

1. Utiliser l'infrarouge pour stimuler la pensée et l'innovation scientifique

Bonjour.

J'écoutais une conférence de Thierry Karsenti sur YouTube et il disait que nous avons un **fléau** en classe. Nous utilisons le numérique, mais les élèves sont **passifs**. Ils utilisent le numérique pour se distraire, mais pas de façon significative pour travailler en classe. Dr Karsenti offre 17 pistes pour vaincre cette passivité en classe.

Je m'appelle Diane. Je suis enseignante en immersion française à Mississauga en Ontario. J'aimerais vous montrer quelques de ces **pistes**, que l'on peut utiliser avec les stratégies que l'on connaît déjà, afin d'utiliser l'infrarouge pour stimuler la **pensée** et l'**innovation** scientifique. (0 :55)

2 (Chaise)

Pouvez-vous imaginer toutes les **questions** qui me sont venues à l'**esprit** quand j'ai vu un **extra-terrestre** assis sur ma chaise avec une caméra à infrarouge? Je ne pouvais pas en croire mes **yeux**! Vous pouvez le voir, assis là en blanc. Qu'est-ce qui se passe?

C'est un défi à la portée de tous les apprenants. J'ai bien vu quelques livres écrits par des professeurs d'université à propos de l'infrarouge, mais je n'en ai vu **aucun** pour le niveau primaire et secondaire. Avec l'infrarouge, **vous n'avez pas le choix**. Vous devez **explorer** et faire des **expériences** pour comprendre.

L'image? Votre œil peut percevoir la lumière visible de longueur d'ondes entre 400 et 750 nanomètres, donc, du violet jusqu'au rouge. Au-delà du rouge, dans le spectre électromagnétique, il y a l'infrarouge, avec des longueurs d'onde de 750 nm à 1 mm. Nos yeux ne peuvent pas percevoir cette lumière, mais on peut sentir sa chaleur. La caméra à infrarouge mesure la température à la surface des objets par la quantité de radiation émise. C'est comme détecter la chaleur, avec un thermomètre. Qu'est-ce qu'on voit ici? C'est la **chaleur** laissée par quelqu'un qui s'est assis sur la chaise pendant quelque temps, et est reparti.

Demandez à vos élèves de faire une **tâche significative**. Demandez-leur **d'écrire un livre** à propos de l'infrarouge lié à un sujet qui les fascine en utilisant Wattpad par exemple.

(1 :30)

3 (Œil)

Dans nos classes, nous avons des élèves de niveaux très avancés assis à côté d'élèves en très grande difficulté. Nous avons aussi des élèves de différentes cultures et de connaissances très variées. Pour **atteindre** chaque élève, on **différencie** notre pédagogie. On peut personnaliser notre pédagogie. On peut donner un travail de différent niveau à chaque élève. On peut donner un travail différent à chaque groupe de niveau ou d'intérêt différents. On peut donner des tâches que l'élève choisit lui-même. On peut donner le choix d'outil pour effectuer un travail.

Pour faire une recherche scientifique ou historique, l'infrarouge est un des **outils** à notre disposition pour différencier l'enseignement. Pour la 4^e année, c'est idéal.

C'est en 1021, dans le monde médiéval, qu'Ibn al-Haytham en Iraq, démontrait avec sa **caméra** de la taille d'une **salle au complet** que l'on peut **voir** grâce aux rayons lumineux qui **entre** dans nos yeux. Avec une caméra aussi **grande**, Sir William Herschel, en 1800, postulait l'existence de rayons lumineux **invisible** à l'œil nu.

La caméra infrarouge permet de créer des artefacts qu'un étudiant peut incorporer dans son travail, permettant une compréhension plus approfondie. (1 :15)

4 (Explosion)

Les devoirs ont un impact positif sur les élèves qui possèdent une caméra à infrarouge. Leurs devoirs sont transformés en jeux. En quelques minutes par jour, ils peuvent s'amuser à découvrir les propriétés de la lumière et de l'utilité de l'infrarouge. L'élève partagera ses images et ses explications avec toute la classe.

