent les futures avancées pharmaceutiques, car il est probable qu'un nouveau défi antibiotique lancé à des bactéries sera relevé plus vite qu'il ne l'aurait été soixante ans plus tôt, du fait que les bactéries ont entre temps sophistiqué encore leurs outils d'adaptation.

sont eux-mêmes en évolution. Ces stratégies comprennent la capacité à explorer et à exploiter, à apprendre, à oublier, à apprendre à apprendre, à signaler sa qualité, à transférer l'information, à enseigner et à coopérer. Lorsque les organismes ne sont pas adaptés à un environnement donné, ils peuvent également migrer, ou modifier l'environnement plutôt que de s'adapter à lui, souvent par le biais d'une action collective qui peut s'étendre au-delà de la lignée et parfois aux autres espèces. Même des comportements comme le jeu, l'exploration, l'ennui et la paresse sont considérés comme adaptatifs puisqu'ils peuvent accroître l'adaptabilité et la résilience. Trouver ce type de comportements dans la nature ne peut que tenir lieu de métaphore pour les sociétés humaines, mais cela peut nous aider à éclairer d'un jour nouveau le futur de l'éducation et la dynamique de notre évolution. Comme nous le verrons, tout comme l'évolution génétique, la créativité humaine exige, pour avoir des répercussions importantes, la production de diversité et la sélection suivie par l'amplification des innovations favorables dans un environnement approprié. Dans les deux cas, il faut permettre l'exploration avant que l'exploitation soit envisageable. Les humains ont été capables de modifier leur environnement à un rythme qui ne cesse de s'accélérer, aussi on ne peut pas toujours exploiter la même solution, qui risque de devenir obsolète. La créativité et l'exploration sont donc plus nécessaires que jamais, du fait que nos technologies permettent un transfert d'information et une accumulation de connaissances scientifiques et technologiques de plus en plus rapides. Il est clair que l'*homo sapiens* a développé de nombreux modes de transfert d'information plus efficaces que toute autre espèce et, à la section suivante, nous discuterons la co-évolution des connaissances humaines et de notre aptitude à communiquer.

Coévolution des savoirs humains et de l'aptitude à communiquer

Le langage, l'écriture et l'imprimerie, premières révolutions dans la communication

Les humains ont également découvert de nouveaux modes de transfert de l'information qui accélèrent énormément leurs capacités d'adaptation. Le langage nous a permis de transférer virtuellement des quantités illimitées d'informations, et la grammaire a permis de combiner des groupes de mots de plus en plus complexes pour en faire des phrases signifiantes et précises. Mais le langage parlé, ce

merveilleux outil de la première révolution de la communication humaine, a ses limites : il ne peut servir au transfert d'information qu'ici et maintenant, et ne s'adresse qu'à ceux qui sont présents. A partir de la génération précédente de la technologie du langage, l'avènement de l'écriture a élargi le transfert d'informations dans le temps et dans l'espace, ce qui a constitué la seconde révolution de la communication humaine. L'inscription de mots sur un support durable, rendue possible par l'écriture, a donné à ceux qui savaient lire accès à l'information sans qu'ils aient besoin d'être en présence du producteur de l'information. La troisième révolution, l'imprimerie, est elle aussi partie de celle qui l'avait précédée. L'imprimerie a rendu possible la production simultanée de multiples copies d'un même livre, ce qui a permis d'en réduire énormément le coût en entraînant une explosion de la production de livres et en augmentant le nombre de personnes lettrées, qui pouvaient dès lors échanger des informations dans tous les domaines. Elisabeth Eisenstein a décrit en détail l'importance de la révolution de l'imprimerie dans les débuts de l'Europe moderne et ses conséquences sur la Renaissance, sur la Réforme et, plus important encore pour la suite du présent rapport, sur l'émergence de la science moderne.

La science, nouveau mode de production des savoirs

Pour Henry Plotkin, après l'évolution génétique, l'apprentissage individuel et l'apprentissage social, la science est la quatrième heuristique darwinienne à même de générer des savoirs. Pour la science, il est clair qu'il existe des processus de sélection permettant la diffusion des meilleures idées. Mais on peut s'étonner de constater que la science est décrite comme un processus de variation aléatoire. Certains auteurs, dont Campbell, Plotkin et Simonton, avancent que les scientifiques ne sont pas toujours bons juges du succès futur des publications scientifiques et que la créativité scientifique peut émerger d'interactions aléatoires entre différentes idées. De plus, aucun neurone individuel ne sait ce qu'est une bonne théorie et du fait que des molécules de tous les neurones sont soumises à des événements aléatoires, il est probable qu'il existe un certain degré d'alea, suivi de diverses étapes de sélection, d'abord dans l'esprit du chercheur, puis lorsque l'idée est testée par expérimentation dans le laboratoire du chercheur, dans le laboratoire de ses collègues et, si l'idée est développée avec succès et adoptée, dans les applications techniques. Alors que Plotkin établit un parallèle entre la science et l'heuristique

darwinienne préalable de production de savoirs, il proclame également clairement le pouvoir spécifique de la science. Alors que les formes préalables de savoirs reposaient sur la sélection de ce qui avait marché localement dans le passé, la science est plus puissante, du fait qu'elle tire des observations locales antérieures des lois qui peuvent prédire et programmer avec une grande précision des événements futurs sans précédent dans différents environnements, comme par exemple l'aptitude à envoyer un homme dans la lune.

L'imprimerie et l'émergence de la science moderne

A partir de l'analyse historique de Eisenstein, on peut affirmer que la science a été une conséquence imprévue de l'imprimerie, puisque l'imprimerie a permis d'augmenter le flux d'information qui permettait à de nombreux cerveaux de se connecter et de collaborer pour produire des savoirs et pour définir de nouveaux moyens de production de savoirs. Elle a également transformé l'éducation et les conditions nécessaires à l'émergence et à la diffusion d'idées créatives. Pour mieux comprendre la manière dont l'éducation moderne et la construction de savoirs peuvent être affectées par de nouveaux modes de transfert d'information comme Internet, il n'est pas inutile de résumer brièvement certains tournants capitaux, très révolutionnaires en leur temps et qui ont encore des répercussions sur le monde d'aujourd'hui.

Par exemple, Elisabeth Eisenstein décrit de quelle manière Copernic a eu accès aux nombreuses observations astronomiques consignées par les auteurs du passé, à sa disposition dans différents ouvrages. Il a alors été capable de proposer une nouvelle théorie, qui a elle-même pu être publiée puis affinée par d'autres par la suite. Né en 1546, le jeune Tycho Brahe n'était probablement pas le premier enfant fasciné par les étoiles, mais il avait juste quinze ans lorsque, échappant à la surveillance de son mentor, il a consulté des livres considérés comme n'étant pas pour lui, dont ceux de Copernic. Le jeune autodidacte a été à l'origine d'innovations majeures, et a finalement créé l'un des premiers laboratoires de recherche modernes. Pour étudier les théories astronomiques, il voulait observer le « Livre de la Nature » et il a développé le premier institut d'astronomie, dans lequel ont travaillé jusqu'à trente personnes, accumulant sans relâche des données, grâce à la presse à

imprimer installée par Tycho pour les diffuser. Ses observations allaient être suivies par les analyses de son assistant, Johannes Kepler, qui ont mené à l'interprétation de Newton ; celle-ci a, à son tour, joué un rôle clé dans le développement de notre aptitude à exprimer les lois de la nature en langage mathématique, ce qui allait permettre à d'autres de développer de futures avancées technologiques et scientifiques.

L'augmentation exponentielle des savoirs scientifiques

Au début du 18^{ème} siècle, des institutions scientifiques étaient créées, des journaux scientifiques avaient commencé à paraître, et leur nombre croissait de façon exponentielle – il doublait tous les quinze ans – comme l'indiquait Derek de Solla Price dans les années 1950. La façon la plus simple d'envisager une augmentation aussi rapide des savoirs scientifiques, qui ont été multipliés par un million en trois cent ans, c'est de prendre conscience que les progrès futurs sont à tout moment limités par la quantité des savoirs produits dans le passé.

Au 19^{ème} siècle, des disciplines entières ont été créées, et des programmes d'études spécifiques ont été définis afin d'optimiser la sélection de talents et d'exploiter les résultats obtenus. Des laboratoires ont été spécifiquement conçus, sur un mode qui n'a rien de surprenant pour cette période de standardisation associée à la révolution industrielle. Il était alors devenu impossible d'englober la totalité des savoirs et un processus de spécialisation et de standardisation de l'éducation avait été établi.

Ceci a donné lieu à de nouveaux progrès, chaque discipline étant en concurrence avec les autres pour attirer les jeunes cerveaux les plus doués afin qu'ils participent au développement des savoirs et des outils nécessaires. Le 20^{ème} siècle a connu une avancée des mathématiques, de la physique et de la chimie, ce qui a entraîné des progrès en biologie et en informatique. Les progrès accomplis en sciences biologiques nous ont permis de déchiffrer l'information contenue dans le code génétique²³, et l'informatique a été à l'origine de l'émergence de l'âge du numérique. Les ordinateurs nous ont permis d'augmenter énormément notre capacité de

²³ A l'instar de la Loi de Moore en informatique, le taux d'augmentation du nombre de séquences d'ADN disponibles dans les bases de données augmente également de façon exponentielle, alors que le prix chute.

stockage, bien au-delà de ce que pouvaient faire les livres. Une augmentation massive de la puissance de calcul des ordinateurs a également permis de continuer à affiner notre compréhension mathématique du monde.

L'impact de l'âge du numérique sur la science et l'éducation

L'informatique a entraîné une redéfinition très rapide de nombreux emplois. L'un des moments les plus symboliques, ce fut lorsque l'ordinateur *Deep Blue* d'IBM a gagné un tournoi d'échecs contre Garry Kasparov, alors champion du monde. *The Economist* a publié ce commentaire « si votre métier ressemble au jeu d'échecs, préparez-vous à changer de métier ».

La science elle-même a été affectée quelques années plus tard, lorsque *Nature* a publié un article intitulé « *The Robot Scientist* » (Le robot scientifique). Cet article décrit un robot en train d'effectuer une série d'étapes complexe impliquant la planification, l'expérimentation et l'analyse, par répétition. L'analyse faite par le robot des premières expériences aboutissait à la planification de ce que devaient être les expériences suivantes, d'une manière qui s'est avérée être plus efficace que ce que tout être humain pouvait réaliser. Le fait que les ordinateurs puissent être plus efficaces que les êtres humains, non seulement dans les calculs (ce qui était déjà le cas des décennies plus tôt), mais également dans des activités comme le jeu d'échecs et la recherche scientifique, généralement rangées parmi les activités humaines les plus sophistiquées, présente des conséquences majeures.

Le présent rapport portant sur l'éducation, revenons maintenant à la discussion de ces conséquences pour les étudiants d'aujourd'hui et de demain. Disons simplement que les systèmes d'éducation qui permettent aux nouvelles générations de tirer parti de ces progrès sont susceptibles d'avoir plus d'avenir que ceux qui s'en détournent, puisque de nombreux emplois seront affectés par des progrès équivalents dans les capacités des ordinateurs et des robots.

Il est clair que les progrès de la science et de la technologie sont en accélération constante. Aujourd'hui, Internet permet de connecter les ordinateurs entre eux, ce qui constitue une nouvelle révolution technologique dans le transfert d'information. Si la première génération de site web stockait de l'information disponible aux usagers,

le plus souvent en mode un-à-plusieurs (*one-to-many mode*), le courriel permettait l'interaction bi-univoque (*one-to-one*), les outils web 2.0 permettent aux non-spécialistes d'interagir sur le web, en créant ainsi de nouvelles interactions sociales et en redéfinissant les anciennes. Avec la chute du prix des puces et leur installation sur de nombreuses machines et dispositifs mobiles, la technologie fait un nouveau pas en avant, en autorisant progressivement l'interaction machine-machine. Les machines de demain seront de plus en plus souvent équipées de capteurs qui détectent des modifications de l'environnement et qui peuvent être reliés à des machines robotisées, qui agissent à leur tour sur l'environnement à partir de l'information, celle-ci pouvant alors être traitée par une troisième machine – tout ceci en l'absence de toute intervention humaine directe. Ceci favorisera encore le progrès de la science qui sera alors (par exemple) mieux en mesure de comprendre le changement climatique par l'utilisation d'un réseau de capteurs automatisés, ce qui nous aidera finalement à nous adapter plus rapidement aux changements que nous provoquons dans l'environnement.

