

On en voit de toutes les couleurs

Une séquence du projet *Esprit scientifique, Esprit critique – Tome 2*

Résumé

La séquence a pour but de porter l'attention des élèves sur certaines limites de l'observation naturelle sans l'aide d'instruments. Dans la première activité, les élèves déconstruisent et reconstruisent une illusion pour comprendre son fonctionnement et réaliser que la perception sensorielle ne peut être assimilée complètement à l'enregistrement de grandeurs physiques. Ils ont besoin de copies de la fiche fournie, de ciseaux et de papier pour servir de cache. Au cours de la deuxième activité, les élèves vont tenter d'expliquer comment nous percevons du jaune à partir de pixels rouges et verts. Ils utilisent pour cela les documents fournis en téléchargement, à imprimer pour chaque élève ou groupe d'élèves. Toutes les fiches sont à imprimer en couleurs. Le message principal à retenir est le suivant : nos yeux ne sont pas des instruments de mesure infaillibles. La perception visuelle subit de nombreuses influences qui l'éloignent de la réalité physique. C'est notamment le cas du « contexte » de l'élément observé, qui influence notre perception des couleurs. La perception peut donc, au final, être différente de la réalité physique du monde, même si nous en prenons rarement conscience. Toute observation est influencée par les caractéristiques de l'instrument avec lequel elle est faite (y compris une simple observation par l'œil). Interpréter correctement une observation nécessite de prendre en considération les caractéristiques de l'instrument avec lequel on la réalise et la manière dont celui-ci influence la perception. Des suggestions pour l'évaluation sont proposées en fin de séquence.

Savoir-faire 5 : Prendre conscience des mécanismes de l'observation

Niveau 1 : Réaliser que l'observation n'est pas un enregistrement fidèle du monde (Act.1)

Niveau 2 : Comprendre que l'observation est conditionnée par les propriétés de l'instrument (Act.2)

Niveau 3 : Dépasser les limites de l'observation naturelle (Act.3)

3 activités

CE QUE VOUS ALLEZ TROUVER DANS CETTE SÉQUENCE :

- ▶ Des activités de : Technologie, Physique et SVT
- ▶ Des activités de type : Investigation scientifique dans la peau d'un neuroscientifique
- ▶ Des activités sur le thème de : Instruments de mesure, Couleur et lumière, Illusions

Activité 1: Le cube magique. Lumière et couleurs

Objectif : Rechercher le mécanisme à l'origine d'une illusion	
Résumé	Les élèves déconstruisent et reconstruisent une illusion pour comprendre son fonctionnement et réaliser que la perception sensorielle ne peut être assimilée complètement à l'enregistrement de grandeurs physiques.
Matériel	Plusieurs copies de l'illusion du Cube (image © Beau Lotto), ciseaux, post-it pour couvrir des parties de l'image, pastilles carrées de même couleur que les facettes du Cube.
Notions mobilisées	Physique : Signaux lumineux. SVT : Intégration d'informations multiples.
Compétences mobilisées	Physique ou SVT : Proposer une hypothèse et la tester. Réaliser une démarche d'investigation.
Production	Tableau et compte-rendu rédigé.
Durée	Une heure environ.
Message à emporter	
Nos yeux ne sont pas des instruments de mesure infaillibles. La perception visuelle subit de nombreuses influences qui l'éloignent de la réalité physique. C'est notamment le cas du « contexte » de l'élément observé qui influence notre perception des couleurs. La perception peut donc, au final, être différente de la réalité physique du monde, même si nous en prenons rarement conscience.	

Clés pour la mise en œuvre

Lors de la Séquence 4, les élèves ont été amenés à percevoir leur système visuel comme un instrument de mesure. Plus généralement, c'est notre instrument d'observation au quotidien. Puisqu'il nous sert à voir depuis toujours, il est difficile de le questionner. Or, tout recours à un instrument induit une

erreur. Le scientifique doit connaître les propriétés et limites de ses outils pour les utiliser pleinement et ne pas faire des interprétations erronées. Tout comme le scientifique, nous observons le monde et réalisons des mesures à l'aide d'instruments : nos systèmes sensoriels. Bien connaître leurs propriétés et leurs limites est indispensable pour comprendre comment nous percevons le monde, les erreurs (parfois surprenantes !) que nous pouvons commettre inconsciemment.

Cette première activité est l'occasion de faire prendre conscience aux élèves que notre système d'observation présente lui aussi des limites, qu'il sera important de considérer lorsque nous nous appuyerons sur nos observations pour expliquer un phénomène.

Déroulé possible de l'activité

Contexte : L'enseignant présente à la classe une image du Cube (Image © Beau Lotto). Il demande aux élèves s'ils connaissent cette illusion ou s'ils perçoivent quelque chose de particulier au niveau des couleurs. Il leur annonce finalement qu'en réalité, la couleur de la facette centrale des deux faces visibles du Cube est la même dans les deux cas.

Objectif : On cherche à comprendre comment nous pouvons avoir des difficultés à simplement reconnaître une couleur.

Organisation : Par groupes de deux.

Matériel :

- Des ciseaux (pour découper les facettes centrales et comparer leur couleur sans rien autour).
- Le même fond que celui de l'illusion et d'autres fonds de différentes couleurs (pour vérifier son rôle) : nous vous proposons des pistes dans la Fiche Matériel, à agrandir avant impression.
- Des pastilles colorées (pour vérifier si les pastilles autour de la facette centrale modifie notre perception de celle-ci lorsqu'elles sont proches d'elles, ou plus loin, etc.). Des pistes sont proposées dans la Fiche matériel.



Attention : aucune indication sur la façon dont le matériel sera utilisé n'est donnée au début de l'activité.

Règles : C'est une mission. L'objectif est de décrypter cette illusion et de trouver ce qui est nécessaire pour nous faire tomber dedans.

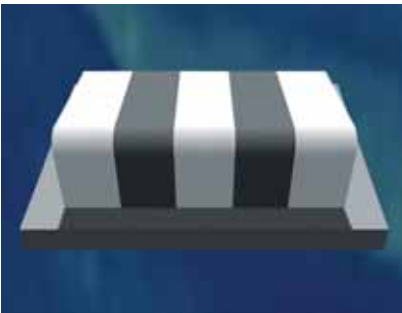
L'enseignant explique : « Vous allez avoir la double mission suivante :

- mettre en évidence la fait que les couleurs des deux facettes désignées soient effectivement les mêmes,
- identifier les éléments indispensables pour créer l'illusion ! »

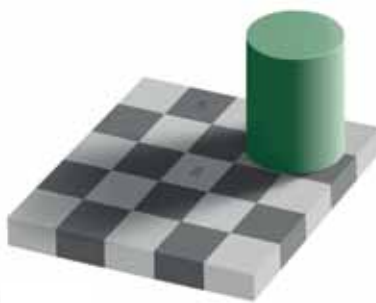
■ **L'enseignant présente aux élèves le contexte et l'objectif de l'activité, ainsi que le matériel disponible.** Il les laisse ensuite progresser en autonomie pour réaliser la mission qui leur a été donnée. Les élèves doivent isoler les paramètres qui pourraient causer l'illusion, et les enlever les uns après les autres, en vérifiant si l'illusion a été ou non atténuée. L'objectif est que les élèves parviennent à l'idée que le contexte joue un rôle clé dans l'illusion : une fois que les facettes sont bien isolées du reste,

elles apparaissent de la même couleur. Certains éléments du contexte (comme la présence de l'ombre) peuvent renforcer l'illusion, mais celle-ci se produit même en son absence et même en dehors du cube.