Par exemple, il y a eu une explosion dans un centre commercial juste à côté d'une de nos écoles. L'école a dû fermer pendant deux jours pour sécuriser les lieux. La police a éliminé toutes causes criminelles de l'explosion. Les pompiers devaient trouver les fuites de gaz qui alimentaient l'incendie. Vous voyez la fuite de gaz avec la flèche jaune et l'incendie avec la flèche rouge. On devait par la suite s'assurer que la structure des édifices environnants était toujours intacte, c'est la flèche blanche. Tout ceci peut se faire à l'aide de l'infrarouge. Quand je suis allée prendre ces photos, le dimanche de l'explosion, il y avait de mes élèves, accompagnés de leur parents, qui prenaient les mêmes photos avant d'aller nager. De retour en classe, tous parlaient de cette explosion, une réalité personnelle de leur vie. Ce sont les **élèves** qui ont pris les photos, qui mènent la discussion.

Est-ce un bon devoir selon-vous?

(1 :00)

5 (iPad)

La caméra infrarouge FLIR d'aujourd'hui est toute **petite** et peut être attachée à votre iPad.

Je fais, entre autre, 40 minutes de bicyclette stationnaire, l'hiver. C'est le temps que me je donne pour faire d'autres types de devoirs en infrarouge. Je regarde des vidéos sur mon iPad. J'ai remarqué au moins une vingtaine de films, et d'émissions sur Netflix et aussi, beaucoup de vidéos contenant différents exemples d'application de l'infrarouge. On peut aussi lire des articles reçus avec Google alert. Ça donne beaucoup d'idées.

En suivant les normes ISTE, la **caméra** à infrarouge permet à l'étudiant de prendre un rôle **actif** dans l'apprentissage de la technologie. Il peut apprendre à l'utiliser de façon responsable et de développer des connaissances critiques. Elle nous permet de travailler au niveau de la **Redéfinition** du modèle **SAMR** parce qu'elle nous permet de créer de nouvelles tâches auparavant inconcevables. Nos étudiants pourront développer des idées innovatrices basées sur leurs explorations. (1 :00)

6 (Padlet)

De retour l'école, en collaboration avec **Padlet**, dès le tout début, il est possible de faire de l'innovation, et de travailler au niveau de la **redéfinition** du modèle **SAMR**. La lecture et l'écriture sont complètement transformées.

Padlet permet à chaque élève de collaborer et de partager sur un seul mur digital, ce qu'il pense en utilisant du texte, des images, la voix, ou un film.

Si vous avez des élèves **timides** ou **introvertis**, la photographie à infrarouge est une façon idéale de les aider à parler.

En utilisant des photos ou des vidéos infrarouges, on rend la pensée de l'étudiant visible. L'interaction visuelle donne un outil pour que l'étudiant puisse s'exprimer et comprendre un autre point de vue. L'infrarouge permet d'avoir un angle scientifique afin de discuter de l'actualité de façon critique.

Avec **vos** suggestions de projets, comme ceux ici, sur nos préoccupations liées à l'habitat, vous **inspirez** les élèves à participer de manière responsable au **monde numérique** et à contribuer **positivement** à la protection de l'environnement. (1 :10)

7- photo + plastic

Quelle sorte de pensée voulez-vous développer chez vos étudiants? Un film comme la **traque à Boston** vous met en situation. Le film ajoute de la motivation. Il y a des gens ici qui ont vu la traque à Boston? C'est le film qui relate les événements de l'explosion criminelle qui a tué plusieurs athlètes au marathon de Boston.