Du fait de la rapidité de ces changements, il est difficile de dire à quoi ressemblera l'avenir de nos enfants. Dans son étude intitulée «*The information age and the printing press, looking backward to see forward*» (L'âge de l'information et la presse à imprimer, regarder en arrière pour mieux aller de l'avant), James Dewar suggère que l'influence d'Internet sera aussi grande que celle de la presse à imprimer, qui a révolutionné le monde entre la Renaissance et le Siècle des lumières - et au-delà - jusqu'à la révolution industrielle. Comme Internet, la presse à imprimer a accéléré le flux d'information, auquel l'ensemble de la société s'est adapté, en modifiant radicalement l'éducation, la science et l'accès à l'information. Pour ne citer qu'un exemple, le projet de l'encyclopédie n'aurait jamais pu être mené à bien sans la presse à imprimer, qui avait aussi permis au lectorat élargi d'un livre donné d'écrire aux éditeurs et aux auteurs, en contribuant ainsi à l'amélioration collective des savoirs. Il est clair que l'accélération du flux d'information a entraîné une augmentation exponentielle du nombre des articles de Wikipedia, à un rythme dont Diderot et d'Alembert n'auraient même pas pu rêver au 18^{ème} siècle, au temps de leurs « salons ». Ces salons, où les gens débattaient d'idées trouvées au fil de leurs lectures, peuvent être considérés comme les précurseurs des lieux de créativité modernes (la discussion se poursuit ci-dessous).

2.2 Créativité et éducation

Après avoir décrit comment les systèmes naturels et humains s'adaptent à un environnement en rapide évolution, tout en contribuant à cette évolution, nous allons résumer les leçons importantes que l'on peut tirer de la recherche sur la créativité et l'éducation, vue dans la perspective des sciences sociales.

Cultures de créativité

Simonton et d'autres auteurs ont étudié les différents taux de créativité apparente dans diverses sociétés et à différentes époques. La principale conclusion des sciences sociales est que si aucune culture n'est complètement fermée à l'innovation, certaines d'entre elles semblent rassembler les conditions favorables à l'innovation. De ce fait, c'est seulement en occultant les aspects culturels et sociaux de l'impact du changement sur une société que des politiques novatrices manquent leur but. La créativité, l'innovation et la prise de risques sont donc des capacités inhérentes à l'homme et aux sociétés, qui doivent être encouragées au niveau individuel et collectif pour être mises en oeuvre.

Des transformations surviennent dans toutes les sociétés et dans tous les domaines – l'éducation, la religion, la famille et la législation – mais il est parfois difficile de les étudier convenablement si tous les éléments qui influent sur leur résultat ne sont pas pris en compte. L'évolution de l'anthropologie est représentative des difficultés rencontrées par les chercheurs lorsqu'il s'agit de percevoir et d'étudier les changements et les mutations que connaissent constamment les sociétés humaines. En recherchant les caractéristiques universelles des cultures humaines, les anthropologues ont eu tendance à mettre l'accent sur la stabilité plutôt que sur la dynamique des cultures. L'opposition établie de longue date et profondément ancrée entre les sociétés traditionnelles et modernes, qui est utilisée pour distinguer les sociétés occidentales des autres sociétés, repose sur la croyance que certaines cultures sont restées « pures », et n'ont pas connu d'évolution. Malgré les rectifications apportées, cette distinction s'est révélée inapte à représenter avec exactitude la complexité des cultures humaines. Tout a basculé quand les chercheurs, refusant de s'associer à certaines écoles de pensée ou idéologies, ont préféré baser leurs analyses sur les faits et sur l'observation directe. En France,

deux anthropologues, Roger Bastide et Georges Balandier, qui ont introduit le concept d'« anthropologie dynamique » ont mené cette évolution. Leurs travaux portaient sur les transformations culturelles et sociales résultant d'interactions entre des groupes humains dans le monde entier. Le concept anthropologique d'« acculturation » (ou interpénétration entre cultures différentes) a été introduit pour décrire ce phénomène et le processus de sélection, d'adaptation, de destruction et de recréation qui l'accompagne. Nous pouvons en conclure que toute société est confrontée à des changements auxquels elle est capable de s'adapter.

Cette analyse doit être complétée par de récentes découvertes dans le domaine de l'anthropologie du développement. Découlant de la distinction établie entre sociétés traditionnelles et modernes, ou entre pays développés et en voie de développement, ce champ de recherche étroit a produit des données très intéressantes sur les réactions sociales et culturelles à des changements radicaux. Malgré l'apport d'innovations technologiques, la colonisation est connue pour ses effets délétères sur la plupart des populations qui l'ont subie. Aujourd'hui encore, certains programmes de développement sont en échec parce qu'ils ne sont pas adaptés aux ressources, aux capacités et aux besoins locaux. C'est pourquoi ceux qui disposent d'une bonne connaissance des coutumes locales sont de plus en plus sollicités pour entreprendre des projets qui correspondent à la situation locale. La transférabilité complexe et limitée des modèles et des solutions ne devrait pas empêcher le développement d'échanges culturels, mais bien plutôt souligner l'importance d'une collaboration égalitaire et volontaire.

Les auteurs de « *Applying Ethnography in Educational Change* »²⁴ soulignent le rôle historique des communautés dans l'initiation et la promotion du changement dans l'éducation. Ce n'est qu'avec leur soutien, leurs conseils et leur collaboration que des politiques efficaces peuvent être développées. Ceci est particulièrement vrai pour des programmes et des mesures visant à encourager la créativité, la prise de risques et l'innovation, du fait que le développement de ces aptitudes chez les

²⁴ Jean J. Schensul, Maria Gonzalez Borrero, Roberto Garcia (Source : *Anthropology & Education Quarterly*, Vol.16, N° 2, *Applying Educational Anthropology* (Summer,1985) pp.149-164, publié par Blackwell, pour le compte de la American Anthropological Association Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/3216363>

étudiants demande une forte implication personnelle. Pour se montrer créatifs, novateurs et prêts à prendre des risques, les étudiants doivent sentir que cela en vaut la peine.

En reconnaissant la validité, la légitimité et la richesse du potentiel de différentes formes d'enseignement et d'apprentissage, l'école peut jouer un rôle majeur dans l'intégration sociale des enfants. En termes d'éducation, l'école internationale est le meilleur exemple de la valeur d'une éducation interculturelle qui jette des ponts entre les peuples de cultures et d'environnements sociaux différents. Confrontés à d'autres traditions et à d'autres pratiques, en termes d'éducation mais également d'arts, de style de vie et d'alimentation, les étudiants comme les enseignants développent une vision plus critique de leur propres habitudes en les comparant à celles des autres, tout en mettant l'accent sur leurs spécificités.

La diversité et l'interpénétration devraient également se traduire dans le domaine académique. Dans leur ouvrage « *Creative Marginality. Innovation at the Intersection of Social Sciences* », Mattei, Dogan et Robert Pahre plaident en faveur de l'interpénétration des disciplines et des cultures. L'échange d'éléments tels que les concepts, les méthodologies, les découvertes, les théories, les perspectives et les journaux académiques pose de nouvelles questions et offre de nouveaux thèmes de réflexion aux chercheurs et aux étudiants²⁵. Stein Rokkan considérait que le fait de venir d'un autre pays (et d'une autre société) sensibilise les gens aux préjugés culturels des théories scientifiques. Il révèle aussi le caractère arbitraire des frontières tracées entre les disciplines en nous confrontant à l'existence de formes d'organisation variables d'un pays à l'autre. Toutefois, les auteurs observent que la migration n'est pas forcément requise. Ceci est particulièrement vrai dans « *privileged locales in intellectual history* » dans lequel une communauté tout entière est capable d'atteindre une masse critique dans un lieu créatif, ce qui indique que

²⁵ Cette idée est confirmée par des exemples, dans le passé, de chercheurs novateurs dans le domaine des sciences sociales. Thorstein Veblen, auteur de *The Theory of the Leisure Class* (Théorie de la classe de loisir) et l'un des fondateurs du mouvement de l'économie institutionnaliste, est né à Cato, dans le Wisconsin, de parents norvégiens immigrés. En tant que sociologue et économiste américano-norvégien, il a envisagé la marginalité culturelle comme un stimulus à la créativité intellectuelle.

l'élément fondamental est l'interaction directe entre individus impliquée dans une culture créative. Mattei, Dogan et Robert Pahre proposent également une typologie des chercheurs novateurs, qui nous rappelle qu'il en existe trois types : les pionniers, les constructeurs et les hybrides. L'innovation est donc possible même dans les « vieux » domaines ou sujets²⁶. La richesse potentielle de la créativité, de l'innovation et des comportements de prise de risques ne doit pas nous faire oublier leurs conséquences néfastes pour l'individu créatif si son environnement ne privilégie pas l'originalité²⁷. On peut considérer que la créativité est souvent conçue comme une source de désordre, donc sanctionnée par la communauté, et qu'il faut souvent du temps avant qu'une innovation soit acceptée. Les auteurs reconnaissent finalement que l'on rencontre également des individus novateurs dans la recherche unidisciplinaire, mais considéraient que ces derniers sont encore qualifiés de « fantaisistes », statut qui accompagne la créativité, l'innovation et la prise de risques.

A l'occasion de son centenaire, la fondation Nobel a publié un ouvrage intitulé « Cultures de créativité » qui contient des exemples éloquentes des difficultés rencontrées d'emblée par les chercheurs lorsqu'ils apportent une idée novatrice. De plus, il ressort clairement de l'étude des lieux qui regroupent le plus grand nombre de lauréats du Prix Nobel, que certains d'entre eux sont beaucoup plus favorables aux idées créatrices. On y rencontre une masse critique d'individus talentueux qui osent relever d'importants défis. Plus récemment, Carl Neuman a publié un article intitulé « *Fostering Creativity : A model for Developing a Culture of Collective Creativity in Science* », dans lequel il analysait la littérature pertinente et discutait des cultures de créativité que l'on rencontre au EMBL²⁸, qui héberge des chercheurs venus du monde entier formés à différentes disciplines. Il est intéressant de noter que, au cours d'interviews privées, tous les chefs de groupe déclaraient que l'EMBL était plus favorable à la recherche créative que la plupart des autres endroits qu'ils

²⁶ Ceci est particulièrement vrai dans les sciences sociales, dans lesquelles, comme le disait Howard S. Becker, « Nous n'étudions jamais deux fois la même chose du fait de l'inexistence de toute « substance pure » et du contexte politique, social, culturel, économique etc.. en constante évolution dans lequel vient s'inscrire le phénomène étudié ».

²⁷ Du fait que la renommée des chercheurs hybrides peut tenir à des disciplines « étrangères », les plus célèbres d'entre eux ne sortent souvent pas des meilleures universités.

²⁸ European Molecular Biology Laboratory (*Laboratoire européen de biologie moléculaire*)

connaissaient, mais bon nombre d'entre eux semblait plus réticent à discuter publiquement de cet aspect, comme si la créativité était encore un sujet tabou chez les scientifiques.

Attitudes envers la créativité et l'éducation

Des personnes différentes ou des groupes différents peuvent avoir une attitude différente envers l'initiative, la créativité et la prise de risque. Si ces types de comportement sont importants dans l'économie d'aujourd'hui, il ne faut pas oublier non plus de promouvoir l'éthique dans la recherche et la créativité (lire par exemple l'article « *Risk : the ethics of a creative curriculum* » de Janet Hargreaves). Comme il est indiqué dans le rapport Créativité dans l'enseignement supérieur de l'Association des universités européennes :

« La créativité en elle-même n'est pas nécessairement bonne ; il existe de nombreux exemples dans le passé d'innovations scientifiques et technologiques qui ont eu des conséquences désastreuses au plan éthique. En même temps, tout ce qui est éthique n'est pas forcément créatif. Pourtant, associer l'éthique à la créativité renforce le concept à bien des égards. Faire ce que l'on pense sincèrement être bien est, après tout, l'une des premières conditions pour que l'enseignement supérieur remplisse son mandat envers la société. Et, de façon plus pratique, en insistant pour que les établissements d'enseignement supérieur veillent aux implications éthiques potentielles de toutes leurs actions, les partenaires du projet soulignaient l'importance de la «vue d'ensemble» dans la prise de décision. Tenir compte de tous les facteurs connus est considéré comme l'une des « bonnes pratiques » standards dans l'identification de solutions durables. Et, à son tour, la pensée latérale indispensable à cet effet est étroitement associée à la créativité ».