■ **L'enseignant établit une correction en classe entière** : après avoir partagé les observations de chaque groupe, les élèves dressent une liste des conditions nécessaires et suffisantes pour produire l'illusion et de celles qui en influencent la force. Pour valider cette hypothèse et vérifier sa portée, l'enseignant présente une diversité d'illusions (voir la page dédiée sur le site *La Main à la Pâte* pour quelques suggestions) ou propose aux élèves de rechercher des illusions similaires sur internet. Cette phase de généralisation permet aux élèves de bien s'approprier le message suivant : le contexte de l'objet influence notre perception de celui-ci (du moins de sa couleur), et que ce n'est pas propre au Cube. Au final, l'idée est qu'ils comprennent que ce constat n'est pas propre aux illusions présentées ici mais qu'il traduit un réel fonctionnement de notre système visuel.



© Dale Purves & Beau Lotto.



© Edward H. Adelson.



© Dale Purves.

Coups de pouce et éléments de correction

- Voici des **coups de pouce** que l'on peut fournir aux élèves pour les aides à progresser dans les activités :
 1. Cherchez à faire disparaître l'illusion étape par étape en notant dans un tableau toutes les manipulations et résultats obtenus.
 2. Cherchez à reconstituer l'illusion à partir des pastilles colorées en notant dans un tableau toutes les manipulations et résultats obtenus.
- Voici des actions que peuvent réaliser les élèves pour répondre à la première consigne et une manière de représenter leurs résultats :

Manipulations	Résultat
On isole les deux facettes et on fait disparaître le reste du cube à l'aide de post-it ou en les découpant	-
On couvre les parties du cube les plus proches des deux facettes	-
On découpe chaque facette du cube et on les compare côte à côte	+
On découpe la colonne centrale de chaque face et on les compare à distance	+
On découpe la colonne centrale de chaque face et on rapproche les colonnes	-
On élimine le contexte autour du cube	++
On diminue la lumière ambiante	+
On illumine le cube avec une forte lumière dans une chambre noire (sac noir)	++
...	

- L'illusion disparaît + L'illusion persiste, même si plus faible ++ L'illusion persiste

- Voici des actions que peuvent réaliser les élèves pour répondre à la première consigne et une manière de représenter leurs résultats :

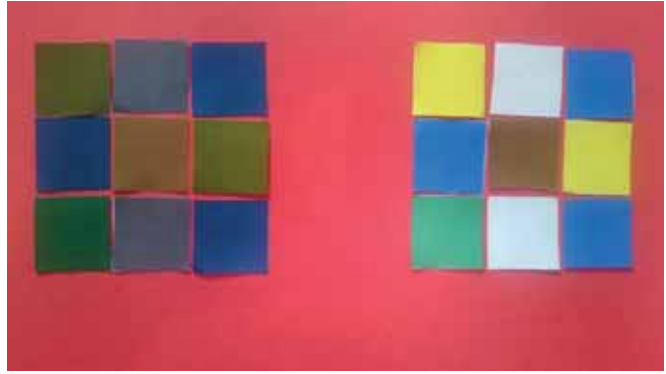
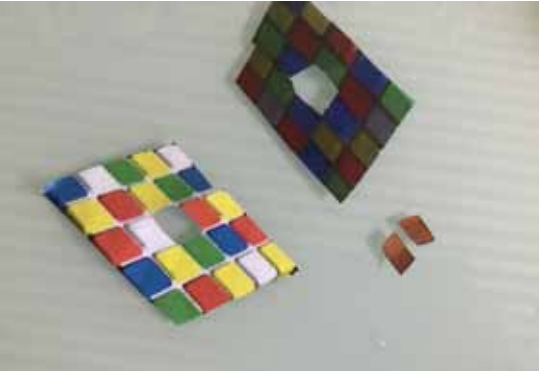
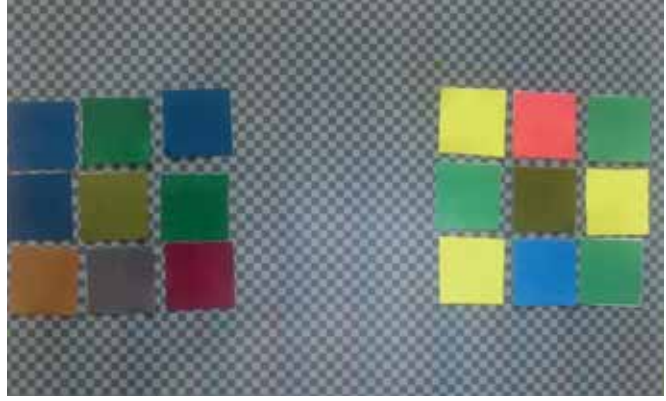
Manipulations	Résultat
On place les pastilles de même couleur sur des surfaces de couleur différente	-
On entoure la pastille d'un mélange de pastilles dont les couleurs proviennent des deux faces du Cube	+ voire ++
On reproduit les deux faces du cube à l'identique avec les pastilles mais on modifie une des deux facettes centrales	-
...	

Pour nourrir la discussion à l'issue de l'activité

- La mise en commun repart de la liste des éléments nécessaires au déclenchement de l'illusion : dans le cas de l'illusion du Cube, on met donc en évidence le fait que le contexte autour de l'objet observé influence notre perception de celui-ci.
- Mais cette illusion et les autres présentées dans l'activité ne sont pas des cas très particuliers. Elles nous permettent au contraire de prendre notre cerveau en flagrant délit de ce qu'il fait en permanence ! En fait, il a même été sélectionné pour fonctionner ainsi ! Ce ne sont pas des erreurs dues à un dysfonctionnement (même si parfois cela nous induit en erreur comme dans le cas des illusions proposées). C'est en fait un mode de fonctionnement qui a son utilité. Il est juste nécessaire de prendre conscience que ce mode de fonctionnement a pour conséquence que nos systèmes sensoriels n'enregistrent pas de façon parfaite et absolue le monde autour de nous.
- L'enseignant propose alors aux élèves de discuter autour du point suivant : quelles conséquences a le fait que notre système visuel ne soit pas aussi parfait que l'on pense et qu'il commette des erreurs systématiques ? Dans quelles situations de la vie de tous les jours cela peut influencer ? On pourra par exemple citer le fait que nous puissions être trompés par des publicitaires qui parviennent à influencer notre perception de la qualité d'un produit à partir de sa couleur, de la quantité de matière ingérée à partir de la forme de l'emballage...