On peut développer la pensée scientifique derrière les événements du film. Les policiers en hélicoptère cherchent à retrouver les criminels en utilisant leur caméra à infrarouge. On voit ici une personne complètement dissimulée derrière une paroi en plastique opaque, comme dans le film. Sans la caméra à infrarouge, il est impossible de voir la personne. Si on fait **que** regarder le film, cognitivement, on ajoute un fait à ce qu'on sait. Avec la caméra dans notre main, on fait **l'expérience** et on peut voir tous les matériaux, les conditions, et la distance qui rendent la vision infrarouge possible. (1:15)

8- explosion

On peut développer la pensée dans tous les sujets. Quels liens pouvez-vous faire entre le texte (le film) et votre propre expérience? There was another house blast on my street in Mississauga that caused a lot of damage.... Quelles idées préconçues voulez-vous contester? Les gens riches sont tous émotionnellement stables tandis que les immigrants sont tous émotionnellement troublés? ... Quels changements d'attitude de pensée ou d'action sont suggérés par le film? L'école conventionnelle a des lacunes majeures pour le bien-être cognitif, social et émotionnel de plusieurs de nos étudiants. (0 :45)

9- (high-rise)

Nous pouvons donner une dimension planétaire au numérique en discutant de problèmes affectant toute la planète comme le réchauffement climatique et de ses solutions. Quelles sont les meilleures solutions? Quels financements, quels investissements seront les plus importants? Il y a déjà des thermographes en Ontario qui utilisent l'infrarouge pour évaluer le rendement énergétique des maisons et de nos bâtiments. Y a-t-il de l'énergie gaspillée dans le chauffage et la climatisation de nos bâtiments? Doit-on rénover l'isolation? Suivons-nous les normes canadiennes de l'entretien?

(0 :40)

10- (Infrastructures)

En lecture, les textes ne sont pas seulement les livres. Il y a les graphes, les cartes, les photos et les voyages en Alberta avec Inside Education. Pour pouvoir utiliser la caméra, il faut apprendre à bien lire le texte de l'image. Les compagnies d'assurance utilisent la thermographie avec l'infrarouge pour prévenir les dommages aux propriétés. On peut inspecter la faune environnante, les circuits électriques, les constructions, les extincteurs d'incendie.

On voit ici un endroit où passe le pipeline qui traverse le Canada de Fort McMurray vers Montréal. C'est à Mississauga juste à côté d'une toute nouvelle ligne express d'autobus qui traverse toute la ville pour se rendre au métro de Toronto. Imaginez la responsabilité de l'inspecteur qui doit bien lire les images infrarouges pour s'assurer le bon fonctionnement des infrastructures.

L'infrarouge permet de **vérifier** toutes les infrastructures **sensibles** afin de détecter des fissures, des ruptures, des problèmes structuraux, toute fuite de gaz ou de pétrole afin **d'éviter les accidents** qui ont souvent des coûts et effets considérables.... L'image nous montre une preuve que l'équipement fonctionne bien. (1 :10)

11- (panneaux solaires)

Thierry Karsenti a aussi déterminé 10 compétences pour que les jeunes d'aujourd'hui puissent maîtriser le monde de demain. En voici quelques-unes.

En plus d'avoir la **capacité** de lire l'image de façon efficace, les étudiants doivent avoir la **capacité** de chercher l'information de façon efficace avec la technologie. **Donc** les livres et revues donnent d'excellentes idées, mais ces idées doivent être validées, élaborées, et poursuivies en utilisant l'internet. Il y a plusieurs avenues pour résoudre le problème du changement climatique, dont l'énergie solaire.

Les étudiants doivent avoir la **capacité** à résoudre des problèmes de façon efficace, avec les technologies. **Donc**, avec l'infrarouge, on fait l'inspection des panneaux solaires afin d'identifier les endroits spécifiques où le panneau solaire serait défectueux.