De plus, tout le monde n'évalue pas nécessairement l'éducation de la même manière. Mickael Spence, un lauréat du Prix Nobel en économie, a développé une théorie qui est étrangement similaire au principe du handicap décrit plus haut dans l'encart. Voici le résumé qui en est donné sur le site web de la Fondation Nobel :

« L'essai innovant de Spence qui date de 1973 (basé sur sa thèse de Doctorat) traite de l'éducation en tant que signal de productivité sur le marché du travail.

Une idée fondamentale est que lancer un signal ne suffit pas, sauf si le coût de signalisation diffère suffisamment entre les différents « expéditeurs de signal » c'est-à-dire les candidats à un poste. Un employeur ne peut distinguer les candidats les plus productifs des candidats les moins productifs, que si les premiers trouvent suffisamment moins coûteux (sufficiently less costly to acquire an education that the latter choose a lower level of education).

Comme nous l'avons vu pour le principe du handicap, le signal coûteux donné par un diplôme est suffisant pour que celui-ci vaille la peine d'être obtenu. Indépendamment des connaissances qui ont pu être acquises, il indique une capacité à travailler dur, un peu comme la qualité des gènes est affichée par les proportions de la queue du paon. Et tout comme la queue du paon, qui ne sert peut être pas à grand-chose, le diplôme ne garantit pas nécessairement que les connaissances acquises présentent une utilité. Le principe de la Reine Rouge s'applique peut être ici aussi, puisque quelqu'un qui est plus diplômé a de meilleures chances d'obtenir un certain emploi. Ceci explique peut être l'inflation de diplômes que l'on observe, lorsqu'un diplôme spécifique peut garantir l'accès à un emploi pour une génération mais pas pour la suivante, indépendamment de l'utilité des connaissances validées par le diplôme pour cet emploi. Il est évident que l'éducation peut augmenter les compétences et la créativité, mais elle n'est pas toujours obligée de le faire. Il convient donc de garder cette analyse à l'esprit quand on évalue les systèmes d'éducation.

Etude théorique de la créativité

Avant de poursuivre notre discussion sur la manière dont la créativité est considérée dans différents systèmes, nous allons résumer ce que nous ont appris des études sur la créativité. L'étude académique de la créativité a réellement débuté en 1950. Beaucoup d'articles à ce sujet ont été publiés depuis lors ; pour passer en revue les différentes approches, on peut se référer par exemple à l'ouvrage collectif préparé par Sternberg, « *Handbook of Creativity* ». Les universitaires ont besoin de définitions, et la créativité est souvent définie comme l'aptitude à produire un travail nouveau (c'est-à-dire original et totalement inattendu), de haute qualité et approprié (c'est-à-dire utile et qui respecte les contraintes imposées). Les études théoriques de la créativité ont évolué par rapport aux approches anciennes, mystiques et

psychanalytiques, et aux approches pragmatiques qui ne reposaient pas sur des méthodes scientifiques et qui n'ont donc pas fait l'objet d'une étude critique. Diverses disciplines ont étudié la créativité, en axant leur travail sur les individus, leurs motivations, leur éducation, leurs interactions dans leur champ de créativité, les différentes étapes de la créativité, la vie qu'ils ont menée et les sociétés dans lesquelles ils ont vécu. Ces études vont de mesures psychométriques prises sur des individus effectuant des tâches déterminées, en mesurant les paramètres qui pouvaient concerner la créativité, à des approches sociologiques et historiques qui expliquent pourquoi la créativité semble changer dans le temps et dans l'espace dans les différentes sociétés. Il s'ensuit que toute une gamme de méthodes développées en sciences sociales a été utilisée pour étudier la créativité. Nous nous concentrerons sur les principales conclusions qui semblent avoir réuni un consensus et qui semblent les plus pertinentes en termes d'implication à l'encouragement de la créativité dans l'éducation.

Qu'est ce qui est nécessaire pour être créatif ?

On peut se demander si la créativité est réservée aux génies qui inventent de nouvelles applications, découvrent de nouveaux domaines scientifiques et créent de nouvelles formes d'art, ou si tout un chacun peut être créatif. La réponse dépend clairement de la définition donnée au mot *original*. S'il signifie nouveau pour un individu donné, la conclusion n'est pas la même que s'il s'applique à quelque chose qui n'a jamais été fait auparavant dans l'histoire de l'humanité. La seconde définition de l'originalité englobe évidemment la première, et en ce qui concerne l'éducation, il peut paraître plus utile d'envisager un continuum entre la créativité des bambins et celle des savants et des artistes, en les plaçant toutes les deux dans une perspective développementale. Les spécialistes des sciences cognitives font valoir que la créativité ne vient pas des muses²⁹, mais du recours à des processus cognitifs normaux qui mûrissent progressivement avec le temps et peuvent être étudiés de

²⁹ Il est intéressant de noter que Elisabeth Gilbert, lors de sa conférence TED de 2009 « Une autre manière d'envisager le génie créatif » tout en reconnaissant l'héritage humaniste de la Renaissance et du siècle des lumières, défend l'importance de la croyance aux muses, aux démons grecs ou au génie de l'antiquité romaine. D'après elle, il est plus facile, psychologiquement parlant, « d'avoir un génie que d'être un génie ». Ces créatures mythiques soulageaient les artistes créatifs du poids psychologique de leur créativité, même après qu'ils aient été couronnés de succès. Pour elle, l'artiste doit travailler dur et faire de son mieux, et la créativité ne doit pas être considérée comme une source de stress lorsqu'elle fait défaut, mais comme un don des muses qui permet à l'artiste de réaliser son travail le plus original.

façon expérimentale. Des études systématiques de la vie de ceux qui se sont distingués dans de nombreux domaines de la conquête humaine, comme celles menées par Mihaly Csikszentmihalyi dans son ouvrage « *Creativity, Flow and the Psychology of Discovery and Invention* » (Créativité, Flow et la Psychologie de la découverte et de l'invention) ou les biographies de nombreux lauréats du Prix Nobel, vont également dans le sens du développement progressif des capacités créatives. Des signes d'intérêt pour un domaine d'étude se manifestent parfois précocement, mais cela n'est pas systématique et, dans la plupart des cas, le succès de l'adulte n'est pas clairement lié à des aptitudes particulièrement précoces. Pourtant, parmi les signes précurseurs communs, on peut trouver la capacité à se lancer des défis, à poser des questions nouvelles, la motivation personnelle et la capacité à évaluer sans complaisance ses propres réalisations. Csikszentmihalyi indique que ces individus tirent un tel plaisir de leur activité favorite qu'ils entrent dans un état de « flow psychologique » - une sorte de concentration ou d'absorption complète – qui leur permet de travailler pendant des heures et des heures, en développant toujours plus leurs compétences. Le tournant, c'est donc la découverte de ce que Ken Robinson appelle « *son élément* », l'activité qui motive tellement un individu qu'il peut demeurer dans un état de flow psychologique pendant tout le temps qu'il s'y livre. Cet état est souvent associé à la capacité de définir son propre questionnement, son propre style, puisque la motivation intrinsèque est alors à son apogée. Et, c'est intéressant, il a été établi que l'importance de la motivation intrinsèque était associée à la créativité dans l'environnement éducatif puisque, selon Teresa Amabile, celle-ci semble la clé de la capacité à faire de son mieux.

La motivation intrinsèque, la connaissance et la pensée créative

Teresa Amabile avance que la motivation intrinsèque, qui peut aller d'un simple intérêt à une véritable passion pour un sujet, est l'une des trois composantes essentielles du processus de création. Les deux autres sont la connaissance et une approche souple et imaginative. Elle considère la connaissance du sujet concerné comme indispensable à un résultat créatif –il faut une bonne connaissance de la musique pour écrire un opéra et une connaissance intime de la physique pour développer une nouvelle théorie physique. Pourtant, la connaissance peut également être vue comme un handicap, et tous les experts ayant une bonne connaissance d'un sujet ne vont pas pour autant l'utiliser de façon créative. Pour

ceux qui sont motivés à devenir experts et qui ont été capables d'acquérir les connaissances requises, c'est la souplesse et l'imagination qui pourront constituer des limites. Comme l'écrit Karlyn Adams dans un article dont elle a été chargée par le *National Center on Education and the Economy* aux Etats-Unis, de nombreuses conditions à la créativité ont été proposées, pouvant toutes être incluses dans le cadre exposé ci-dessus, qui indique que la créativité se trouve à la croisée de la connaissance, de la motivation intrinsèque et d'une attitude inventive. La connaissance doit comprendre la maîtrise des derniers développements dans le domaine, mais, généralement, la créativité ne pourra émerger que si la maîtrise est combinée à de nouveaux éléments. Comme le dit Karlyn Adams :

« D'une part, une expérience approfondie et une focalisation de longue durée sur un domaine spécifique permettent de se donner une expertise technique qui peut servir de point de départ, ou d'aire de créativité dans un domaine particulier. En même temps, la créativité repose sur la capacité à recombinaison différemment des éléments jusque-là disparates, d'où la nécessité d'un champ plus vaste et d'intérêts variés. Ainsi, le meilleur profil pour la créativité est « l'esprit en T », l'individu curieux qui dispose d'une expertise approfondie dans un domaine et d'une compréhension couvrant plusieurs disciplines.. C'est en effet ce que recommande Frans Johansson dans son ouvrage « The Medici Effect » (L'effet Médicis). Il explique que « nous devons trouver un équilibre entre l'étendue et la profondeur du savoir afin d'optimiser notre potentiel créatif » (Johansson, p. 104). Il suggère qu'une manière d'améliorer l'étendue du savoir est de faire équipe avec des personnes ayant des bases de connaissance différentes. En matière d'éducation, une telle recommandation implique peut être de mettre l'accent sur des études interdisciplinaires et sur une collaboration des étudiants dans des projets de groupe, dont les membres ont des centres d'intérêt variés. »

Keith Simonton prétend que, dans un premier temps, la créativité augmentera avec le savoir, mais que ce rapport peut atteindre un plateau puis décroître. Howard Gardner a observé qu'en effet, bon nombre d'individus créatifs qui se sont montrés productifs sur des périodes différentes connaissent un intervalle de dix ans entre deux périodes créatives, du fait qu'ils ont besoin de ce laps de temps pour acquérir

l'expertise leur permettant de traiter convenablement un nouveau problème. Le savoir risque également de limiter la créativité s'il n'est pas désappris lorsqu'il devient obsolète (on fait parfois appel à un néologisme : «*obsoledge*» (pour *obsolete knowledge*), comme Alvin Toffler nous le dit,

« Une bonne partie de ce que nous transmettons est condamné à l'obsolescence à bien plus court terme qu'auparavant. Et ce savoir devient ce que nous appelons « obsoledge », c.à.d. un savoir obsolète. Cette énorme banque de savoirs obsolètes, nous la conservons dans nos têtes, dans nos livres et dans notre culture. Lorsque l'évolution était plus lente, ces savoirs obsolètes ne s'accumulaient pas à un tel rythme. Mais aujourd'hui, du fait que tout change très vite, la quantité de savoirs obsolètes accumulés - et que nous enseignons - ne cesse d'augmenter. Nous nous noyons dans des informations obsolètes. Nous prenons des décisions importantes - des décisions personnelles - en nous basant sur celles-ci, et des décisions publiques et politiques en nous basant sur celles-ci ».

Aussi devons nous maintenant apprendre aux gens à désapprendre en même temps que nous leur apprenons à apprendre.

Peut-on développer la pensée créative appliquée à l'éducation ?