Note : ce débat pourrait révéler des confusions persistantes dans l'esprit des élèves (ils pourraient par exemple parler du daltonisme ou d'autres erreurs de perception liées à des maladies, et vouloir discuter de leurs conséquences pratiques). L'enseignant insistera sur le fait que les illusions témoignent que tous les systèmes visuels sont naturellement biaisés. Aucun d'entre nous ne possède des capteurs absolus, que ce soit pour la vision ou pour les autres perceptions. Ce sont les conséquences de ce constat pour notre esprit critique que nous souhaitons discuter ici.

Exemple de production d'élèves



Le cube magique (fiche élève)

Objectif : Comprendre que notre perception du monde est limitée par les capacités de nos sens.

Mission : Décryptez une illusion de couleur!

Contexte : Ce cube présente une illusion. Observez correctement les facettes centrales des surfaces horizontales (dessus du cube) et verticales (face à nous). Leur couleur est une illusion! Retrouvez-la!

Matériel :

- Plusieurs copies de l'illusion.
- Des ciseaux.
- Des caches en papier pour couvrir des parties de l'image.
- Des pastilles carrées des mêmes couleurs que les facettes du Cube.

Règles : Identifiez les éléments nécessaires pour produire l'illusion!

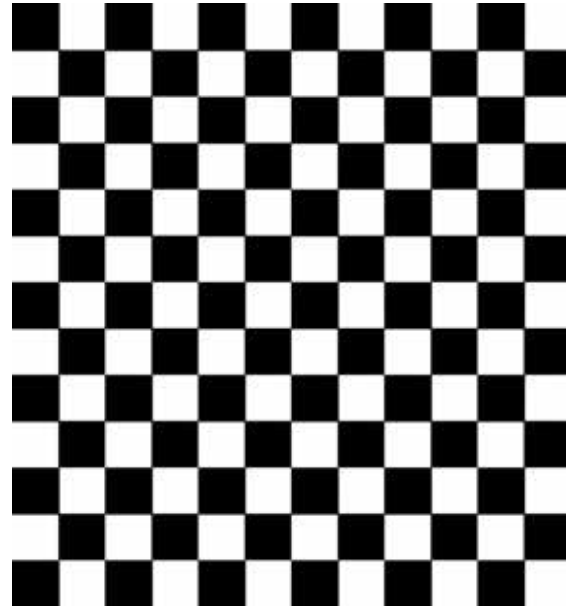


Le cube magique (fiche matériel)

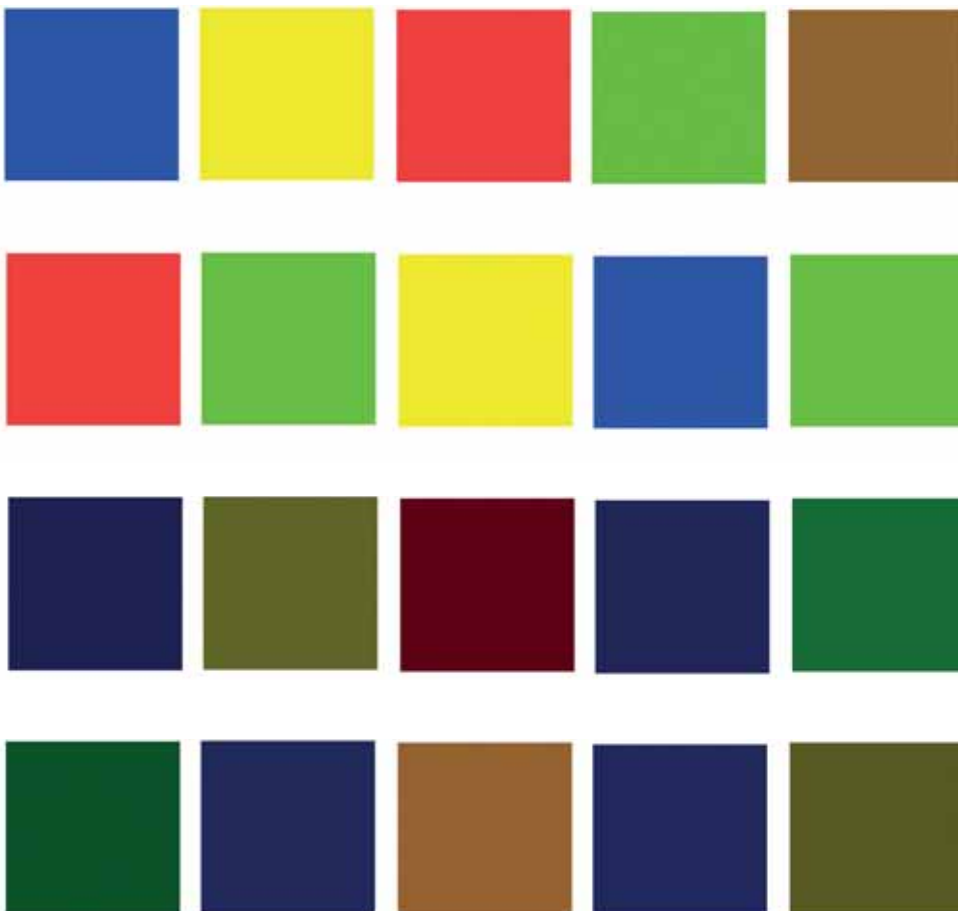
- Image du Cube (Image © Beau Lotto)



- Le fond de l'illusion



- Des pastilles colorées



Activité 2: Voir la vie en jaune (de l'œil au cerveau)

Objectif: Relier des caractéristiques de notre perception visuelle à des caractéristiques de notre système visuel.

Résumé	Les élèves vont tenter d'expliquer comment nous percevons du jaune à partir de pixels rouges et verts. À l'aide de documents, ils vont découvrir le fonctionnement de la perception des couleurs.
Matériel	Documents fournis.
Notions mobilisées	Physique: Signaux lumineux. SVT: Message nerveux, cellules nerveuses.
Compétences mobilisées	Physique ou SVT: Interpréter des résultats et en tirer des conclusions.
Production	Compte rendu rédigé.
Durée	1 heure environ.

Message à emporter

Toute observation est influencée par les caractéristiques de l'instrument avec laquelle elle est faite (y compris une simple observation par l'œil). Interpréter correctement une observation nécessite de prendre en considération les caractéristiques de l'instrument avec lequel on la réalise et la manière dont celui-ci influence la perception.