Les étudiants doivent avoir la **capacité** à faire preuve d'esprit critique dans l'usage des technologies. **Donc**, je vais vous demander : quelles sont les questions que vous vous posez lorsque vous réfléchissez aux idées que je vous présente tout en tenant compte des réponses et des commentaires des autres? (1 :15)

12- (serpent)

Les femmes sont moins nombreuses que les hommes à choisir le domaine des STIM (Science, technologie, ingénierie et mathématiques). Beaucoup de femmes qui ont poursuivi les STIMs ont indiqué que leur intérêt s'est développé au primaire grâce à des activités scolaires. La préférence pour une discipline se développerait en fonction des **stéréotypes** qui lui sont associés. La biologie est plus populaire chez les filles tandis que la physique est plus populaire chez les garçons. Nous avons un rôle à jouer en ce qui a trait à changer les attitudes devant ces stéréotypes.

Il faut mettre en valeur les contributions des femmes. Saviez-vous que c'est une femme, Janine Benyus, qui a popularisé la nouvelle branche de la science, le biomimétisme? Avec le biomimétisme, la technologie s'inspire des processus de la nature pour trouver les idées d'innovation. La caméra à infrarouge est issue du biomimétisme. Elle imite la nature, comme le serpent. Afin de capturer ses proies, le serpent utilise ses yeux et ses narines avec détecteurs qui permettent de localiser ses proies à sang chaud. (1 :15)

13- (Demi-lune)

Chaque apprenant pourra trouver quelque chose qui les intéresse. Les sources d'inspiration sont multiples. On peut s'inspirer, d'un mot, d'une phrase, d'un film, d'un reporter. Pour ceux qui rêvent d'explorer l'espace, on peut débiter en observant la lune.

Lors d'une **demi-lune**, la lumière visible nous montre seulement un demi- cercle, une partie de la lune. Dans la même photo, l'infrarouge permet de voir **aussi la face cachée** de la demi-lune. La face cachée de la lune a une température plus froide que la face visible de la lune. On le voit facilement en infrarouge.

Que vous vouliez vous rendre sur la **lune**, sur **Mars** ou sur des **exo planètes** comme TRAPPIST-1, l'infrarouge est essentiel à une bonne vision.

Il y a le nouvel instrument Spirou pour le télescope Canada-France-Hawaii, qui a été développé en collaboration avec l'Université de Montréal. Spirou est à peu près de la taille d'un iPad. Il utilise une caméra à infrarouge qui est refroidie à -200 degrés Celsius et est stabilisée au millième de degré. La cryogénie permet d'enlever la pollution thermique ambiante. Donc quand la caméra détectera des variations d'ordre nanométrique, ça voudra dire qu'on a trouvé une exoplanète.

(1 :25)

14- (Algues)

L'immersion française est un programme vraiment oral. Nous avons besoin d'apprendre à communiquer. Il faut comprendre ce qu'une personne nous dit en plus d'être capable de s'exprimer pour qu'une autre personne nous comprenne. Cela n'empêche pas l'utilisation de la technologie. On peut utiliser les émissions de Radio Canada comme source d'information pour en discuter en utilisant nos meilleures stratégies de communication orale. Une émission de Découverte était vraiment inspirante.

On discutait du pétrole vert. Il est fait à partir d'algues. Il est fabriqué en **extrayant** la biomasse des **algues**, tout en **enlevant** du CO2 de l'atmosphère. Il offre un effet bénéfique pour l'environnement. Le pétrole **vert** aide notre **planète**, en plus d'être **aussi performant** que le pétrole fossile. En poussant notre recherche un peu plus, on peut se rendre compte que l'infrarouge permet d'analyser la **viscosité** des algues et la **température** dans le photo-bioréacteur. (1 :05)

15- (genoux)

Vous n'est pas tout seuls. La compagnie FLIR offre des conférences sur l'infrarouge aux chutes Niagara ou au Mont Tremblant et des vidéos en ligne. J'y ai appris que l'infrarouge est utilisé dans plusieurs applications médicales. L'infrarouge est utilisé en **clinique** afin d'évaluer la **santé** d'un patient. Il est possible de voir des signes précoces de toutes sortes d'inflammation, d'arthrite, de cancer, la congestion des poumons, même un déséquilibre du sucre dans le sang. La caméra à infrarouge agit comme **thermomètre** du corps entier. La caméra infrarouge est aussi très utile dans la médecine sportive. On voit ici très clairement l'étendue de l'inflammation d'un genou d'un athlète. Si vous ne pouvez pas acheter une caméra de haute gamme, il est possible de la louer pendant quelques temps. (0 :40)

