

## Innovation à partir du microscope digital avec Hopscotch

**Dessine-moi un scientifique** Au début de l'année scolaire, je demande à mes élèves de me dessiner un scientifique. Cela me permet d'avoir une idée de leur compréhension afin de pouvoir corriger ou enrichir leur conception s'il y a lieu. Dans cet exemple, un de mes élèves m'a dessiné en tant que scientifique. Madame est une scientifique, elle connaît bien la technologie et elle utilise les ordinateurs pendant l'heure du génie. Bien que j'aime cette image, incluant une femme, une minorité, et l'ingénierie je pense qu'elle est incomplète. Il y a d'autres outils que les scientifiques utilisent et d'autres endroits que la salle de classe où les scientifiques travaillent.

Saviez-vous que Olathe MacIntyre, Scientifique en résidence à Science Nord dans le nord de l'Ontario est considérée très sérieusement au poste d'astronaute par l'Agence Spatiale Canadienne. La scientifique est l'une des 100 personnes qui ont été sélectionnées parmi plus de 4000 candidatures reçues pour devenir l'un des deux Canadiens à travailler dans la Station spatiale internationale. Elle a une vaste expérience en biologie, et elle a publié une thèse sur la culture des plantes dans des environnements à basse pression.

**Cryogénisation** On se souviens peut-être de **Khan** et ses 72 tubes de cryonisation du film Star Trek. Après des centaines d'années, la race la plus dangereuse qui n'a jamais existée est réveillée de leur sommeil pour construire des armes dangereuses. Dans le film, James T. Kirk a aussi été sauvé après sa mort grâce à la cryonisation. C'est une belle histoire d'innovation cinématographique, **mais** qu'en est-il de la science dont parle le film? Julie Payette dans l'émission découverte de Radio-Canada nous en donne la réponse. C'est loin d'être au point. En laboratoire, on n'a pas encore réussi à vitrifier un seul organe sans faire de dommage. Comment faire avec tout un cerveau? Pourquoi faire cela? On vous vend l'immortalité en misant sur le progrès de la science.

On peut penser aux fraises que l'on congèle. Le défi est l'eau. En gelant, la fraise prend de l'expansion et se déforme. Les cristaux de glace percent les membranes des cellules. Quand on dégèle, la fraise a perdu toute sa forme. On voit ici une fraise dégelée au microscope. Solution : remplacer l'eau par un liquide qui ne gèle pas : une sorte d'antigel. Cette technique s'appelle la vitrification. On a réussi seulement avec quelques cellules, pour **concevoir des enfants avec des embryons vitrifiés**. On remplace l'eau par de l'antigel médical qui n'endommage pas les cellules.

## **Le microscope digital**

Un outil de choix des scientifiques est le microscope. Le microscope digital est une variation du microscope optique traditionnel. Il est muni d'une caméra et de logiciel permettant de transférer des images et des vidéos à un ordinateur. D'autres modèles de microscope utilisent le iPad ou le iPhone comme écran à l'aide de Bluetooth. En salle de classe, le microscope digital est plus facile à utiliser parce qu'un groupe d'élèves peuvent manipuler le microscope et consulter les résultats en même temps à l'aide de l'écran. La mémoire du microscope fonctionne comme une clé USB. Les images peuvent être mises en ligne avec DropBox et transférées sur toute autre application que vous utilisez, sur téléphone, iPad ou ordinateur.

## **Les lamelles préparées**

Les élèves peuvent préparer leurs propres lamelles ou utiliser les lamelles déjà préparées afin de voir des spécimens plus difficiles à obtenir comme des parties du corps ou des spécimens nécessitant de la coloration chimique. Elles sont très faciles à utiliser et très intéressantes.

## **Faire des liens en lecture**

Les élèves en difficulté ou les élèves qui apprennent à lire peuvent lire des livres de sciences et faire des liens texte à moi parce qu'ils auront eu la chance de manipuler le microscope et de voir les cellules de sang dont parle leur livre. Ce type de lecture peut motiver certains à lire encore plus à cause du très intéressant contenu. Les élèves doués peuvent aussi faire des liens texte à moi parce qu'ils ont la chance de choisir les objets qui les intéressent et de les regarder au microscope. On donne une image plus juste du scientifique et inspire les étudiants vers l'exploration des sciences.