Dans le « Manuel de Créativité » que Robert J. Sternberg a préparé et qui propose de nombreuses théories de la créativité, il suggère une façon simple de considérer la pensée créative, comme ayant trois attributs principaux : synthétique, analytique et pratique. L'attribut synthétique correspond aux moments où des idées nouvelles sont produites par recombinaison d'idées préexistantes. L'attribut analytique correspond aux moments où des idées sont évaluées par des acteurs créatifs, qui devraient être en mesure d'éliminer les moins pertinentes pour se concentrer sur les plus prometteuses, puis de travailler sur ces idées et de les approfondir. L'attribut pratique comprend l'aptitude à appliquer ces idées à la vie réelle et à convaincre les autres de la pertinence des idées créatives. Sternberg avance que les individus créatifs ressemblent beaucoup aux investisseurs en capital à risque, en ce sens qu'ils sont capables d'« acheter tôt » c'est-à-dire de voir avant les autres la valeur

d'une idée, puis de l'améliorer et de la « vendre » à un prix élevé, en termes de reconnaissance.

Dans son article de 2003 intitulé « *Creative Thinking in the Classroom* », Sternberg se penchait d'abord sur la discrimination que les enfants créatifs subissent dans la salle de classe traditionnelle. Il expliquait ensuite qu'un enseignement créatif développe non seulement la créativité, mais les compétences que l'enseignement traditionnel est supposé valoriser, comme la mémorisation. Enfin, il résumait parfaitement les répercussions sur l'éducation de la recherche sur la créativité ainsi que le rôle des enseignants, aussi n'est-il pas inutile d'en citer intégralement certains passages :

En enseignant aux étudiants à traiter l'information de manière créative, nous les encourageons à créer, à inventer, à découvrir, à explorer, à imaginer et à supposer. Pourtant, nous croyons que, dans une large mesure, la créativité n'est pas simplement une façon de penser mais qu'elle est plutôt une façon de vivre (Sternberg & Lubart, 1995, 1996). Les individus créatifs sont créatifs, en grande partie, parce qu'ils ont décidé d'être créatifs (Sternberg, 2000). Quelles décisions sous-tendent la pensée créative ? On en trouve peut-être au moins 12 principales³⁰.

1. *Redéfinir les problèmes*
2. *Analyser ses propres idées*
3. *Vendre ses idées*
4. *Le savoir est une lame à double tranchant*
5. *Surmonter les obstacles*
6. *Prendre des risques calculés*
7. *Etre désireux de progresser*
8. *Croire en soi*
9. *Tolérer l'ambiguïté*
10. *Trouver ce que l'on aime faire et le faire*
11. *Se donner du temps*
12. *Accepter ses erreurs*

³⁰ Une description détaillée de ces 12 points clé figure en annexe 1 ; nous n'en citons ici que le titre.

Evaluer l'intelligence et la créativité

Les attributs synthétique, analytique et pratique décrits plus haut peuvent évidemment être considérés comme des formes d'intelligence pouvant être exploitées dans différents domaines. Le rapport entre intelligence et créativité a intéressé de nombreux chercheurs. Il serait intéressant de disposer de moyens objectifs de mesure des composantes de l'intelligence et de la créativité, car cela nous permettrait de mieux comprendre comment les développer et de concevoir des programmes susceptibles d'améliorer la qualité de l'éducation. Pourtant, cette question a soulevé de nombreuses controverses.

Certaines études psychométriques montrent qu'il existe un effet de seuil dans l'interaction entre l'intelligence (définie ici par le QI) et la créativité, qui suggère qu'une intelligence au-dessus de la moyenne est requise pour être créatif, mais que au-delà d'un QI donné, la créativité est indépendante de l'intelligence. D'autres ont conçu des tests psychométriques qui montrent que la créativité est indépendante du QI. Le problème posé par ces études, c'est la mesure de l'intelligence et de la créativité. On a fait appel à des tests qui évaluent certaines composantes de la créativité, comme l'aptitude à proposer des solutions originales à des problèmes standard. On peut citer par exemple le test de Torrance, pour l'originalité des réponses (niveau d'originalité de chaque réponse), la flexibilité (variété des réponses) et la facilité (nombre de réponses originales), mais ces tests ne peuvent mesurer qu'une part assez restreinte du spectre créatif. Aussi, nombreux sont ceux qui trouvent que l'utilisation de ces tests devrait être limitée à la recherche concernant ces aspects particuliers de la créativité, et que leur utilisation systématique à l'école pourrait se révéler contre-productive. Même les tests de QI classiques sont considérés comme tout à fait limités. Dans ses ouvrages³¹, Howard Gardner demande que soient incluses les multiples dimensions de l'intelligence, autres que l'intelligence linguistique et logico-mathématique, sur lesquelles sont basées les mesures de QI. Gardner plaide pour l'intégration de l'intelligence visuo-spatiale, de l'intelligence corporelle kinesthésique, de l'intelligence musicale et de

³¹ Voir par exemple Gardner, Howard (1999) « *Intelligence Reframed : Multiple Intelligences for the 21st Century* ». New York

deux aspects de l'intelligence affective, l'aptitude à se connaître soi-même (intelligence intrapersonnelle) et à comprendre les autres (intelligence interpersonnelle). Sir Ken Robinson va encore plus loin dans « *The Element* ». Selon lui, il existe encore bien d'autres formes d'intelligence et de créativité, probablement autant que d'êtres humains sur la planète, aussi est-il non seulement inutile mais également contre-productif de séparer les individus en deux catégories, les créatifs et les non créatifs. Pour lui et pour d'autres auteurs, comme Erica McWilliam, il est risqué de chercher à définir la créativité en fonction de réponses préétablies à des tests standards³². Il conviendrait plutôt d'évaluer non pas la créativité d'une personne, mais le *produit* de sa créativité. Il n'est évidemment pas aussi simple d'évaluer objectivement la créativité d'une œuvre d'art ou de la solution d'un problème, mais elle explique que l'on constate que pour un panel d'experts qui jugent indépendamment un produit donné, les corrélations sont relativement bonnes. Si cette méthode peut aider à sélectionner des candidats en se basant sur la créativité de leurs réalisations passées ou à les évaluer de manière contrôlée (*e.g.*, tester l'effet de la motivation intrinsèque) elle ne peut servir à comparer, par exemple, la créativité systématique de différents systèmes d'éducation à l'échelle nationale.

3. En quoi les politiques peuvent-elles nous aider ?

Les limites de l'éducation traditionnelle

Après avoir analysé le rythme de transformation de notre environnement, la façon dont les systèmes naturels s'adaptent aux mutations rapides et les leçons tirées des études portant sur la créativité dans le domaine des sciences sociales, nous examinerons brièvement de quelle manière les politiques pourraient affecter la capacité des prochaines générations à s'adapter à ces changements de plus en plus rapides. Il est clair que différents pays de l'OCDE mènent des politiques distinctes concernant l'importance de l'adaptabilité et de la créativité dans l'éducation. Pour des raisons historiques, les différents pays ont soit un système centralisé avec un programme scolaire d'échelle nationale, soit un système qui permet de concevoir et de mettre en œuvre une politique éducative au niveau local ou même au niveau de la salle de classe, voire taillée sur mesure pour chacun des élèves. Nous

³² « *Creative Workforce, How to Launch Young People into High-flying futures* »

commencerons par donner un bref aperçu historique avant d'exposer différentes tentatives qui semblent s'inscrire dans notre sujet.

De nombreux auteurs, comme Ken Robinson, Anne Querrien et Alvin Toffler, affirment que l'enseignement public a été conçu pour augmenter les compétences et les aptitudes des nouvelles générations, tout en répondant aux besoins des industries en développement. En plus du programme officiel, qui comprenait les trois « r » (la lecture, l'écriture et l'arithmétique), les enfants qui vivaient à la campagne et jouissaient d'une grande liberté, apprenaient à faire silence, à respecter l'autorité du maître, à être à l'heure, et à commencer ou à s'arrêter de travailler à la même heure que les autres, selon un horaire fixe rythmé par le son de la cloche. Tout le système pédagogique était centré sur l'enseignant, et on faisait très peu de cas des spécificités, des besoins, des questions, de la motivation, des talents, de l'aptitude à la prise d'initiative et de la créativité des élèves.

L'enseignement mutuel, une initiative précoce

Il est intéressant de noter que, au même moment, dans les pays francophones comme dans les pays anglophones, une stratégie alternative voyait le jour, en partie du fait que la méthode précédemment décrite demandait un nombre suffisant d'enseignants pour superviser ce que les élèves apprenaient, ce qui était relativement coûteux. Anne Querrien a décrit le système monitorial ou « enseignement mutuel » comme garant d'un apprentissage plus rapide. Selon Wikipedia, ce système

« ... consistait à utiliser les élèves les plus avancés comme « assistants » du maître, qui communiquaient aux autres élèves les connaissances qu'ils avaient eux-mêmes acquises. Les éducateurs du 19^{ème} siècle ont trouvé le système monitorial très utile, puisqu'il s'est avéré être un moyen peu coûteux de rendre plus global l'enseignement primaire, en permettant d'augmenter le nombre moyen d'élèves dans une classe. Le système monitorial n'est pas radicalement différent de la manière dont les professeurs, les assistants et les tuteurs collaborent dans le système universitaire. »

Introduit en Europe en 1795 par Andrew Bell, qui avait découvert ce concept en Inde, ce système s'est révélé efficace, les enfants apprenant le programme jusqu'à deux

fois plus vite. Pourtant, en France, le système a été remplacé en 1832 par un programme national standardisé enseigné par des maîtres formés à l'*Ecole normale* (normale, c'est-à-dire dans laquelle ils étaient formés pour enseigner la « norme » du savoir). Les maîtres étaient soumis à l' « inspection » d'un organe national, qui veillait au respect du programme imposé. Depuis lors, et récemment encore, des modèles du même type ont dominé dans le monde entier. Et si les avantages associés aux approches éducatives différentes sont régulièrement redécouverts en divers endroits (e.g. Tolstoi en Russie, puis plus tard Montessori en Italie, Freinet en France, Steiner en Allemagne et Decroly en Belgique), celles-ci sont demeurées pendant des décennies des modèles alternatifs et non la règle générale dans les sociétés industrielles. L'enseignement mutuel semble parfois réapparaître de façon indépendante.

Solutions alternatives modernes

Dans les pays francophones, l'enseignement mutuel a récemment acquis une grande popularité ; quelque huit cent programmes locaux ont développé ce qu'ils appellent « réseau d'échange réciproque de connaissances » qui part de trois principes :

1. Tout le monde sait quelque chose
2. Personne ne sait tout
3. Il découle des points 1 & 2 que tout le monde a intérêt à échanger les connaissances.

Il est intéressant de noter que ces principes pédagogiques ont été appliqués de l'école primaire au Master et au Doctorat. Par exemple, on observe que des enfants défavorisés en échec dans les programmes traditionnels bénéficient d'une telle approche. Ils peuvent gagner de la confiance en soi et compter sur leur capacité à bénéficier de l'acquisition de savoirs et à échanger lorsqu'ils se découvrent des compétences que d'autres n'ont pas. A l'autre extrémité du spectre éducatif, de jeunes chercheurs doués apprennent beaucoup plus facilement la créativité, la prise de risques et la remise en question des savoirs lorsqu'ils sont en interaction avec leurs pairs. En France, le programme pionnier « La main à la pâte » de Georges Charpak, lauréat du prix Nobel de physique, qui permet aux enfants des écoles primaires de découvrir la science par l'expérimentation, l'exploration et le débat, a été imité dans de nombreux pays.

De même, en Allemagne, on considère que des interactions entre étudiants qui apprennent en enseignant (en étant eux-mêmes enseignants) facilitent l'acquisition des langues étrangères. Ce qui concorde avec les idées de Sénèque qui, dans l'antiquité, disait que « nous apprenons en enseignant ». La version moderne de l'enseignement mutuel est très améliorée, par rapport à celle du 19^{ème} siècle, puisque maintenant, le rôle du maître est de superviser les interactions entre les enfants dans un cadre bien structuré. Les étudiants travaillent par eux-mêmes chez eux, puis présentent les résultats de leur travail dans une interaction avec les autres.

Les interactions initiales entre pairs connaissent alors trois rounds supplémentaires, le travail individuel suivi d'une interaction plus profonde.