16- Vidéo

On peut créer des **vidéos** infrarouges. Les élèves sont très engagés pendant leur création. Il est très difficile de les distraire pendant tout ce travail créatif. L'étudiant, vedette de cette vidéo, est un tout nouvel étudiant réfugié syrien ayant beaucoup de difficultés émotionnelles causées par ses mémoires de la guerre de Syrie. A leur arrivé, ces immigrants ne parlent pas du tout la langue d'enseignement, mais après 3 ans dans notre conseil scolaire, ils sont complètement adaptés et intégrés dans leur nouveau milieu.

Dans le journal Le Devoir, je lisais le commentaire d'un professeur de l'Université Laval qui disait, et je cite :

« Les élèves francophones nés au Québec réussissent nettement moins bien que les immigrants qui ne parlaient même pas français en arrivant ici. C'est fascinant »

(1 :10)

17- (SSI)

On peut penser qu'il n'y a pas de mathématiques dans la prise de photos infrarouges. C'est loin de la réalité. On voit ici la **Station Spatiale Internationale**, prise au niveau de la mer. Elle maintient une **orbite** à une altitude entre 330 et 435 km. Elle fait aussi une rotation de la Terre toutes les 90 minutes.

Pour prendre la photo, j'utilise l'application STAR WALK qui me dit à quelle heure et à quel endroit du ciel passe la station spatiale. Je dois pouvoir la reconnaître parmi tous les objets que l'on retrouve dans le ciel. Vous n'aurez que quelques secondes pour la photographier. Les connaissances du pourcentage d'humidité dans le ciel nous permettent de choisir les journées où la photo sera la plus jolie.

Lors de son passage, les astronautes **dorment** à l'intérieur parce qu'ils suivent l'horaire du GMT, l'heure de Londres en Angleterre. (0 :55)

18- (Lac)

La technologie infrarouge se retrouve aussi à l'intérieur des **satellites** qui orbitent la terre. Elle permet de prendre la température des **océans** et des **masses d'air** afin de prédire notre **température quotidienne** et nos **intempéries**. On voit ici les variations de la température de l'air juste avant un orage au bord du lac Ontario.

Les satellites infrarouges peuvent détecter des différences de température jusqu'à 6 mètres sous la terre. Cela a aussi permis de trouver des **trésors**, parmi les pyramides, enfouis en Égypte. (0 :35)

19- (Éclipse)

Les rencontres avec le professeur, soit en classe ou soit en ligne avec Twitter, sont essentielles diriger l'attention vers des événements et des savoirs importants. Avec un bon réseau d'apprentissage professionnel, vous pourrez connaître les événements et les situations qui permettent un meilleur apprentissage. Vous pouvez aussi discuter des échantillons de photos infrarouges, en classe ou en ligne. Ces échantillons de photos que l'on discute montrent une preuve de l'apprentissage.

Voici l'éclipse du soleil de l'été dernier. La lune **couvre** le soleil à **70%**. Pendant l'**éclipse**, les scientifiques recueillaient des données sur la **couronne** solaire. On sait que les éruptions solaires peuvent endommager les **transformateurs** des réseaux électriques. Lors de la discussion, nous devons trouver des points à améliorer. **Ah 70%**, ce n'est pas assez. Il faudra une photo avec une éclipse totale du soleil, à 100%. La prochaine éclipse totale du soleil sera en **2024**. Visible de Montréal. (1 :10)

20- (Nébuleuse)

En tant que professeur, il ne faut pas oublier le rôle de l'élève. On peut avoir du contenu fascinant, mais c'est l'élève qui prend les décisions quant à leur apprentissage. C'est eux qui choisissent ce qu'ils veulent apprendre. Si l'élève abandonne, l'apprentissage se termine.