Clés pour la mise en œuvre

La première activité a permis de mettre en évidence la divergence entre la réalité physique et les résultats de notre observation. Il s'agit maintenant de l'expliquer, pour ne pas donner l'idée que notre perception est simplement erronée. Le message à transmettre est plutôt qu'il faut caractériser la source de ces divergences, pour pouvoir ensuite les dépasser (Activité 3 de la Séquence 5).

L'activité se présente sous la forme d'une étude de documents. Elle pourra servir de point de départ pour un cours de SVT sur le système nerveux ou servir à développer un enseignement interdisciplinaire avec la physique sur la perception des couleurs (en lien avec les autres activités de la séquence).

Insistons une nouvelle fois sur le fait que, dans ces séquences, on considère l'œil comme n'importe quel instrument de mesure avec ses « limites d'utilisation ». Nous relierons les propriétés de l'œil à son organisation. Un professeur de technologie ou de physique pourra faire le lien avec n'importe quel outil d'observation (cf. Activité 3). S'il fait ce rapprochement, l'enseignant de SVT insistera cependant sur le fait que les structures biologiques et techniques sont le produit d'un processus très différent.

Déroulé possible de l'activité

Phase 1 : Un code à décrypter

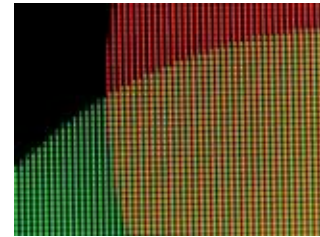
Contexte : En examinant à la loupe ce qui nous apparaît jaune sur un écran d'ordinateur, on réalise qu'en réalité, on ne trouve que des pixels... rouges et verts ! Mais alors, pourquoi percevons-nous du jaune ?

Objectif : On cherche à expliquer comment notre système visuel perçoit la couleur jaune, à partir d'éléments rouges et verts.

Organisation : Par groupes de deux.

Matériel :

- Du jaune fabriqué par ordinateur (à projeter en début de cours).
- Schéma d'organisation de l'œil.
- Graphique montrant la sensibilité de chaque cellule réceptrice de lumière dans l'œil humain.
- Photographie d'une même fleur perçue par un Homme (à gauche) et une abeille (à droite).
- Sensibilité des récepteurs de lumière chez l'Homme (en haut) et l'abeille (en bas) en fonction de la longueur d'onde de la lumière reçue.



Règles : C'est une mission. L'objectif est de parvenir à établir comment trois cônes peuvent suffire à percevoir une très grande quantité de couleurs. Ce sera la mise en relation entre les documents proposés qui permettra de parvenir à cela.

L'enseignant explique : « Le système de perception des couleurs obéit à un code. Vous allez devoir décrypter ce code pour expliquer comment nous percevons du jaune ! »

■ L'enseignant présente aux élèves le contexte et l'objectif de l'activité.

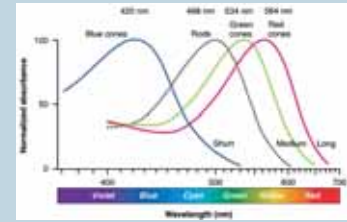
■ L'enseignant fournit alors la fiche documentaire et invite les élèves à répondre par eux-mêmes à la question soulevée.

Conseils de mise en place et éléments de correction

- De manière spontanée, beaucoup d'élèves penseront que le jaune est dû à un simple mélange, comme ils pourraient l'obtenir avec des feutres de couleur. Autant les laisser tester cette idée ! Si l'enseignant de physique est présent, il pourra revenir sur ces aspects : il ne faut pas confondre la synthèse additive des couleurs (combinaison de la lumière issues de plusieurs sources colorées) qui nous intéresse ici et la synthèse soustractive (combinaison de l'absorption de plusieurs pigments).
- Si ces notions n'ont pas encore été abordées, c'est l'occasion pour l'enseignant de SVT de développer des aspects relatifs à l'organisation du système nerveux, notamment les organes sensoriels et les nerfs qui les relient au centre nerveux.
- Le document 1 fait un zoom sur la rétine et les photorécepteurs.



- Le document 2 est plus compliqué: le graphique nécessite une explication collective. L'enseignant précise que les cônes agissent comme les pigments (découverts en cours de physique): ils absorbent une partie des longueurs d'onde qu'ils reçoivent. Lorsqu'ils les absorbent, ils transmettent une information via des cellules nerveuses présentes dans des nerfs jusqu'au cerveau. Le pourcentage d'absorption peut donc être assimilé au pourcentage de stimulation de chacune des trois catégories de cônes.



- Une fois que ceci a été clarifié, les élèves poursuivent en autonomie. Ils cherchent à décrypter le «code» de la vision des couleurs, c'est-à-dire à associer quelques longueurs d'onde données (dont le jaune) à des valeurs d'activation (en pourcentage) de chaque catégorie de cône. Les élèves devraient observer que le jaune par exemple est perçu pour une activation privilégiée des cônes L et dans une moindre mesure des cônes M.
- Si des élèves bloquent à cette étape, ou une fois qu'ils ont compris le principe du graphique et pour les aider à structurer leur progression, on leur distribuera le Tableau de résultats (coup de pouce):

	Rouge 675 nm	Orange 630 nm	Jaune 570 nm	Vert 560 nm	Vert 540 nm	Bleu 400 nm	Violet 370 nm
Réponse de L	8 %						
Réponse de M	2 %						
Réponse de S	0 %						

Tableau de résultats

- Les élèves vont ensuite devoir réaliser que des pixels rouges et verts vont exciter les cônes L et M de la même façon que des carrés jaunes. Les pixels verts stimulent en effet les cônes M et L mais le surplus de stimulation des cônes L rend le tout assez similaire à une stimulation des cônes par du jaune. Si les taches de couleur rouge et verte sont trop petites pour que l'œil les discrimine, il enverra un signal que le cerveau percevra comme jaune.
- Si des élèves bloquent à cette étape, nous proposons de leur poser les questions suivantes: Revenons sur les pixels rouge et vert de la problématique. Que percevrait le cerveau si notre système visuel ne voyait que des pixels verts? Mais comment va-t-être modifiée notre perception si on rajoute des pixels rouges?

Phase 2: Des goûts et des couleurs, on ne discute pas...

■ **L'enseignant propose d'autres documents afin d'élargir la réflexion sur le lien entre perception et propriétés du système visuel:** il s'agit de deux photographies illustrant la différence de perception de couleurs d'une même fleur chez un Homme et une abeille. Il fournit également un document permettant de comparer les spectres d'absorption des pigments visuels chez les deux animaux.

Conseils de mise en place et éléments de correction

- La comparaison des spectres d'absorption des cônes montre que l'abeille est capable de percevoir des «couleurs» que nous ne considérons pas comme faisant partie du domaine du visible: c'est l'ultraviolet.



- Cet aspect renforce l'idée que notre perception est influencée par les propriétés de nos instruments sensoriels. Nous considérons comme visible l'ensemble des longueurs d'onde qui stimulent nos cônes. Mais d'autres espèces possédant des systèmes visuels légèrement différents, perçoivent la réalité du monde de façon différente.