## Écriture

Lorsque les astronautes vont dans l'espace, tout leur corps est affecté par la microgravité. Le système cardiovasculaire devient moins conditionné à cause du manque de gravité. Lorsque les astronautes reviennent sur Terre, ils ont de la difficulté à se réadapter à la vie avec la gravité et souffrent de perte d'équilibre et d'évanouissement. Des chercheurs de l'Université de Waterloo ont commencé l'expérience BP-reg afin de contrer les effets des vols dans l'espace. Le premier sujet de l'expérience était Chris Hadfield.

Avec la technologie, tel un blogue, ces textes peuvent être partagés avec d'autres étudiants de la classe, rendant leur écriture plus authentique. Les étudiants peuvent lire le blogue de leurs amis et poser des questions ou faire des commentaires. Dans cet exemple, l'étudiante avait écrit un blogue au sujet du cœur de Chris Hadfield lorsqu'il s'est rendu dans l'espace.

### **Quelle est la taille des images?**

On inclut ici un peu de mathématiques. Avec une règle en plastique transparente, on peut estimer la taille des images. Le premier objectif du microscope permet d'agrandir l'image de 40 fois. On peut apercevoir les deux lignes indiquant un millimètre. On estime l'image à 1mm de diamètre. Le deuxième objectif du microscope permet d'agrandir l'image de 100 fois, ce qui permet de voir à 4 microns de diamètre. Le troisième objectif permet d'agrandir de 200 fois et le quatrième objectif permet d'agrandir l'image de 400 fois, ce qui permet de voir au niveau du micron.

## **Dernier enfant dans les bois**

Le terrain de l'école offre une grande quantité de spécimens que l'on peut collecter et regarder sous le microscope. Il y a tous les insectes, la poussière, le sol, les variétés de plantes, les animaux qui se présentent. On peut faire un inventaire de la diversité de la faune dans l'habitat de la cour d'école et regarder quelques spécimens au microscope. Il y a aussi les scientifiques des centres de conservation qui se rendent dans les écoles pour faire connaître la nature aux enfants. Pendant ce temps, les enfants ont la chance de se rapprocher de la nature et de s'attacher à la nature. On peut seulement protéger ce que l'on connaît et valorise. Parfois, ces petites visites sont les seules fois que l'élève se rapproche de la nature.

Pour différencier l'instruction, et élargir le champ d'exploration des élèves, je donne un microscope aux élèves. Vous voyez ici, au microscope un poil de raton laveur et une coupe d'os.

## **Création musicale**

Les élèves avec des talents artistiques sont aussi intéressés au microscope. On voit ici le projet de 3 jeunes étudiantes qui pendant les récréations pratiquaient le chant et aussi composaient leur propre musique. Elles ont fait un film accompagnement leur musique avec des images du microscope. Une autre équipe d'étudiantes avaient composée des mélodies directement avec Hopscotch avec le microscope digital comme inspiration.

## **L'heure du code**

Vous vous demandez quoi faire pendant l'Heure de Code? Pourquoi ne pas utiliser une image du microscope avec Hopscotch sur le iPad et créer un site web. L'image est une patte de moustique. Le virus Zika est transporté par les maringouins et transmis aux humains lorsqu'ils sont piqués. On a vu par exemple qu'il cause le micro encéphalite chez les nouveau-nés. Il n'y a pas de remède pour le virus Zika et la seule façon pour l'instant de se protéger du virus Zika est de limiter la population de maringouins.

## **La classe inversée**

Avec la classe inversée, on encourage les femmes vers la science. Les élèves regardent les vidéos à la maison et font les expériences scientifiques à l'école et des recherches à l'école pour répondre à leurs questions. Vous avez sûrement entendu parler de la disparition des abeilles. Des colonies entières disparaissent. Les abeilles jouent un rôle important dans la pollinisation des plantes et de la production de notre nourriture. Plusieurs scientifiques travaillent à trouver la source du problème et en trouver une solution. Par exemple, Susan Cobey à Washington travaille avec son microscope à diversifier la population d'abeilles. Elle élève de nouvelles abeilles plus résilientes avec de l'ADN plus diversifié. On voit au microscope la partie buccale de l'abeille. On montre les résultats sur les statistiques canadiennes sur la perte des abeilles. On prédit aussi le résultat génétique de la diversification des abeilles avec Hopscotch.