En Italie, une expérience extrêmement intéressante semble avoir découlé d'une initiative locale prise par des parents après la seconde guerre mondiale, dans la ville de Reggio d'Emilie. Les habitants de cette ville voulaient promouvoir une éducation qui protégerait leurs enfants du fascisme ; en partant d'une tradition qui accordait à la communauté un rôle dans l'éducation, ils ont développé des approches novatrices de l'école maternelle et primaire. Même si ce système a maintenant été copié en de nombreux endroits, ils refusent d'en faire un modèle, puisque l'une de ses caractéristiques principales est que la créativité des maîtres, et la capacité de celle-ci à favoriser à son tour celle des enfants, sont au cœur de leur philosophie qui refuse l'application d'un programme stéréotypé. Dans les écoles de Reggio, les parents jouent un rôle actif. La confiance, à tous les niveaux, et entre tous les acteurs, est un élément essentiel de leur philosophie, qui comprend également une approche originale de la cuisine, du partage de la nourriture, de l'école et de l'environnement. Ils considèrent que l'environnement est le « troisième maître » (après les parents et les maîtres d'école), et qu'il devrait être conçu de façon à encourager de nouvelles expériences, l'exploration, l'initiative et la créativité. Des écoles de type Reggio existent aujourd'hui dans de nombreux pays, et la ville de Reggio d'Emilie a fondé un centre chargé de diffuser la recherche et les échanges sur ce type de pédagogie.

Chez les hispanophones, le meilleur exemple d'éducation alternative est la *Escuela Nueva* qui a vu le jour dans la Colombie rurale, et qui a fait de ce pays le premier dans lequel les enfants des campagnes obtiennent de meilleurs résultats que ceux

des villes. Ce programme a retenu l'attention d'organisations internationales, de fondations (la *Clinton Global Initiative* par exemple) et d'entreprises locales. Il a été adopté par onze pays et est actuellement le programme d'éducation de cinq millions d'enfants. Comme l'expliquait *The Economist*,

« Avec Escuela Nueva, le rôle du maître change, car au lieu de faire un cours aux élèves, il guide leur compréhension. Tout ce que les enfants apprennent doit avoir un rapport avec leur famille et leur communauté. Les entreprises sont enthousiasmées par l'approche de l'éducation prônée par Escuela Nueva du fait que, entre autres choses, elle met l'accent sur des compétences du 21^{ème} siècle vitales pour les entreprises d'aujourd'hui, comme la prise d'initiatives et le travail de groupe ».

Le succès de ces initiatives montre que, pour un financement limité, des programmes bien conçus sont susceptibles d'améliorer la qualité de l'éducation et l'aptitude à la prise d'initiatives, tout en conservant une attitude créative et ouverte envers l'apprentissage. Pourtant, dans les pays mentionnés plus haut, un vaste débat public doit encore être mené qui pourrait aboutir à ce changement de système.

La construction de savoirs

Des méthodes novatrices de construction de savoirs collaboratives ont été testées dans 19 pays, en partant de théories développées au Canada par Marlene Scardamalia et Carl Bereiter³³. Selon eux, cette approche peut avoir d'importantes conséquences :

« Il est établi que la construction de savoirs confère des avantages en ce qui concerne la lecture et l'écriture, les aptitudes du 21^{ème} siècle, les connaissances de base (core-content knowledge), la capacité à apprendre à partir du texte, et d'autres capacités. Pourtant, c'est un fait que la construction de savoirs implique directement les étudiants dans un travail créatif et soutenu sur les idées, ce qui la rend particulièrement prometteuse comme fondement de l'éducation à l'âge du savoir. »

³³ Scardamalia, M. & Bereiter, C. (2003) *Knowledge Building*. Dans *Encyclopedia of Education* (2nd ed., pp. 1370-1373). New York : Macmillan Reference, USA

Le principe premier est que, dans la construction de savoirs, le travail impliqué par la création et l'amélioration des idées peut être une source d'apprentissage. Les adultes travailleurs du savoir produisent des savoirs, tout en apprenant et en renouvelant leurs connaissances. Scardamalia et Bereiter avancent que si les performances diffèrent, le même processus peut être observé du cours préparatoire au Doctorat puis ensuite dans la vie professionnelle, et que la plate-forme logicielle qu'ils ont développée, *Knowledge Forum*, peut être adaptée à toutes les tranches d'âge. Lorsqu'ils s'engagent dans ces activités, les constructeurs de savoirs apprennent ce dont ils ont besoin pour reculer les frontières du savoir au fur et à mesure qu'ils les perçoivent, mais ils apprennent également les méta-compétences requises, comme la capacité à coopérer, à créer et à prendre des initiatives. Les pratiques qu'ils décrivent sous le terme de « constructivisme profond » développent de nombreuses compétences.

« Des pratiques délibérées comme l'identification des problèmes de compréhension, l'établissement et la mise au point d'objectifs basés sur le progrès, le recueil d'information, la théorisation, la conception d'expériences, la réponse aux questions et l'amélioration des théories, la création de modèles, la supervision et l'évaluation de l'avancement et la rédaction de rapports, sont toutes dirigées par les participants eux-mêmes vers les objectifs de construction de savoirs. »

Leurs approches, suivies à plus grande échelle à Hong-Kong, sont résumées comme suit³⁴ :

« Traditionnellement, l'approche des écoles est celle du cours magistral dispensé par le maître. La plupart du temps, les élèves n'ont pas le temps d'intervenir pendant le cours, en raison d'emplois du temps serrés. Dans ces conditions, Knowledge Forum peut donner aux élèves du temps pour discuter et pour développer leur pensée indépendante et critique. Par le processus de discussion et d'enseignement mutuel, les élèves forment en fait une communauté constructrice de savoirs. Et dans cette communauté, les élèves doivent produire, partager et faire avancer les savoirs de la collectivité. Dans

³⁴ <http://lcp.cite.hku.hk/Literatures/KB/>

ce cas, le rôle des élèves a changé, car, de clients, ils sont devenus des participants et des travailleurs de la communauté. On observe donc un glissement d'une approche centrée sur le maître à un apprentissage plus centré sur l'élève. Ceci permet à l'élève de découvrir sa propre manière de construire des savoirs de façon collective, avec les conseils et sous la supervision du maître ».

L'approche de construction de savoirs collaborative est d'une grande importance pour les élèves, parce qu'elle peut les aider à mieux développer leur aptitude à penser, à analyser, à investiguer et à résoudre les problèmes, mais également parce qu'elle leur ouvre la voie pour développer les capacités et les attitudes d'apprentissage qui les suivront toute leur vie. Ceci va de pair avec la réforme des programmes préconisée dans le rapport de la Commission sur l'éducation qui porte sur l'éducation permanente au 21^{ème} siècle, et qui souligne l'importance d'apprendre à apprendre.

Quand créativité et évaluation entrent dans le débat public

De nombreuses initiatives ont vu le jour au fil du temps dans les pays anglophones, dans lesquels le débat sur l'éducation est alimenté par un grand nombre de contributions. Le site de Georges Lucas, edutopia, expose bon nombre des programmes les plus prometteurs. On trouve également de nombreux livres qui traitent de la créativité dans l'éducation. Ainsi, les professeurs peuvent lire « *Creativity in the Classroom, Schools of Curious Delight* » de Alane Jordan Starko ; « *Creativity in Education and Learning* » d'Arthur Cropley ; et « *Teaching in the Knowledge Society* » de Handy Hargreaves³⁵. Le grand public, y compris les parents et les élèves, peut lire « *The Element* » de Sir Ken Robinson, et les décideurs, les dirigeants et les universitaires trouveront un grand nombre d'informations utiles dans l'ouvrage de Erica McWilliam « *Creative Workforce, How to Launch Young People into High-flying futures* », qui expose clairement la nécessité d'améliorer l'éducation créative pour réussir à l'âge du numérique. Dans le même temps s'est développé,

³⁵ Dans ces livres, les maîtres apprendront à enseigner d'une manière qui ne leur a pas été enseignée. Ceci n'est pas forcément évident et c'est peut être l'une des raisons pour lesquelles les systèmes éducatifs sont en retard par rapport aux mutations rapides de la société d'aujourd'hui. Les maîtres doivent acquérir des capacités de coopération, de renouvellement de leurs pratiques, de créativité, de changement et de prise de risques pour pouvoir développer de semblables attitudes chez les enfants.

aux Etats-Unis et dans d'autres endroits, une culture d'évaluation systématique des enfants, des maîtres, des écoles et des gouvernements locaux. Il est aisé de comprendre ce qui motive l'évaluation des résultats des écoles : encourager les meilleures pratiques et mieux comprendre ce que l'éducation du 21^{ème} siècle devra recouvrir. Ces évaluations, qui reposent principalement sur des tests à choix multiples, semblent avoir causé beaucoup de « dommages collatéraux », comme exposé dans un ouvrage du même titre. Une évaluation bien conçue permet aux enfants de faire des progrès et de développer leurs capacités, s'ils reçoivent régulièrement des avis constructifs. Pourtant, de nombreux universitaires ont avancé que des évaluations formatées, à enjeux critiques, comme celles qui ont été développées dans le programme « *No child left behind* » (Aucun enfant laissé pour compte) lancé par l'administration Bush, ne peuvent que pousser les personnes concernées à faire de leur mieux pour « réussir » ces tests. Il en découle des effets pervers, comme le bachotage, où les élèves ne se préparent qu'à ces tests en négligent l'apprentissage, et même la tricherie à tous les niveaux, élèves, maîtres, écoles, autorités éducatives locales etc. Comme l'indique une personne qui a analysé cet ouvrage, ces effets sont désastreux :

L'ouvrage « Collateral Damage: How High-Stakes Testing Corrupts America's Schools » expose en détail les effets destructeurs sur l'éducation des tests standardisés à enjeux critiques. Les auteurs Sharon Nichols et David Berliner bâtissent leur théorie autour de la « Loi de Campbell », du nom du chercheur Donald Campbell :

« plus on a recours à un quelconque indicateur social quantitatif pour la prise de décision dans le domaine social, plus il sera soumis à une pression corruptrice et plus il sera susceptible de fausser et de corrompre les processus sociaux qu'il avait pour objet de surveiller ». Lorsque des tests standards sont utilisés pour prendre des décisions en matière de promotion ou de diplôme, l'éducation elle-même et la signification des scores obtenus à ces tests sont corrompues. »

En Europe du Nord on trouve depuis longtemps déjà une tradition d'éducation basée sur l'interrogation ou le questionnement. Au Danemark, par exemple, les enfants

sont évalués non sur ce qu'ils ont appris par cœur, mais sur leur capacité à exprimer un point de vue original sur un sujet discuté en profondeur en classe. Les pays scandinaves arrivent en tête du classement international pour leurs résultats en matière d'éducation comme d'innovation. On distingue aisément une politique articulée, dans laquelle les expériences pédagogiques ne résultent pas simplement d'initiatives individuelles ou prises par les écoles, mais d'une politique nationale de promotion de ces comportements.

La Finlande, preuve qu'on peut changer de systèmes d'éducation

Le cas de la Finlande peut se révéler intéressant, puisque ce pays était classé dans la moyenne en 1988 et qu'il est devenu numéro un du classement du programme PISA en 2001. Selon Pasi Sahlberg, l'un des grands spécialistes de l'éducation qui a travaillé pour la Banque mondiale et la *European Training Foundation* (Fondation européenne pour la formation), plusieurs facteurs clé semblent avoir été en jeu :

- Au cours de la phase 1, une étude épistémologique préparatoire a été menée de 1988 à 1995, qui tentait principalement de répondre aux questions « Qu'est ce que le savoir ? » « Qu'est-ce que l'apprentissage? ». Trois ouvrages complémentaires publiés en finnois aidaient les enseignants à comprendre tout d'abord en quoi la conception traditionnelle et statique du savoir était inadaptée à la société du savoir émergente. Le second ouvrage résumait les découvertes de la recherche sur l'éducation, l'enseignement, l'apprentissage, et le troisième ouvrage jetait un pont vers les conséquences pratiques pour les enseignants.