Pour nourrir la discussion à l'issue de l'activité

- La mise en commun permet de mettre en évidence l'idée que notre système visuel est capable de reconstituer un très grand nombre de couleurs à partir de seulement trois catégories de cônes. Pour ce faire, il intègre les stimulations issues de ces trois familles de cellules et recompose une couleur. Parfois, il reconstituera de la même manière des situations différentes (comme des petits pixels rouge et vert et du jaune). Mais ce fonctionnement permet néanmoins de percevoir et distinguer des milliers de couleurs.
- Un autre aspect est que l'étendue des spectres qui stimulent nos cellules sensorielles (par exemple l'ensemble des longueurs d'onde qui stimulent nos cônes, l'ensemble des fréquences d'ondes acoustiques qui stimulent les cellules sensorielles de notre oreille, etc.) définit ce que nous allons pouvoir percevoir du monde physique. Les instruments ont des limites quant à leur champ d'action et il est nécessaire de les connaître pour savoir ce que l'on peut attendre d'eux. Nous ne percevons jamais le rayonnement ultraviolet que renvoient certains pétales de fleur ou les ultrasons des chauves-souris même si ceux-ci sont bien présents.
- Le système visuel n'est pas le seul à fonctionner en réalisant une intégration. C'est tout le système sensoriel qui procède ainsi. En effet, un organe unique va recevoir les informations issues des différents organes sensoriels et les intégrer pour nous donner une vision globale du monde: éléments visuels, auditifs, olfactifs, etc. se combinent en effet au niveau du cerveau. Les élèves peuvent découvrir de façon amusante cette intégration à l'aide d'illusions auditives (voir la page dédiée au projet sur le site de la fondation *La Main à la Pâte*).
- Une fois encore, il s'agira d'accompagner les élèves dans leur compréhension de cette illusion. Il ne s'agit pas de conclure que le cerveau «fait tout le temps des erreurs». Il s'agit de comprendre que les scientifiques peuvent mettre en évidence certaines propriétés du fonctionnement du système sensoriel en analysant des cas particuliers comme cette illusion. La plupart du temps, l'intégration des informations sensorielles est très efficace et nous permet une perception globale efficace de notre environnement. Cependant, ces illusions révèlent encore que notre perception du monde n'est pas un

enregistrement absolu de la réalité physique mais une reconstitution qui dépend des propriétés des éléments qui permettent cette reconstitution.

■ De la même manière, chaque instrument d'observation en science influence l'observation elle-même. Un capteur ne percevra que des données qui se situent dans sa gamme de sensibilité. Sa résolution empêchera de détecter des différences trop fines. Cela ne signifie pas qu'aucune observation n'est fiable. Cela veut dire qu'il faut connaître les instruments avec lesquels on travaille, pour savoir ce que l'on peut attendre d'eux et ce que l'on ne peut pas.



Voir la vie en jaune (fiche élève)

Objectif: Comprendre que notre perception du monde est limitée par les capacités de nos sens.

Mission: Expliquez comment nous percevons les couleurs!

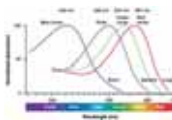
Phase 1 : Un code à décrypter

Contexte: Percevoir le jaune n'est pas aussi évident qu'il semble! Un ordinateur peut se contenter de produire des pixels rouges et verts, et nous voyons du jaune! Pourquoi?

Matériel:

- Du jaune fabriqué par ordinateur.
- Schéma représentant le trajet de la lumière jusqu'à la rétine.
- Graphique illustrant la sensibilité de chacun des trois types de récepteurs à la lumière, pour chaque longueur d'onde du spectre visible.

Règles: Expliquez à l'aide des documents comment nous arrivons à percevoir du jaune!



Phase 2: Des goûts et des couleurs, on ne discute pas...

Contexte: Lorsque nous observons un objet, nous pensons que tout le monde voit la même chose! Notamment que sa couleur est une propriété fixe de l'objet et que nous la détectons tous de la même façon. Comparez pourtant la perception des couleurs de cette fleur par un homme (à gauche) et par une abeille (à droite). Un des deux a-t-il plus « raison » que l'autre ?

Matériel:

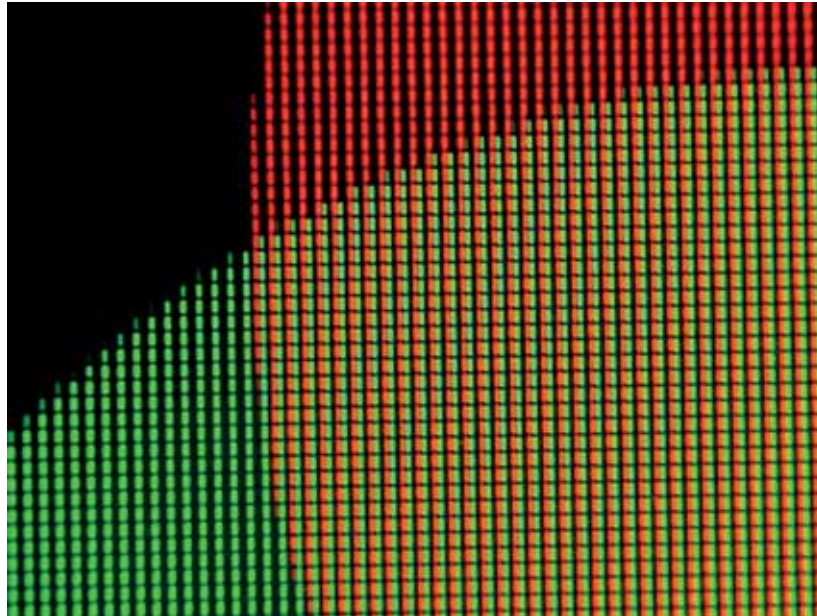
- Photo de la même fleur perçue par l'homme et par une abeille.
- Graphique donnant la sensibilité des différents photorécepteurs chez les deux espèces, pour chaque longueur d'onde du visible.

Règles: Expliquez à l'aide du document suivant la différence de perception des couleurs entre l'homme et l'abeille!