## **Contamination sur Mars**

Le Rover qui s'est rendu sur Mars était bien propre, mais pas toutes ses parties ont été stérilisées. Des règles internationales très strictes empêchent Rover de toucher des sources possibles d'eau sur Mars afin de prévenir la contamination de Mars avec des microorganismes terriens. On étrenue dans le plat de Pétrie afin de voir ce qui se passe après quelques jours. Vous voyez pourquoi nous ne voulons pas mélanger le Rover à l'eau martienne?

## **Croissance et survie des champignons dans l'espace**

Des scientifiques à bord de la Station Spatiale Internationale étudient l'agriculture. Est-ce que les champignons pourraient se développer dans l'espace afin de décomposer les déchets et aussi nourrir les astronautes? On peut faire l'expérience en gravité aussi.

## **D'où provient l'essence?**

Au Canada, l'essence provient des sables bitumineux de l'Alberta. J'ai fait tout le tour des sites pétroliers entre Edmonton et Fort McMurray avec Inside Éducation et j'ai rapporté quelques grains de sable bitumineux qu'on voit ici au microscope. C'est du sable, rempli d'huile. Le bitume à l'intérieur du sable est facilement visible. On l'extrait et le raffine pour nos automobiles et nos avions.

## **L'eau pure**

Beaucoup de gens sont concernés par l'effet du vieillissement des pipelines transportant le pétrole du l'Alberta jusqu'au Québec sur l'eau potable. Il y a eu, entre autres, des manifestations à North Bay et à Montréal. J'ai décidé de faire une expérience afin de voir si l'eau environnante est affectée par le pipeline qui passe à Mississauga, le long de la 403. On doit voir premièrement à quoi ressemble l'eau pure sous le microscope digital. On voit ici de la vapeur d'eau congelée sur une lamelle qui fond sous la lumière du microscope.

## **Est-ce qu'un pipeline affecte l'eau?**

Vu l'importance de cette question, nous avons utilisé 5 méthodes différentes pour répondre à cette question afin ne pas biaiser nos résultats. La caméra à infrarouge permet de voir jusqu'à un mètre sous la terre. Elle permet de détecter les fuites d'essence et de gaz, s'il y en a. Le pipeline se trouve sous les fils électriques. On ne remarque rien d'anormal. On ne remarque rien d'anormal non plus qui s'échappe des bouches d'aération des infrastructures sous-terrain. Le test de pH avec le papier tournesol indique qu'avant et après le passage du pipeline, le pH de l'eau est un peu basique. On récolte des échantillons d'eau que l'on peut analyser avec le microscope et aussi avec un stylo qui teste les solides dissous dans l'eau.

## Observations

Même dans l'eau du robinet, nous n'avons pas d'eau pure. On voit au microscope des particules dans les trois échantillons d'eau. Avec le stylo, on remarque que la concentration des particules dans l'eau du robinet est de 164 ppm. Après le pipeline, dans un petit parc au sud de Square One, la concentration des particules dans l'eau est de 350 ppm. La concentration des particules est plus basse qu'avant le pipeline. Avant le pipeline, on voit un marais sur le terrain du Conseil de Peel, au centre de Mississauga. La concentration des particules est de 386 ppm. Le marais donne de la nourriture qui attire les animaux. Dans le marais, il y a des plantes mortes qui se décomposent. Le marais absorbe aussi le carbone au lieu de le rejeter dans l'atmosphère. Les marais aident à modérer les effets du changement climatique.

## À quoi ressemble un déversement de pétrole?

Le film DeepWater Horizon donne une excellente idée de quoi ressemble un déversement de pétrole sur une plateforme pétrolière. Cet accident dans le golfe du Mexique est le plus grand déversement de pétrole des États-Unis. On peut faire une simulation en salle de classe avec un bol, de l'eau et de l'huile d'olive. On peut remarquer au microscope que l'huile ne se dissout pas dans l'eau comme le sel. Elle forme de petites bulles plus ou moins grosses dans l'eau.

## L'innovation

Tony Wagner indique dans son livre que les compétences traditionnelles que l'on enseigne telles la pensée critique, la collaboration, l'initiative, l'analyse d'information, la communication orale et écrite, la curiosité ne sont plus suffisantes pour notre économie moderne. Il faut passer à l'innovation.