- La phase 2 a commencé avec la réforme de l'enseignement qui est passé d'un système national centralisé qui prescrivait et évaluait un programme donné à un système décentralisé avec un cadre de programme national, qui permettait de partir de l'étude épistémologique préparatoire mentionnée plus haut. Les programmes scolaires n'étaient alors agréés que localement, ce qui faisait le plus souvent des écoles des lieux de créativité. Les écoles et les enseignants étaient invités à partager leurs expériences dans un réseau ouvert d'amélioration de l'école, que tous les éducateurs étaient invités à rejoindre, y compris ceux qui travaillaient en dehors de l'école, dans les organisations de scoutisme et les clubs de sport par exemple. Il était demandé aux enseignants de posséder un Master, d'être formés à

l'expérimentation, et de baser leurs expériences sur des résultats obtenus ailleurs. Les inspecteurs de l'ancien système d'éducation, dont le rôle consistait auparavant à veiller au respect du programme, devenaient des conseillers dont le travail consistait à aider les professeurs à développer des programmes créatifs. La confiance semble avoir joué un rôle clé pendant cette période. Le gouvernement faisait confiance aux municipalités pour la gestion des écoles, les municipalités faisaient confiance aux conseils scolaires, qui à leur tour faisaient confiance aux professeurs, qui faisaient eux-mêmes confiance aux enfants (réciter par cœur n'existe pas en Finlande, et les examens sont réservés aux élèves plus âgés).

Sans surprise, une réforme d'une telle ampleur ne s'est pas faite sans critiques, encore que la plupart d'entre elles se soient évanouies comme par magie en une nuit lorsque, en 2001, le premier classement du programme PISA de l'OCDE a été publié. Ce classement montrait que c'était la Finlande qui arrivait en tête, non seulement en ce qui concernait la réussite scolaire, ce qui était déjà remarquable, mais également en ce qui concernait l'égalité (bien que les décisions soient prises localement, la Finlande est le pays qui montre les variations les plus faibles entre les performances des différentes écoles) et en efficacité économique (les dépenses budgétaires sont comparables à celles d'autres pays membres de l'OCDE). Il est intéressant de noter que les Finlandais cherchent toujours à innover et à aller plus loin. Salhberg, par exemple, a un rêve pour l'éducation. Comme il l'a expliqué dans une conférence :

« Mon rêve n'est pas qu'un jour, toutes les écoles progressent chaque année de façon satisfaisante, à l'aune des tests de réussite scolaire ou quelque chose comme ça. Je rêve qu'à l'avenir, nos écoles, leurs étudiants et leurs professeurs vivent dans une culture de confiance. Je rêve qu'un jour, nos professeurs puissent travailler en gardant à l'esprit leur responsabilité plutôt que l'obligation de rendre compte. Je rêve que bientôt tous nos enfants apprendront au sein de communautés réellement enrichissantes. L'amélioration du système scolaire a un rôle clé à jouer dans la réalisation de ce rêve. Aux obsèques de son mari assassiné, Yoko Ono déclarait : « Si vous avez un rêve, il ne s'agit que d'un rêve, mais si vous le partagez avec les autres, il deviendra réalité ».

A l'instar du philosophe finlandais Pekka Himanen, Salhberg soutient « les interactions enrichissantes » entre étudiants, entre professeurs et étudiants et entre professeurs. Pour lui, l'école devrait donc enrichir les communautés grâce à des personnes créatives et compétentes qui développent une culture d'apprentissage créative. Des interactions enrichissantes devraient permettre à tout le monde de s'enrichir dans l'interaction, ce qui présuppose une culture du respect, de la confiance et de la liberté.

4. Quelles conclusions en tirer ? Principales répercussions sur les mesures et les politiques

Evaluer l'environnement

Pour finir, nous discuterons des principales répercussions sur les mesures et les politiques. Si l'on considère l'état actuel de la recherche, nous ne savons pas très bien si l'on arrivera un jour à définir de façon objective et convaincante un test permettant de mesurer convenablement l'initiative, la prise de risques et la créativité dans toutes leurs dimensions. La créativité n'est pas aisément mesurable, et moins encore celle de millions d'individus. (« Penser en dehors des sentiers battus » en cochant des cases semble pour le moins décourageant, si ce n'est un piège logique). Etant donné l'importance de l'évaluation dans la promotion du changement dans les pratiques éducatives, à défaut d'un logiciel magique, il nous faudra peut être évaluer d'autres éléments de la créativité et de la prise de risques. S'il n'est pas facile d'évaluer la créativité des étudiants, peut-on évaluer la créativité de leur environnement ? Cette question semble présenter un intérêt pour la recherche future. En effet, puisque la créativité implique une capacité à penser différemment, des interactions sociales peuvent aisément détruire toute créativité. Des parents, des professeurs, des pairs, et, plus généralement, la société toute entière, peuvent soit promouvoir ces différences, soit détruire toute créativité chez tous les penseurs créatifs, sauf les plus résilients.

La recherche dans ces domaines est moins avancée que la recherche décrite ci-dessus, qui vise à évaluer certains aspects de la créativité individuelle. A ce stade initial, au moins deux approches parallèles peuvent être proposées : le sondage

individuel et l'évaluation du rôle général du discours dans la créativité, notamment du discours sur l'éducation.

Dans les sondages individuels, il serait intéressant de ne pas évaluer seulement la perception que les gens ont de leur propre créativité, mais également la façon dont ils voient la créativité chez les autres, et peut être ce qu'ils pensent des réactions des autres à la créativité. Les différences potentielles dans les réponses à ces questions pourraient nous aider à comprendre si les forces qui ralentissent le processus de créativité sont plus enracinées dans les individus ou dans la société. Prenons un exemple simple et concret : on pourrait demander à un professeur comment il/elle a tendance à réagir lorsqu'un étudiant fait une réponse inhabituelle ou prend des initiatives ou des risques. Les réponses données par le professeur pourraient être comparées aux réponses qu'il/elle donnerait si on lui demandait comment un collègue enseignant moyen réagirait dans la même situation. Il serait intéressant de comparer ces réponses à différentes époques et dans différents pays. Trouverait-on des situations dans lesquelles, en moyenne, les gens déclareraient qu'ils réagiraient plus positivement à une attitude créative exprimée par un élève que par l'un de leurs collègues? Et dans ce cas, il serait intéressant d'étudier les raisons éventuelles de tels paradoxes, pour savoir comment modifier la dynamique collective et les attitudes individuelles en vue de promouvoir la créativité.

Evaluer le rôle du discours sur la créativité dans différents pays pourrait bien être une mesure intéressante de l'attitude de l'environnement envers la créativité. Fait-il partie de l'interaction quotidienne, du programme scolaire, du discours officiel ? Fait-il l'objet de débats en ligne et, si c'est le cas, sur quels types de sites web (blogs, librairies, sites scolaires officiels, universités, gouvernement) ? Est-il possible de demander un financement pour étudier la créativité ou pour développer des programmes créatifs ? Les professeurs peuvent-ils utiliser des forums pour discuter des manières d'encourager la créativité dans leurs classes ? Ces indicateurs pourraient alors être mis en corrélation avec d'autres éléments déjà disponibles dans le domaine de l'économie ou de l'éducation, comme les indicateurs d'innovation, l'évaluation de l'aptitude des élèves dans le programme PISA et le pourcentage des emplois créés appartenant à ce que Richard Florida appelle la « catégorie créative ».

Si l'on tient compte de la réussite de la Finlande en matière d'éducation et d'innovation et du fait qu'un important débat épistémologique ainsi que la publication de livres importants et disponibles à tous ont précédé ces succès, ces comparaisons pourraient bien nous donner d'importantes leçons. En effet, une vue dynamique de ces indicateurs serait plus convaincante encore, aussi des données de ce type devraient être disponibles sur une longue durée. Par exemple, s'il apparaît que le discours officiel influence la place des discussions entre professeurs, avec des répercussions dans la salle de classe, il serait alors souhaitable que les ministres de l'éducation et les chefs de gouvernement traitent publiquement de ce sujet. S'il est démontré que l'existence de livres écrits dans la langue nationale est déterminante dans la promotion d'un débat salubre sur la façon d'encourager la créativité, l'initiative et la prise de risques parmi les étudiants, la promotion de bonnes pratiques pourrait se trouver accélérée en encourageant la publication et la traduction de livres étrangers sur ce thème. S'il était démontré que les pays bénéficient de pratiques scolaires liées à la recherche et à l'évaluation scientifique de la créativité, ceci pourrait entraîner une collaboration, une meilleure compréhension et l'adoption des meilleures pratiques.

La créativité dans l'enseignement supérieur

Au niveau universitaire, des discussions à l'échelle internationale ont été tenues, et ont abouti à des recommandations spécifiques en matière de créativité dans l'enseignement supérieur (voir par exemple le rapport de l'Association des universités européennes sur la façon d'encourager la créativité dans l'enseignement supérieur). Ce rapport souligne l'importance de la diversité des origines. En effet, des origines géographiques et sociales variées favorisent la créativité ; aussi les politiques qui favorisent les échanges trans-frontaliers et la mobilité sociale sont à privilégier. Le rapport recommande également de faire appel à des « professeurs anti-conformistes » et

« l'établissement « d'écoles doctorales » interdisciplinaires peut constituer une structure appropriée pour transcender les frontières traditionnelles entre disciplines. De plus, autoriser le choix d'options parmi une grande variété de disciplines encouragerait la diversité au niveau des programmes. Donner aux étudiants la possibilité de faire un stage dans des organisations partenaires

externes ayant un rapport avec leurs diplômes d'études est une autre façon de créer pour eux une diversité dans leur environnement d'apprentissage. »

On trouve dans l'enseignement supérieur certaines solutions interdisciplinaires efficaces de nature à promouvoir l'étendue et la profondeur des savoirs. La diversité des disciplines enseignées, en matières principales ou en options, ou les cours et projets ciblant les interfaces entre champs d'étude, permettent aux étudiants de découvrir des approches développées par une gamme d'individus qui travaillent dans différents domaines. Cela peut également les aider à trouver l'approche qui correspond le mieux à leurs capacités et à leurs vœux, encore que ceci demande des activités pratiques et de terrain qui ne sont pas encore incluses dans tous ces programmes. Le travail de terrain ou l'expérience en laboratoire devrait représenter une partie importante des programmes de recherche, pour susciter l'intérêt des étudiants et les confronter à des situations pratiques qui demandent des réponses spécifiques. Il convient de proposer des solutions favorisant une approche nouvelle de sujets et d'objets anciens, en encourageant les études interdisciplinaires. Ainsi, la division de l'enseignement du premier cycle en matières principales et en options permet aux étudiants de bénéficier d'approches d'enseignement et d'analyses très différentes. La possibilité de changer d'orientation et de rejoindre un programme d'études supérieures sans avoir nécessairement achevé le programme de premier cycle correspondant est encore une autre façon de promouvoir une diversité de vues et d'analyse parmi les étudiants. En apportant à ces étudiants des cours supplémentaires pour qu'ils se construisent une base théorique pour leurs futures études, la diversité des approches s'en trouvera augmentée, ce qui favorise la créativité et l'innovation. De plus, ceci aurait pour effet de promouvoir la prise de risques parmi les étudiants, puisqu'ils oseraient plus volontiers étudier des disciplines marginales, en sachant qu'ils pourraient toujours revenir aux matières plus traditionnelles après avoir exploré une voie singulière, personnelle, parmi les différentes disciplines, voie susceptible de contribuer à leur propre style et créativité³⁶.

³⁶ Penser à Steve Jobs, et à son étude de la calligraphie qui est, selon lui, l'une des raisons pour lesquelles le design Apple diffère de celui de ses concurrents.

Elles incitent également à transcender l'enseignement classique à sens unique, l'écoute passive et les relations hiérarchiques ; elles favorisent la créativité en mettant en œuvre de nouveaux systèmes d'enseignement, y compris les cercles d'étude, apprendre en faisant et les cafés-débats. Pour l'Association des universités européennes, l'évaluation devrait être axée davantage sur l'aptitude à changer et à promouvoir une atmosphère créative que sur les performances passées. Les universités devraient devenir des « organismes vivants » qui tirent des leçons de leurs erreurs et de leurs succès passés et utilisent leur créativité pour s'adapter à un environnement en perpétuelle mutation. Il ne fait aucun doute que bon nombre de ces recommandations pourraient améliorer l'enseignement dans les universités, mais également dans les lycées et dans les écoles primaires. En effet, dans l'ouvrage de Alane Jordan Starko « *Creativity in the Classroom, Schools of Curious Delight* », les maîtres d'école peuvent trouver un grand nombre de propositions similaires et de conseils pratiques pouvant les aider à encourager la créativité dans leurs classes.