Voir la vie en jaune (fiche matériel)

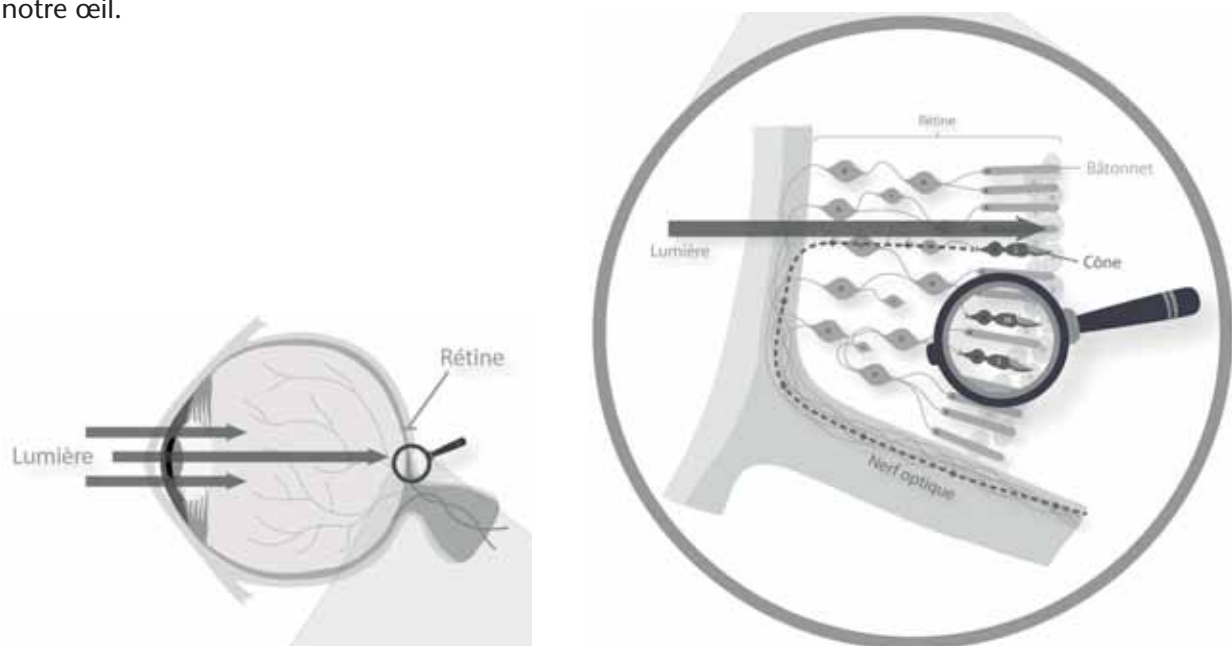
- Du jaune fabriqué par ordinateur



Phase 1 : Un code à décrypter

- Schéma d'organisation de l'œil

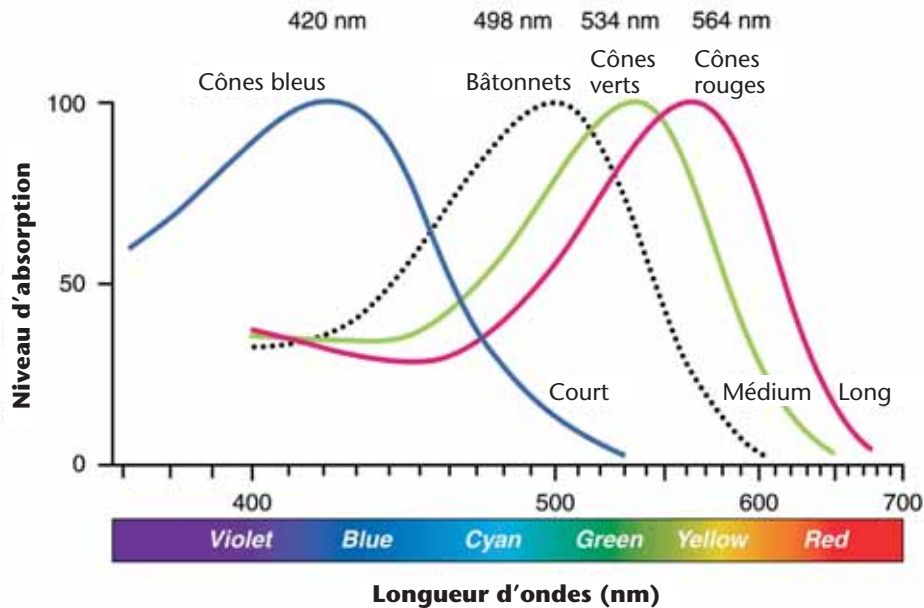
Les cellules qui sont sensibles aux couleurs sont les cônes, situés sur la rétine qui tapisse le fond de notre œil.



• **Graphique montrant la sensibilité de chaque cellule réceptrice de lumière dans l'œil humain**

Il existe seulement 3 catégories de cônes, chacun sensible à une certaine gamme de longueur d'onde. Et pourtant, nous sommes capables de distinguer plusieurs dizaines de milliers de couleurs. Comment pouvons-nous distinguer autant de couleurs à partir d'un nombre si limité de catégories de cônes ?

Le graphique suivant montre le pourcentage d'absorption (c'est-à-dire le pourcentage d'activation) de chacune des trois catégories de cônes (nommés S, M et L) en fonction des longueurs d'onde.



Note importante : Ne pas tenir compte ici de la courbe noire (bâtonnets 498 nm).

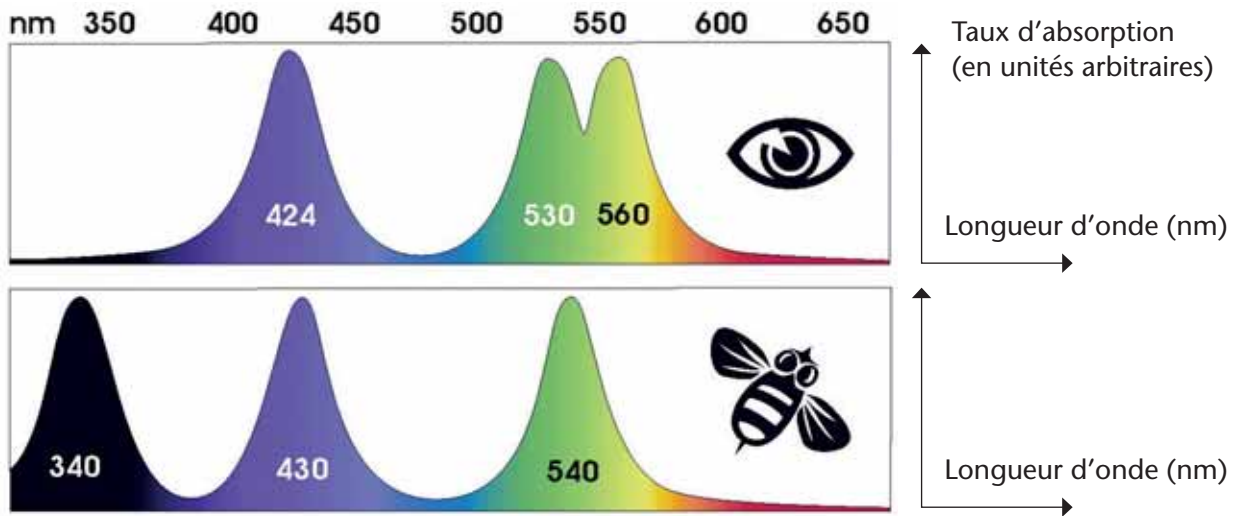
Phase 2: Des goûts et des couleurs, on ne discute pas...