On ne peut pas innover sans connaissances. Les élèves doivent posséder des connaissances avancées à propos de questions importantes. Avec une pensée critique, les élèves peuvent poser les bonnes questions, faire des liens, observer, collaborer, et faire des expériences. Nous devons aussi avoir la motivation intrinsèque. C'est la passion et l'intérêt à poursuivre un projet. Les jeunes sont motivés lorsque leur travail leur semble comme un jeu. Le jeu permet aux élèves comprendre le sujet plus profondément et de développer la passion de maîtriser quelque chose. Cette passion évolue en un désir de « faire une différence », de « faire l'histoire » comme dirait Jeff Bezos ou de « mettre un ding dans l'univers » comme dirait Steve Jobs.

## Heure du génie

Mes élèves obtiennent régulièrement d'excellents résultats aux examens du ministère, donc je ne craignais pas d'essayer quelque chose de nouveau. L'utilisation de Hopscotch pendant l'Heure du Génie a été très réussie. Pendant un peu plus d'une heure par semaine, au cours de l'Heure du Génie, les étudiants reçoivent un iPad et la possibilité de créer quelque chose de nouveau qu'ils considèrent important. C'est le même concept que Google utilise avec leurs employés. Ils ont l'autonomie de travailler à un projet fascinant de leur choix s'ils suivent la vision de la corporation. On peut évaluer la créativité des élèves. Par exemple : les idées sont combinées de façon originale et surprenante, pour résoudre un problème, s'adresser à un objet de litige, ou de faire quelque chose de nouveau.

## Quelles sont les meilleures algues pour fabriquer du pétrole vert?

Avec le microscope, nous avons vu plusieurs exemples scientifiques qui permettent de comprendre le monde qui nous entoure. Ce qui est plus intéressant est qu'il nous permet de faire de l'innovation, d'émuler nos scientifiques et de développer dès maintenant des nouvelles connaissances pour résoudre nos problèmes contemporains comme le réchauffement climatique.

Avec un aquarium en classe avec des plantes aquatiques, on se porte naturellement à regarder la flore au microscope. On y voit des algues de toutes sortes. On a recherché quelles algues se reproduisaient le plus rapidement. Saviez-vous que les algues peuvent être utilisées pour produire du pétrole VERT. Ce pétrole est similaire au pétrole fossile sauf qu'il enlève du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère. En utilisant les images du microscope, on peut faire un site web avec SMORE expliquant les résultats de l'expérience.

## **Innovation en Intelligence Artificielle**

Pour être encore plus innovateurs, nous représentons nos résultats sous forme d'intelligence artificielle avec Hopscotch. Hopscotch permet de reconnaître la parole. Au lieu de dire **OK Google**, pour que le téléphone ou le iPad nous réponde, nous allons dire **OK Hopscotch** et notre programme Hopscotch va nous répondre, ici sous forme de texte.

Le pétrole vert, fait à partir d'algues est une solution possible au réchauffement climatique. On installe un photo-bioréacteur à côté d'une cimenterie afin d'alimenter les algues en CO<sub>2</sub>, au lieu d'envoyer le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Les algues se développent et sa biomasse, pleine d'huile, est récoltée afin de produire du carburant. Ce carburant peut être utilisé comme carburant dans les avions pour remplacer le pétrole actuel.

### **AI : apprentissage supervisé**

L'intelligence artificielle se retrouvera dans tous les domaines, dont le domaine médical. L'IA pourra prédire si une tumeur est maligne, avant le radiologue avec un taux de confiance de 90%. Pour ce faire, l'IA doit apprendre à voir et à interpréter des images. L'apprentissage supervisé est comme montrer à un enfant un livre d'images. On montre une image et on dit c'est une cellule. On montre une autre image, s'agit-il d'une cellule ou non? Au bout de quelques images, l'IA réalise ce qu'est une cellule. Pour être vraiment utile, l'IA doit pouvoir reconnaître que ce qu'elle voit est vraiment une cellule, qu'elle est saine et non cancéreuse.

### **IA : Apprentissage profond**

Pour prédire ce qui va arriver dans le futur d'une tumeur, on doit trouver des pixels anormaux parmi des images saines. L'apprentissage profond permet de représenter des images. Plus le niveau de représentation de ces images est élevé, et c'est la clé, plus l'intelligence artificielle sera capable d'interpréter ce qu'il voit.