Repenser l'éducation

Il semble donc clair, en analysant la littérature et les divers systèmes nationaux, que pour mettre en place des équipes créatives, on ne pourra faire l'économie d'efforts énormes pour repenser l'éducation. Il nous faut construire des systèmes éducatifs donnant la possibilité aux enfants, aux étudiants et aux adultes de prendre des responsabilités ; qui augmente le nombre des esprits responsables, novateurs, libres, qui contribueront à chercher des solutions aux problèmes locaux et globaux auxquels nous sommes confrontés.

La qualité de l'éducation ne peut être améliorée qu'en développant une culture de questionnement et de pensée créative. Tous les chercheurs savent que poser des questions et créer de nouveaux concepts est la clé du progrès de la science. Trop souvent pourtant, seules les conclusions scientifiques sont enseignées, à l'exclusion du processus de questionnement et de pensée créative socratien qui est à la racine du savoir. Ces processus d'interrogation qui peuvent être appris lorsqu'on découvre comment la science fonctionne sont suffisamment génériques pour donner à tout un chacun la liberté et les outils nécessaires à l'investigation de son environnement et à l'invention de solutions créatives visant à l'améliorer. Aujourd'hui, dans notre société du savoir, il ne suffit pas de mémoriser des faits (car on peut les trouver dans les

livres ou sur le web) mais bien plutôt d'exprimer son propre point de vue, par un questionnement systématique et en cherchant des solutions créatives à des problèmes globaux. Si beaucoup a déjà été fait, il n'existe pas qu'une seule manière d'atteindre cet objectif, celui de permettre aux citoyens de demain de s'assumer et de valoriser la créativité par le biais de l'éducation. Nous croyons que, dans tous les pays de l'OCDE, les éducateurs et les établissements d'enseignement devraient faire de la place à l'expérimentation dans l'éducation, en soutenant et en finançant cette expérimentation et en apprenant par les résultats. Une réflexion conceptuelle peut compléter cette approche, mais ne devrait pas être le seul changement apporté. Un débat national et international doit être lancé pour nous amener à essayer, à évaluer, et à encourager les meilleures pratiques, en mettant en œuvre un réseau d'expérimentation pédagogique qui devrait :

- questionner de façon créative les systèmes existants ;
- suggérer des cadres d'expérimentation ;
- suggérer des manières de faire circuler les savoirs au-delà des frontières et de les faire adopter par des institutions nationales et internationales, en dépassant ainsi le stade expérimental ;
- encourager les professeurs à prendre le temps de réfléchir aux moyens de promouvoir la créativité, la prise de risques et l'initiative dans leurs classes, et à discuter de leurs expériences et de leurs résultats avec leurs collègues.

C. Wieman, autre lauréat du prix Nobel qui a préconisé une réforme de l'enseignement des sciences plaide en faveur d'études de tels systèmes éducatifs qui pourraient mener à des réformes appuyées sur des preuves :

« Les étudiants des branches scientifiques quittent l'université en considérant la science comme moins intéressante et pertinente qu'ils ne le pensaient en commençant leurs études. L'étudiant typique n'apprend pas pour voir la science en tant qu'expert, comme un ensemble de concepts expérimentalement déterminés et interconnectés qui décrivent le monde. »

Dans leur article « *Re-designing Science Pedagogy: Reversing the Flight from Science* » Erica Williams et ses collègues préconisent de prendre des mesures afin d'inverser les tendances actuelles qui mènent à une diminution du nombre

d'étudiants en science dans la plupart des pays développés. Leur revue de la littérature en ce domaine les a amenés à conclure que :

« Les jeunes s'impliquent davantage dans le transfert des connaissances de base par des tâches actives que par une consommation passive. C'est l'ennui, et non la rigueur, qui les démotive - et c'est toute la différence entre les sources statiques et dynamiques de savoir. La créativité n'est pas l'antithèse de la rigueur scientifique, elle est au cœur même de la pensée scientifique. Nous disposons maintenant de nouvelles interprétations des pédagogies créatives qui rendent les stratégies d'enseignement visibles et efficaces. Ces stratégies peuvent développer simultanément une aptitude académique, numérique et sociale, et c'est le cœur de métier de l'enseignement scientifique».

De fait, le discours précédent pourrait s'appliquer à l'éducation dans tous les domaines, et non pas seulement à la science, ce qui indique que, si d'autres recherches doivent être entreprises, l'action et les politiques ne doivent plus être remises à plus tard. Etant donné l'importance de la créativité, de la prise de risques et de l'initiative dans l'éducation, il convient de ne pas attendre de nouveaux résultats, mais de commencer à mettre en œuvre des programmes nationaux et internationaux. Ces programmes devraient encourager la créativité et optimiser la diffusion des connaissances acquises en matière de créativité, en encourageant la traduction et la diffusion d'ouvrages à ce sujet, la création de cours en créativité à l'usage des enseignants, des élèves et des travailleurs ainsi que le développement de sites web sur lesquels les enseignants peuvent échanger leurs expériences.

Le temps et les lieux de créativité

Pour promouvoir encore des échanges créatifs, il pourrait être intéressant de créer des « salons » modernes, lieux de créativité dédiés à la libre interaction entre personnes créatives partageant la même vision qui ont du temps à consacrer à la production d'idées nouvelles. Dans de tels lieux, la philosophie de base serait, à l'instar du proverbe japonais « aucun de nous tout seul n'est plus intelligent que nous tous mis ensemble ». Ceci souligne ce qui a été confirmé par des études comme l'immersion de Dunbar dans les laboratoires de recherche : que les idées créatives viennent d'une interaction répétée entre un grand nombre de cerveaux ouverts et

différents qui ont appris à se faire mutuellement confiance et à collaborer. Ainsi, il serait vital d'apprendre aux étudiants à coopérer et à échanger des idées de façon conviviale, puis à approfondir le résultat obtenu. Il conviendrait donc d'apprendre aux étudiants à faire la critique des idées des autres sans toutefois critiquer ceux qui avancent ces idées, puis de les aider à améliorer ces idées en les fertilisant avec les leurs. Aujourd'hui, la création de plates-formes dans lesquelles les idées circulent librement joue un rôle clé dans le développement d'une intelligence collective. Ces espaces de créativité peuvent être réels ou virtuels, mais ils ne doivent pas servir seulement à établir des contacts sociaux, mais à interagir de manière à promouvoir la créativité et la libre circulation des idées. Il convient d'encourager les étudiants à utiliser le temps passé en ligne pour optimiser les interactions créatives (de nouvelles générations de sites web qui optimisent l'usage des outils existants et en inventent de nouveaux sont susceptibles d'être développées précisément à cet effet). Il est fort probable que certaines des interactions les plus prometteuses réalisées en ligne seront suivies de rencontres véritables dans des lieux spécialement créés pour encourager l'interaction créative, ou dans des endroits plus traditionnels « squattés » par des individus créatifs désireux d'échanger leurs dernières idées (les cafés, les cafeterias, les distributeurs ou les photocopieuses, qui bien souvent fournissent l'heureux hasard nécessaire à la probabilité de rencontre d'esprits créatifs en dehors de toute rencontre officielle).

Si l'université du siècle dernier est affectée par le développement de ressources en ligne et d'universités sur le web, soyons certains que l'un de ses principaux atouts est le campus, puisque les universités les mieux organisées constituent de gigantesques sites de créativité, où les idées sont jour et nuit discutées par des étudiants et des professeurs motivés venus de tous les horizons. Pour se faire une idée du potentiel économique de ces interactions, il suffit de se tourner vers les fondateurs des sociétés de nouvelles technologies, qui, partis de zéro ont, en une dizaine d'années, généré plus de vingt milliards de dollars et employé plus de 10 000 personnes. Soixante quatre pour cent de ces sociétés ont été créées par des étudiants de Stanford et de Berkeley et 73% sont situées sur des campus universitaires en Californie. Les deux tiers de ces étudiants venaient de l'étranger et avaient été attirés vers ces campus par l'atmosphère de créativité qu'ils savaient pouvoir y trouver.

Etre en mesure de créer des carrefours pour les esprits créatifs, voilà ce qui devrait devenir une priorité pour tout pays qui se soucie de stimuler la prochaine génération d'innovation révolutionnaire. De plus, l'âge moyen des fondateurs de ces sociétés était de vingt-six ans, ce qui suffit à nous faire comprendre que tout ce qu'une politique éducative peut faire avant même cet âge est crucial pour optimiser la créativité de la prochaine génération et pour l'aider à inventer l'avenir. L'exemple de Steve Jobs, le fondateur d'Apple, montre que le temps est ce dont ce genre d'éducation créative a le plus besoin pour s'épanouir, aussi, tout programme qui encourage le bachotage ne peut mener à la créativité. Au contraire, des projets créatifs devraient être organisés dans des périodes pendant lesquelles les étudiants ont du temps à y consacrer.

Former des constructeurs de savoirs créatifs

Les répercussions de ces mesures pourraient mener à la formation de constructeurs de savoirs créatifs, qui seraient éduqués pour devenir des « autodidactes du 21^{ème} siècle ». Il peut sembler contradictoire de former des autodidactes, mais voilà près de 25 siècles, Socrate avait déjà compris que le but de l'éducation c'est d'allumer « le feu qui part d'une étincelle puis se nourrit de lui-même ». Avec l'accès à Internet, les moteurs de recherche et les ressources éducatives libres toujours meilleures, le combustible pour le feu ne fera plus jamais défaut ; aussi le rôle des enseignants, qui consiste à provoquer la première étincelle et à apprendre à ces à renouveler eux-mêmes leurs savoirs, une fois parvenus à l'âge adulte, n'en est que plus important. Nous devons tous nous adapter à des sociétés dont l'évolution s'accélère, puisque dans de nombreux domaines comme la science et la technologie, la quantité des savoirs nouveaux double en quelques années. Déjà, chacun de nous doit gérer un flot croissant d'information pour se tenir au courant des progrès réalisés dans nos domaines d'intérêt et de compétence, pour être aussi efficaces que possible dans notre vie professionnelle et sociale. Il faut absolument apprendre à maîtriser ces flots d'informations et les innovations qu'ils rendent possibles. Comme le disait également Socrate « l'écriture ne peut s'emparer du savoir, puisque, contrairement à l'information, le savoir n'existe pas en dehors des humains ». Aussi, le rôle de l'éducateur devrait consister à aider les étudiants à transformer l'information en savoir. Dans le récent ouvrage collectif « *Opening-up Education, The collective Advancement of Education through Open Technology,*

Open Content and Open Knowledge rédigé par Toru Liyoshi et M. S. Vijay Kumar, les auteurs concluent en soutenant qu'aujourd'hui, les professeurs devraient devenir « des sommeliers de l'éducation » qui aident à choisir parmi un grand nombre d'options et facilitent le travail de groupe, et qui fournissent des environnements interactifs, devenant ainsi les agents d'opportunités d'apprentissage efficace, réceptif et bien adapté. »

Remarques en conclusion

Une revue de la littérature citée dans le présent rapport révèle que des solutions existent, validées par la recherche et par l'expérience dans des écoles pionnières, dont beaucoup ne fonctionnent pas toujours dans des conditions favorables. Comme le déclarait un professeur cité dans les dernières lignes du livre de Karin Chenoveth « *It's Being Done* »,

« dans l'éducation, nous savons très bien ce qui marche, car la recherche est prolifique ; le plus étonnant, c'est que la question aujourd'hui n'est pas de savoir ce qui marche mais pourquoi nous ne mettons pas en œuvre ce qui, nous le savons, marche dans toutes les écoles pour tous les enfants ».

Promouvoir la diffusion des meilleures pratiques en créant des environnements et des conditions culturelles dans lesquels elles peuvent se propager devrait donc être la priorité des politiques d'éducation. Pour développer des méta-compétences, comme la créativité, la prise de risques et la capacité à prendre des initiatives, ces politiques devraient donner aux professeurs la liberté d'être créatifs et de prendre des initiatives, leur permettre d'échanger des idées et de s'informer des résultats des pratiques couronnées de succès. Mais si la formation des enseignants est essentielle, elle ne saurait suffire à amorcer les changements requis si un débat national n'est pas encouragé par tous les moyens. Parmi ceux-ci, l'engagement des plus hautes autorités, la publication d'ouvrages (dont des traductions, le cas échéant), des programmes télévisés et radiodiffusés et la création de sites web et de conférences visant à lancer un débat public sur la façon d'éduquer les enfants pour leur permettre de relever les défis d'un monde dont l'évolution est si rapide qu'elle rend toute prévision impossible.