- Photographie d'une même fleur perçue par un homme (à gauche) et une abeille (à droite*)



* Les couleurs perçues ont été reconstituées en se basant sur le document suivant.

- Graphique donnant la sensibilité des différents photorécepteurs chez l'homme (en haut) et l'abeille (en bas) en fonction de la longueur d'onde de la lumière reçue.



Activité 3 : Du bon usage des instruments. Mesurer la couleur

Objectif : Prendre conscience des limites des instruments et choisir l'instrument adapté	
Résumé	Les élèves vont découvrir une nouvelle illusion de couleur et trouver un moyen pour se mettre d'accord sur la couleur « réelle » de l'objet. Ils réfléchiront ensuite sur la limite des instruments d'observation et l'importance de choisir l'instrument adapté à la question que l'on se pose.
Matériel	Illusions imprimées (ou leurs équivalents numérisées); au choix : ordinateurs ou tablettes et/ou appareil photo de smartphone avec logiciel de traitement de l'image ou de reconnaissance des couleurs type : <i>Gimp</i> ou <i>Colorgrab</i> (ou équivalents). Attention : les images doivent être téléchargées en amont de l'activité, sur les ordinateurs ou sur les appareils choisis.
Notions mobilisées	SVT : Intégration d'informations multiples.
Compétences mobilisées	Technologie : Mobiliser des outils numériques.
Production	Compte-rendu argumenté avec analyses et mesures à l'appui pour justifier la réponse à la problématique.
Durée	1 à 2 heures.
Message à emporter	
Puisque nos observations sont influencées par les instruments d'observation (leurs propriétés et leurs limites), nous devons tenir compte des caractéristiques de ces derniers au moment de choisir celui adapté à notre objet d'étude.	

Clés pour la mise en œuvre

Les Séquences 1 à 4 du *Bloc Observer* ont permis d'illustrer le fait que notre manière d'observer influençait notre perception du monde. N'importe quel instrument d'observation, y compris le système visuel, laisse une empreinte et nous devons en avoir conscience pour passer des observations aux interprétations. Mais alors, comment dépasser les limites des instruments d'observation ? Comment réaliser une observation satisfaisante si tous les instruments ont leurs limites ? Il est déjà important de choisir l'instrument adapté !

L'activité est introduite par une nouvelle illusion : la photographie d'une robe diffusée sur les réseaux sociaux il y a quelques années. Celle-ci est soit perçue bleue et noire, soit blanche et bleue, soit bleue ciel et bronze. Trancher nécessite d'avoir recours à un autre instrument, plus fiable dans cette situation.

Déroulé possible de l'activité

Phase 1 : Une robe étonnante

Contexte : Une photographie a fait couler beaucoup d'encre sur internet en 2015 : elle a été prise et postée par une bloggeuse qui demandait aux gens de lui dire de quelles couleurs ils percevaient sa robe. Étrangement, ses amis et les internautes vont rester divisés sur cette question *a priori* banale!

Objectif : On cherche à trouver une méthode pour déterminer qui perçoit « correctement » les couleurs de cette robe.

Organisation : Par groupes de deux.

Matériel :

- Photographie de la robe et ordinateurs (ou tablettes) disposant d'un logiciel de dessin comme *Gimp* (et sa fiche d'utilisation).

Règles : C'est une mission. L'objectif est de trouver une méthode d'observation objective des couleurs présentes sur cette photographie.

Les élèves sont invités à utiliser le système RVB.



L'enseignant explique : « Vous allez mettre au point une stratégie d'observation objective des couleurs de cette photographie, en vous appuyant sur les fonctions de ce logiciel de dessin... et ainsi nous révéler les véritables couleurs de cette robe ! »

■ **Au moment où il présente la robe et avant de donner plus d'informations, l'enseignant demande aux élèves de quelles couleurs ils la perçoivent.** L'enseignant peut collecter les réponses une par une dans la classe (voir proposer aux élèves de lancer une enquête dans l'établissement ou dans l'entourage des élèves et ainsi aboutir à un jeu de données!). On peut globalement s'attendre à trois types de réponses : blanche et or, bleue et noire ou bleue ciel et marron ou bronze. Même si les élèves se trouvaient tous d'accord, l'enseignant expliquera qu'il existe au sein de la population une diversité de perception (on trouvera des valeurs sur internet).

La diversité des réponses enregistrées (et le débat qui ne manquera pas de s'en suivre) permet d'arriver au constat suivant : si nous sommes tous différents (mais que cette robe est bien d'une couleur définie!), c'est qu'au moins certains d'entre nous sommes dans l'erreur. Contrairement aux illusions présentées dans l'Activité 1 de la même séquence, notre système visuel semble interpréter de façon différente les couleurs de cette robe d'un individu à l'autre. Impossible dès lors de chercher une solution en découpant comme pour le cube magique, il va falloir utiliser une stratégie externe, qui ne repose pas sur notre système visuel.



■ **L'enseignant distribue alors la fiche d'activité et propose aux élèves de trouver une solution pour faire le point sur les couleurs réelles de cette robe.** Les élèves peuvent alors

proposer de réaliser une « mesure » des couleurs. L'enseignant explique que l'on peut analyser les couleurs d'une photographie à l'aide d'un logiciel qui précise les caractéristiques RVB des pixels. Il présente la manière de procéder pour un logiciel comme *Gimp* (si l'on dispose d'ordinateurs) ou d'applications dédiées (si l'on dispose de tablettes ou téléphones portables. Dans ce cas, il faudra télécharger la photo à étudier *via* l'application).

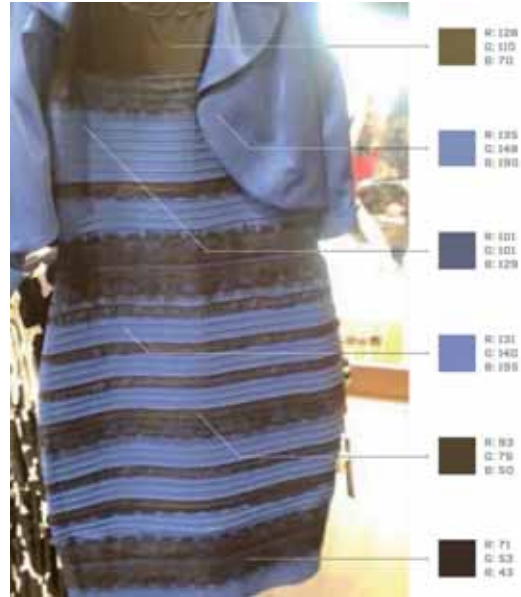
Note scientifique : un pixel correspond à l'unité de base d'une image numérique. Pour chaque pixel, on peut obtenir la caractéristique RVB c'est-à-dire les composantes rouge, vert et bleu prenant une valeur de 0 à 255 ou en pourcentages selon les logiciels). On peut également obtenir le code hexadécimal de chaque pixel et déterminer à l'aide d'un moteur de recherche le nom de la couleur correspondante.