## **IA : Apprentissage prédictif**

Les intelligences artificielles ont une intelligence très spécialisée, comme les calculatrices qui font des calculs très élaborés, très rapidement, mais n'ont aucune intelligence générale. L'intelligence artificielle n'est pas encore capable de faire un apprentissage non supervisé, comme nous les humains. Avec l'apprentissage prédictif, on apprend à prédire le futur, comme de quelle façon les blocs vont tomber. On doit inventer par exemple le reste de l'image pour prédire des choses qui sont raisonnables. On voit ici au microscope un vert plat *Taenia Pisitormis* que l'on retrouve dans la viande avariée et l'IA prédit, en utilisant des mathématiques assez complexes, ce qui arrivera à vos cellules si vous en mangez.

## **IA : Apprentissage par renforcement**

Avec l'apprentissage par renforcement, on fait l'apprentissage par essai et erreur en temps réel. On est capable de choisir nos actions et d'appliquer des actions sur leur environnement et observer les effets de ces actions-là. Cela permet de choisir les meilleures actions.

On voit ici des cellules adipeuses, qui font l'entreposage de nos lipides, notre gras. Ces cellules sont un réservoir de cellules souches qui pourraient être utilisées pour fabriquer des tissus spécialisés comme des tissus osseux, du cartilage. On pense aussi qu'elles pourraient être utilisées pour fabriquer d'autres tissus comme du tissu du muscle cardiaque. L'IA pourrait faire en quelques secondes ce que l'humain fait en plusieurs heures de travail.

## **IA : apprentissage autonome**

L'apprentissage autonome combine les efforts de l'apprentissage profond et de l'apprentissage par renforcement. Il n'est plus suffisant de comprendre son environnement. Il faut aussi être capable d'appliquer le contrôle et choisir une trajectoire. En santé, cela permet de personnaliser les traitements et de détecter et traiter les cancers par exemple. L'IA peut établir une carte détaillée des zones à traiter et réduire le temps de planification que demande la radiothérapie des cancers.

## Chirurgie en réalité virtuelle

Il n'est plus nécessaire d'avoir tous les chirurgiens dans la même salle pour faire une opération. Avec la réalité virtuelle, on peut avoir des chirurgiens généraux effectuant l'opération et le chirurgien spécialiste dirigeant l'équipe d'un autre pays. En plus de la caméra et de la communication audio en direct, la réalité virtuelle simule le mouvement des mains du chirurgien expert en temps direct que le chirurgien général peut suivre afin d'effectuer l'opération délicate.

## Myscopeoutreach.org

Vous n'avez pas de microscope? Vous pouvez toujours utiliser les microscopes en ligne. Avec [myscopeoutreach.org](http://myscopeoutreach.org) vous pouvez regarder plusieurs spécimens au microscope optique et aussi au microscope électronique. On voit ici un cheveu au microscope électronique.

Par exemple, le FBI a utilisé l'analyse au microscope de 1973 à 1999 comme pièce d'évidence pour la conviction de gens pour crimes comme les meurtres. Dans certains cas, la preuve par l'analyse des cheveux au microscope était la seule évidence disponible pour la conviction. Beaucoup de gens maintenaient leur innocence devant cette science. Beaucoup plus tard, on a utilisé l'ADN afin de réexaminer l'évidence présentée. On a trouvé que dans 95% des fois, l'évidence était fautive. On a emprisonné 95% de gens innocents avec cette preuve qui était scientifiquement invalide. Cette preuve a été développée par le FBI et non par des scientifiques. Bien que l'on peut voir d'énormes différences entre les cheveux d'individus différents (mes cheveux et ceux de mon garçon), le FBI n'avait pas comparé la distribution de cheveux dans la population. C'est-à-dire combien de personnes ont le même type de cheveux, de la même taille et de la même couleur. Avoir une bonne connaissance de la science et de ces applications est tout à fait fondamental. Les jurés avaient décidé de mettre leur confiance dans les gens du FBI qui pouvait être convaincant au lieu du jeune homme noir innocent, même s'il disait la vérité.

Même si on décide de ne pas devenir scientifique, chacun de nous doit avoir des connaissances fondamentales de la science afin de pouvoir comprendre ce qui se passe autour de nous.