Des faits analysés dans le présent rapport, on pourrait conclure que, puisque les générations futures auront accès à une masse toujours plus importante d'informations et d'outils permettant de traiter cette information, les enseignants devront également leur montrer comment apprendre, désapprendre, créer, organiser, fixer des priorités, faire des analyses critiques et décider d'intégrer ou de rejeter l'information. A l'avenir, tous les enfants, tous les étudiants, tous les citoyens devraient être des constructeurs de savoirs du 21^{ème} siècle, capables de renouveler, d'actualiser eux-mêmes leurs compétences. Ils apprendront aussi à prendre des initiatives - parfois même des risques - en combinant ces nouvelles compétences pour créer des innovations dont pourra disposer la société toute entière. Par leur éducation, ils devraient faire suffisamment confiance à leur créativité pour considérer ces changements comme des chances à saisir et non comme des menaces. Afin que chacun puisse bénéficier du progrès technologique de plus en plus rapide, les enfants et les adultes doivent apprendre, par une formation permanente, à apprendre par eux-mêmes, à collaborer avec les autres et à optimiser leurs capacités créatives. Pour ce faire, les écoles et les universités doivent venir en bonne place parmi les lieux de créativité, dans lesquels enfants et adultes peuvent développer leur potentiel. Soyons certains que, dans les années à venir, les pays qui mobilisent l'intelligence collective de leurs citoyens par des systèmes d'éducation créatifs seront à l'avant-garde du développement humain et technologique.

Annexes

Annexe 1 : extraits de « Creative Thinking in the Classroom », de Robert J. Sternberg

En apprenant aux étudiants à traiter l'information d'une manière créative, nous les encourageons à créer, à inventer, à découvrir, à explorer, à imaginer et à supposer. Pourtant, nous pensons que, dans une large mesure, la créativité n'est pas seulement une façon de penser, mais que c'est plutôt une attitude face à la vie (Sternberg & Lubart, 1995, 1996). Les individus créatifs sont créatifs en grande partie parce qu'ils ont décidé de l'être (Sternberg, 2000). Quelles décisions sous-tendent la pensée créative ? Il en existe peut être 12 principales :

1. Redéfinir les problèmes. Redéfinir un problème, c'est prendre un problème que la plupart des gens voient sous un même angle et s'autoriser, voire même se forcer, à le voir sous un autre angle. Cela veut dire ne pas accepter les choses simplement parce que les autres les acceptent.
2. Analyser ses propres idées. Personne n'a que de bonnes idées. Même les psychologues les plus créatifs font parfois des erreurs. Les élèves doivent apprendre à critiquer leurs propres idées ; être les premiers à décider lesquelles de leurs idées valent vraiment la peine d'être retenues puis, par la suite, à admettre qu'ils se sont trompés. Nous devrions tous garder un certain degré de scepticisme vis-à-vis de nos idées. Personne n'a toujours raison, et les gens qui perdent tout scepticisme par rapport à leurs propres idées risquent de se trouver rapidement dans une impasse, parce qu'ils pensent peut être avoir toutes les réponses.
3. Vendre ses idées. Dans notre jeunesse, nous pensons bien souvent que des idées créatives se vendent toutes seules. Il n'en est rien. Le processus créatif ne s'achève pas avec la génération d'idées, ni même avec la critique qui en est faite. Les idées créatives remettant en question les façons de faire qui sont les nôtres, elles doivent être « vendues » au public, qu'il s'agisse de scientifiques ou du grand public.
4. Le savoir est une lame à double tranchant. Pour être créatif, il faut être cultivé : on ne peut aller au-delà du connu sans le connaître soi-même. Pourtant, la connaissance est également de nature à bloquer la créativité (French & Sternberg, 1989). Les experts peuvent se trouver enlisés dans une

manière de penser, et perdre ainsi de vue d'autres perspectives et d'autres points de vue. Il importe donc que les professeurs fassent bien comprendre aux étudiants que les étudiants ont autant à apprendre aux professeurs que les professeurs aux étudiants. Les professeurs ont l'avantage de la connaissance, les étudiants celui de la flexibilité. En travaillant ensemble, ils peuvent aller plus loin que les uns ou les autres ne le peuvent de leur côté. Les professeurs doivent prendre garde à ne pas rejeter le point de vue des étudiants simplement parce que celui-ci ne cadre pas avec leur propre façon de voir les choses. D'une part, on ne peut être créatif sans savoirs. On ne peut tout simplement pas aller au-delà de l'état actuel des savoirs si l'on ne connaît pas cet état actuel. Beaucoup d'enfants ont des idées créatives en ce qui les concerne eux-mêmes, mais pas en ce qui concerne un domaine d'activité, parce que d'autres ont déjà eu les mêmes idées. Ceux qui disposent d'une base de savoirs plus étendue peuvent avoir une créativité dont ceux qui en sont encore à acquérir les fondamentaux dans ce domaine sont incapables. En même temps, ceux qui ont un niveau d'expertise dans ce domaine peuvent avoir des œillères, faire preuve d'étroitesse de vue et d'une forme de retranchement. Les experts sont parfois tellement enlisés dans une manière de penser qu'ils sont dans l'incapacité de s'en dégager. Ce genre de chose n'arrive pas qu'aux autres. Cela peut arriver à tout le monde. L'éducation doit être permanente, et ne doit pas s'arrêter lorsqu'une personne a obtenu une reconnaissance par un quelconque outil de mesure. Lorsqu'une personne croit savoir tout ce qu'il y a à savoir, il est peu probable qu'elle puisse à nouveau faire preuve de créativité.

5. Surmonter les obstacles. Du fait que les personnes créatives « défient les foules », elles rencontrent inévitablement des obstacles. La question n'est pas de savoir si elles rencontreront des obstacles, mais si elles auront le courage de les surmonter.
6. Prendre des risques calculés. Notre système éducatif encourage souvent les élèves à rester prudent. Aux tests, ils donnent des réponses prudentes. Lorsqu'ils s'expriment par écrit, ils essaient de deviner ce que leur professeur attend d'eux. Mais les individus créatifs sont toujours désireux de prendre un risque et, dans ce processus, il leur arrive d'échouer certaines fois, comme

pour mieux réussir d'autres fois. Les professeurs doivent encourager cette prise de risque.

7. Etre désireux de progresser. Bien des gens ont une idée créative en début de carrière puis passent le reste de leur vie à développer cette idée. Ils ne sont plus désireux - ou ils ont même peur - de dépasser cette idée. Peut-être ont-ils dû dans un premier temps affronter l'*establishment*, scientifique ou autre, pour faire accepter cette idée. Mais plus tard, ils représentent eux-mêmes cet *establishment* qui s'oppose aux idées nouvelles qui menacent le monopole de la vérité qu'ils croient détenir.
8. Croire en soi. Les personnes créatives trouvent souvent que leurs idées sont tièdement reçues. J'ai le sentiment que tous les individus véritablement créatifs en viennent à croire, à un moment ou à un autre, qu'ils ont perdu la majeure partie voire la totalité de leurs sources externes de soutien intellectuel ou même affectif. Dans ces moments-là surtout il importe particulièrement qu'ils gardent confiance en eux, qu'ils conservent un sentiment d'efficacité (Bandura, 1996). S'ils perdent cette confiance en eux, ils se retrouveront sans rien.
9. Tolérer l'ambiguïté. Lorsque nous essayons de faire des choses créatives, nous constatons souvent que, dans leur stade initial et parfois même dans leurs stades avancés, elles ne fonctionnent pas comme elles le devraient. Nous passons par des périodes d'ambiguïté inconfortables et prolongées pendant lesquelles les choses ne se mettent pas vraiment en place. Pourtant, pour être vraiment créatif, il nous faut supporter l'ambiguïté suffisamment longtemps pour concrétiser nos idées.
10. Trouver ce que l'on aime faire et le faire. Si la recherche sur la créativité nous montre quelque chose, c'est bien que les gens atteignent le summum de leur créativité lorsqu'ils font ce qu'ils aiment faire (voir, par exemple, Amabile, 1996). En tant que professeurs, il nous faut donc encourager les étudiants à trouver leur propre niche, leur propre amour de la psychologie ou de tout autre chose, et non pas essayer d'en faire des disciples ou des « clones » qui feront ce qui nous plaît plutôt que ce qui leur plaît.
11. Se donner du temps. Etre créatif, cela prend du temps (Gruber & Wallace, 1999). L'idée que, la plupart du temps, l'inspiration arrive comme un flash, est une idée fautive. Les étudiants doivent apprendre à se donner du temps pour

l'incubation, la réflexion et la sélection entre les différentes idées. S'ils sont toujours sous pression, ou si on les met sous pression, ils auront du mal à produire un travail créatif.

12. Accepter ses erreurs. Nous apprenons par nos erreurs. Cependant, si les enfants ont peur de faire des erreurs, ils auront du mal à être créatifs. Les personnes créatives ont souvent abandonné beaucoup d'idées ou de produits qui ont avorté, avant de rencontrer le succès. S'il ne leur avait pas été possible de commettre ces erreurs, peut-être n'auraient-elles jamais généré l'idée ou le produit qui a assuré leur renommée.

Annexe 2 : A propos de l'auteur

François Taddei est directeur d'une équipe de recherche en biologie des systèmes et évolution dans une unité de l'INSERM à l'université Paris-Descartes. Après une formation scientifique générale à l'Ecole Polytechnique, avec la physique et la biologie comme matières principales, il devient haut fonctionnaire au Ministère de l'agriculture, avant d'obtenir un doctorat de génétique, en étudiant l'évolution du taux de mutations avec Miroslav Radman. Après une formation postdoctorale auprès de John Maynard-Smith, ces dix dernières années, son équipe de recherche a étudié l'innovation et la dégénérescence dans les systèmes biologiques. Ce travail a fait l'objet de nombreuses publications dans des revues scientifiques généralistes, et a été couronné par plusieurs prix (Prix EURYI, Prix du programme Frontière humaine (HFSP), Prix de recherche fondamentale de l'INSERM et Prix Liliane Bettencourt pour les sciences du vivant).

Ces cinq dernières années, il a créé à Paris le CRI (Centre de Recherche Interdisciplinaire), qui propose un Master (Approches interdisciplinaires du vivant ou AIV), une école doctorale (Frontières du vivant ou FDV) soutenue par le programme de doctorat Liliane Bettencourt) et occupe des chaires financées par Orange et Axa. Les installations attribuées au CRI accueillent des professeurs invités et plusieurs clubs de discussion pour étudiants, qui se réunissent deux fois par semaine. Le rôle principal du CRI est de promouvoir de nouvelles pédagogies pour aider les étudiants créatifs à prendre des initiatives et à développer leurs projets de recherche, avec l'aide de mentors, d'organismes de recherche, de sociétés privées et de fondations comme la Fondation Bettencourt, qui a soutenu de nombreuses activités créées à l'initiative d'étudiants. Ces activités vont de la première équipe française de biologie synthétique (qui a reçu le Foundational Research Award lors de sa première participation au concours IGEM organisé par le MIT), au festival scientifique « Paris-Montagne », en passant par la Science Académie, un programme de sensibilisation qui permet aux lycéens de quartiers défavorisés de découvrir la créativité de la science en passant leurs vacances dans des laboratoires de recherche.

Remerciements

L'auteur tient à remercier les personnes suivantes de leur précieuse contribution qui a permis d'améliorer le présent rapport, mais assume l'entière responsabilité des erreurs ou lacunes qu'il pourrait présenter.

Livio et Eva-Fleur Riboli-Sasco ont contribué dès le début à recenser les principales références et à discuter du travail. Les commentaires de Ariel Lindner ainsi que Dominique et Julia Taddei ont permis d'améliorer les précédentes versions du manuscrit. Noah Hardy a apporté des modifications au manuscrit. Enfin, ce qui n'est pas le moins, Erica McWilliam et Pasi Sahlberg ont eu la gentillesse de partager certaines de leurs idées et certains de leurs travaux non encore publiés, qui ont enrichi ce rapport.