Si vous n'avez pas de caméra à infrarouge, la NASA vous offre plein d'images gratuites sur l'internet.

L'aspect de l'univers en infrarouge est très différent de l'univers vu avec la lumière visible. On voit ici la **nébuleuse** de la Carène prise par le télescope spatial Hubble. Les nébuleuses jouent un rôle clé dans la **formation** des étoiles. Elles se forment dans de grands nuages denses, mêlés à des grains de poussière. (0 :45)

21- (Feu)

Depuis plusieurs années, le Conseil Scolaire de Peel encourage ses employés et les étudiants à être innovateurs et des leaders dans l'utilisation de la technologie. Une des approches mises en place est de permettre aux étudiants d'apporter leur propre appareil électronique, le BYOD. Un grand nombre d'élèves, surtout parmi ceux les plus en difficulté, possèdent déjà un appareil électronique. Ils étaient distraits par la technologie. En suggérant des outils, les élèves peuvent être créatifs en classe et peuvent poursuivre leurs projets à la maison avec leur propre appareil. Au lieu d'être distrait par leur téléphone, nous pouvons stimuler leur curiosité, les inspirer afin d'être plus engagés dans la salle de classe.

Avec son propre appareil, la salle de classe n'est plus limitée par les 4 murs de la classe dans l'école. Notre classe est le monde tout en entier. On voit ici une simulation du cosmos. Dans un centre de conservation, l'animatrice prépare un feu comme le faisaient les Amérindiens. Avec la caméra à infrarouge, on fait le lien avec l'espace. Les nuages cosmiques sont complètement **opaques** à la lumière visible. En infrarouge, au contraire, ce sont des régions cosmiques très brillantes. C'est un peu comme un début de **feu** dans de la paille. C'est opaque à la lumière visible et brillant en infrarouge. (1 :25)

22 - (Trou noir)

Le ministre de l'innovation Navdeep Bains a promis un budget pour apprendre aux enfants et enseignants comment coder. Cela peut se faire pendant l'heure du génie.

Donc, **une heure par semaine**, on donne un défi à tous nos étudiants afin de créer quelque chose qu'ils valorisent et qui les intéresse. 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 leur corporation. Est-ce une solution raisonnable, considérant votre contexte?

Voici un exemple d'innovation un peu compliqué de 6^e année. On utilise une photo infrarouge et la programmation avec l'application Hopscotch.

Le télescope **James Webb** de la NASA sera lancé en mai 2020 pour remplacer le télescope spatial Hubble qui se fait vieux. Avant d'utiliser le télescope James Webb, il faudra revoir la littérature astrophysique, formuler des questions et prévoir ce qu'on s'attend à découvrir et confirmer nos attentes avec ce nouveau télescope spatial. L'étudiant fait la même démarche que les astrophysiciens. L'étudiant a créé une **simulation** d'un trou noir que verra le futur télescope James Webb.

Vous pouvez consulter l'application Hopscotch afin de lire le code de ce programme, en plus de tous les autres programmes Hopscotch que j'ai écrits en utilisant des photos infrarouges.

En voyant ce que les étudiants sont capables de faire pendant l'heure du génie, il faut faire attention à la passivité numérique en éducation.

(0 :55)

23 - (Diane et Pierre)

À quoi ressemble un scientifique? Ibn al-Haytham a découvert d'énormes caméras. Pierre en fait des **petites**. C'est mon **frère**, Pierre Boulanger, l'ingénieur en chef qui a **dirigé le projet** de développement de la caméra infrarouge FLIR. Il n'a pas pu venir ici aujourd'hui, donc je suis allée chez lui à Santa Barbara en Californie pour prendre cette photo. Nous avons grandi **ici**, tous les deux, à **Montréal**. (0 :20)