## **Innovation en criminologie**

Maintenant, avec un échantillon d'ADN du suspect retrouvé sur la scène du crime, on identifie des gènes spécifiques à partir de cet échantillon. Avec la technologie, les gènes identifiés peuvent aider à esquisser les traits physiques du suspect en un portrait-robot. C'est la technique du portrait-robot génétique. On n'a même pas besoin de témoins pour faire le portrait-robot. Par exemple, on sait que les chromosomes X et Y indiquent s'il s'agit d'une femme ou d'un homme. On peut connaître le type de peau, la forme des yeux, du nez, de la bouche, si elle a des taches de rousseurs ou non à partir des gènes. Avec des recherches plus poussées, il sera aussi possible de savoir l'âge de la personne et aussi sa grosseur relative. C'est encore en développement, mais d'ici 5 à 10 ans, on aura la connaissance des vrais visages des criminels les plus énigmatiques.

## **Le microscope thermique**

Avez-vous déjà acheté des ordinateurs qui deviennent vraiment chauds lorsque l'on est utilisé? Les compagnies peuvent régler ce problème-là avec un microscope thermique. Une caméra à infrarouge peut être attachée au microscope. Ces microscopes sont utilisés pour étudier la température des microprocesseurs et vérifier la performance thermique de chacun des composants de l'ordinateur. Le microscope thermique peut mesurer la température à 3 microns près.

## Hydrogène métallique

Des scientifiques comme Isaac Silvera de l'Université de Harvard utilisent ce microscope pour regarder les atomes avec la lumière bleue, verte, rouge et infrarouge. Ils ont réussi à créer de l'hydrogène solide. Ils compressent de l'hydrogène entre 2 diamants à une température de -258 Celcius ou 15 Kelvin afin de transformer l'hydrogène gazeux en hydrogène solide. Une fois revenu à température de la pièce, le solide peut rester très stable.

Vous voulez toujours des ordinateurs de plus en plus rapides? Il y a des limites aux lois de physique que l'on utilise actuellement. On doit trouver de nouvelles façons de procéder, avec des ordinateurs quantiques, avec la physique du monde microscopique. Isaac Silvera veut créer un semi-conducteur qui ne perd pas de chaleur à la température de la pièce.

Il faudra aussi développer des langages de programmation quantique et une bibliothèque pour manipuler la physique quantique. Il y a déjà le langage quantique **Liquid** de Microsoft pour la programmation quantique, mais en salle de classe, vous pouvez utiliser **Hopscotch** pour dessiner les atomes d'hydrogène.

## **Le microscope à effet tunnel**

Le microscope à effet tunnel est un microscope qui fonctionne au niveau quantique, au niveau moléculaire. Cette nouvelle technologie nano permet de résoudre plusieurs problèmes environnementaux. Si on regarde le rapport d'échelles, une nanoparticule est 130 millions de fois plus petite qu'une orange, qui est 130 millions de fois plus petite que la Terre.

## **Innovation en nanotechnologie**

Le prix Nobel de physique a été décerné à deux chercheurs russes pour leurs travaux sur le graphène. Le graphène est une feuille de carbone d'une épaisseur d'un seul atome. Il est produit à partir du graphite qui est le carbone de nos mines de crayons.

Ces feuilles de graphène très minces aideront à fabriquer d'autres produits dont la prochaine génération de panneaux solaires.

## **Innovation environnementale**

De nombreuses régions du monde ne disposent tout simplement pas assez d'eau pour survivre. Il n'y a pas assez d'eau douce pour les cultures qui soutiennent la vie humaine. 97% de l'eau sur Terre est salée. Y a-t-il un moyen d'utiliser cette eau? Les usines actuelles de filtration d'eau utilisent de grandes quantités d'énergie pour filtrer l'eau avec l'ébullition. Peut-on économiser de l'énergie en utilisant une méthode de filtrage différent? Les scientifiques font des recherches sur la filtration en utilisant les nano filtres. C'est un système passif qui ne nécessite pas de grande quantité d'énergie. Le filtre ne laisse passer les molécules d'eau, empêchant les polluants et le sel de passer. Nous pourrions obtenir de l'eau douce assez facilement, afin de résoudre les problèmes de pénurie d'eau.

## **Innovation en aviation**

Boeing a inventé une structure métallique des plus légère, formée de 99.9% d'air. Cette structure est plus légère que la styromousse. Si on entoure un œuf de cette microstructure, l'œuf peut tomber d'un haut édifice sans se briser. Voilà un bon matériel à utiliser pour construire un avion. Ce matériel est si léger qu'il peut se déposer sur une fleur de pissenlit sans qu'elle bouge.

## **Innovation en chirurgie**

On peut observer les geckos qui s'accrochent au plafond avec leurs pieds couverts de poils de taille nanométrique. Avec le biomimétisme, on peut s'inspirer de cette observation afin de construire du ruban chirurgical qui pourrait remplacer les sutures et les agrafes dans les hôpitaux.

## **Innovation médicale**

Il y a les nouvelles technologies telles que CRISPR - cas9 qui permet la modification de l'ADN pour guérir les maladies génétiques.

## **Innovation en impression 3D**

En médecine, les imprimantes en 3D sont utilisées pour régénérer la peau et pourront être utilisées, à l'avenir, pour régénérer des organes entiers, comme les reins ou les os, à partir de cellules souches. Lorsque les cellules souches sont prélevées chez le patient qui a besoin de la greffe, on n'a pas besoin de médicaments antirejet. L'impression 3D supprime les problèmes d'éthiques que les médecins soient parfois confrontés dans leur pratique comme de ne pas avoir à récupérer un organe provenant d'une autre personne ou en utilisant des cellules souches provenant d'embryons.

## **Innovation dans l'industrie du textile**

Ajoutant des nano fibres dans le textile permet de lui donner des propriétés différentes. On peut maintenant fabriquer des textiles antimicrobiens avec des nanofibres d'argent qui réduit de beaucoup ou élimine la nécessité de laver le tissu. D'autres textiles avec des nanofibres de zirconium sont fabriqués afin d'être résistants à la chaleur, utile pour vous garder au chaud l'hiver.

## **Innovation en agriculture**

L'agriculture est un de nos plus gros problèmes auquel nous devons faire face. À ma connaissance, ce type de drone n'a pas encore été inventé, un drone couvert de nanofibres. Ce drone permettant de capter l'énergie solaire afin d'être énergétiquement indépendant. Le rôle du drone est la surveillance afin d'améliorer le rendement de nos terres. Le drone obtient de l'information à propos de chaque plante et chaque arbre et explique au fermier comment s'occuper de chacune des plantes individuellement afin de maximiser le rendement.

## **Innovation en informatique**

Pour trouver les nouveaux remèdes pour guérir le cancer, pour programmer les intelligences artificielles, ou pour trouver les trous noirs dans l'espace, la vitesse de calcul de nos ordinateurs les plus puissants ne suffisent plus. Les calculs nécessaires prennent beaucoup trop de temps à accomplir. La NSA fait de l'innovation en informatique en utilisant la physique du monde microscopique, en développant un ordinateur quantique. On a maintenant des puces quantiques mais il faut aussi inventer la programmation quantique, une bibliothèque d'algorithmes quantiques. Les physiciens de l'Université de Sherbrooke indiquent qu'on a déjà à peu près 60 algorithmes quantiques déjà disponibles.

## **Innovation en exploration spatiale**

Dans le secteur privé, le milliardaire Yuri Milner lance un projet de recherche de \$100 millions pour prouver un concept de Voyage interstellaire en utilisant un petit satellite propulsé par une voile de laser. L'engin, qui peut être maintenu entre deux doigts, va mettre les voiles vers Alpha Centauri. Milner envisage d'envoyer non seulement une, mais des centaines, voire des milliers de ces engins minuscules dans l'espace pour l'exploration. Il est à la recherche d'ingénieurs pour mettre ce projet en place. Si le gouvernement n'a pas assez d'argent pour l'exploration spatiale, le secteur privé va le faire. Certains entrepreneurs sont plus que disposés à employer d'autres personnes novatrices à la recherche de nouvelles façons d'explorer l'espace. Nous pouvons commencer par la construction d'un modèle de StarChip.

## **Créer une culture d'innovation**

Tony Wagner indique que pour créer une culture d'innovation, il est nécessaire d'encourager le travail d'équipe, la résolution de problèmes interdisciplinaires, et la motivation intrinsèque comme avec l'exploration, le jeu, et l'autonomie.

Par exemple, l'exploration avec le microscope, le jeu avec Hopscotch et l'autonomie de vouloir faire une différence sont au cœur de notre culture qui est la source de cette présentation.

## LIVRE

Toutes les présentations que j'ai préparées pour ce sommet et tous mes livres n'auraient pas été possibles sans Twitter et la communauté que je rencontre sur Twitter tous les jours.

Si l'utilisation du microscope digital avec la programmation avec Hopscotch vous intéresse, vous pouvez toujours consulter mon livre disponible sur mon compte Twitter.