■ **L'enseignant laisse ensuite les élèves travailler de façon autonome.** Ils devraient produire un résultat similaire à cette capture d'écran :

Phase 2: Une bataille d'instruments

■ **Pour terminer cette séquence, l'enseignant revient sur l'illusion du Cube (image © Beau Lotto) et propose aux élèves de comparer l'efficacité de trois instruments d'observation et de mesure :** leur œil, l'appareil photo de leur smartphone et l'ordinateur ou la tablette (seulement les deux premiers si on travaille avec une version imprimée).

Note : lorsque l'on travaille avec l'ordinateur (ou la tablette), il faudra utiliser un logiciel comme *Gimp*. Lorsque l'on travaille avec l'appareil photo (du téléphone ou de la tablette), il faudra utiliser une application comme *ColorGrab*. Cette application fonctionne comme *Gimp* en déterminant les caractéristiques RVB ou hexadécimal d'une zone. Nous recommandons d'avoir installé ces logiciels avant la séance. De même, des applications comme *ColorGrab* peuvent s'utiliser à la fois avec l'appareil photo et avec une image téléchargée (et dans ce cas, il devient l'équivalent de *Gimp* et peut donc le substituer). Pour des raisons pratiques, si on choisit de travailler avec l'image téléchargée, il peut être pertinent de demander aux élèves de télécharger l'image avant de venir en classe et de savoir l'ouvrir avec l'application.



L'enseignant peut présenter cette phase comme une compétition entre leur œil, le logiciel *Gimp* découvert dans l'activité précédente et une application exploitant l'appareil photo de leur téléphone. Lequel sera le plus capable d'éviter l'illusion? Les élèves connaissent déjà l'illusion, ils pourront rapidement « évaluer » leur œil. De même, ils connaissent maintenant le logiciel *Gimp* et utiliseront de façon assez autonome une application comme *ColorGrab*. **L'enseignant peut donc les laisser travailler de façon autonome par groupes de 2 ou de 4 pour répondre à la problématique.**

Conseils de mise en place et éléments de correction

- Le premier instrument à évaluer est leur système visuel! Quelques temps après avoir découvert l'illusion, celui-ci a-t-il appris de ses erreurs? Est-il devenu plus apte à éviter le piège de l'illusion? L'œil bien sûr ne peut s'affranchir tout seul du contexte et tombera toujours dans l'illusion, à moins que l'on ne développe une stratégie pour aller à l'encontre de l'origine de l'illusion (comme celle proposée dans l'Activité 1).
- Le second instrument à évaluer est l'appareil photo. Les élèves vont découvrir que lui aussi est « sensible au contexte » de la zone observée puisqu'il procède à des ajustements en fonction de la

lumière globale qui rentre dans le capteur. On pourra s'en rendre compte en rapprochant ou en éloignant l'appareil photo au moment où il « observe » la facette centrale pour évaluer sa couleur.

- En revanche, sur les images téléchargées (traitées par le logiciel ou par l'ordinateur), on n'observe aucune différence de couleur entre les deux facettes.

- Ainsi, l'œil comme l'appareil photo ne sont pas ici des bons outils pour évaluer la couleur. Le premier est un produit de la sélection naturelle et ses propriétés de fonctionnement expliquent qu'il soit sensible au contexte de ce qu'il observe. Le second est un produit de fabrication humaine. Mais, de la même façon, ses propriétés de fonctionnement ne le rendent pas très efficace à évaluer les couleurs de façon absolue. Les logiciels en revanche, qui travaillent avec des photos téléchargées (et non des images produites par un écran ou une imprimante), sont tout à fait capables de « mesurer » de façon plus « objective » et suffisamment précise pour notre problématique les couleurs.

Pour nourrir la discussion à l'issue de l'activité

- La mise en commun doit permettre d'arriver, par une discussion en classe, au constat suivant: tous les instruments d'observation laissent leurs empreintes sur l'observation. Celle-ci s'explique par leurs propriétés et on peut chercher à en retrouver l'origine. Connaître les propriétés des instruments et leur empreinte sur l'observation est fondamental pour bien les utiliser.

- Lorsqu'on traite une question scientifique donnée, on détermine l'outil le plus adapté à notre question. Il n'est pas toujours nécessaire de choisir l'outil le plus sophistiqué. Il suffit de déterminer nos besoins et de vérifier que les limites des outils que l'on utilise ne vont pas perturber de façon non satisfaisante notre observation, pour s'assurer que nos interprétations resteront bien fondées.

- En sciences, cette réflexion est permanente: lorsque l'on réalise une observation au microscope, nous devons réaliser une préparation fine observée du dessus, qui nous donne l'impression de découvrir un monde en 2 dimensions. Mais en réalité, la cellule est un volume plutôt qu'un œuf au plat! Si l'on ne tient pas compte de la façon dont nous avons réalisé notre observation, nous risquons de mal l'interpréter. De même, l'astronaute connaît les propriétés du télescope qu'il utilise et il sait ce qu'il peut espérer observer et ce qui ne sera pas visible lors de ses observations: il ne déduira pas que les objets sont absents, mais simplement qu'il ne peut pas les voir!

- L'instrument d'observation de notre quotidien est l'ensemble nos systèmes perceptifs. Celui-ci est apte à s'en sortir dans de très nombreuses situations et nous pouvons lui faire confiance! Cependant, il présente ses limites. Dans des cas particuliers, nous devons être capables de reconnaître qu'il n'est pas apte à nous donner une solution très fiable et qu'il faut s'appuyer sur des outils pour le remplacer. L'évaluation de la température par exemple est influencée par la température à laquelle notre peau a été soumise précédemment. Mieux vaut utiliser un thermomètre si l'on a besoin d'une valeur précise. De même, les pilotes d'avion savent reconnaître des situations dans lesquels ils doivent absolument se reposer sur leurs instruments de mesure et non sur leur sens.

Du bon usage des instruments (fiche élève)

Objectif : Dépasser les limites de l'observation

Mission : Faites la lumière sur l'illusion de la robe et le cube magique !

Phase 1 : Une robe étonnante

Contexte : En 2015, la photographie d'une robe va être partagée des centaines de milliers de fois sur les réseaux sociaux. Qu'est-ce que cette robe a de si spécial? Personne ne la voit de la même couleur! Comment comprendre ce qui influence nos observations? À vous de faire la lumière sur cette illusion!

Matériel :

- Photographie de la robe.
- Ordinateurs (ou tablettes) disposant d'un logiciel de dessin comme *Gimp* (et sa fiche d'utilisation).

Règles : Exploitez le logiciel pour déterminer une procédure objective nous permettant de connaître les couleurs de cette robe!



Phase 2 : Une bataille d'instruments

Contexte : Lorsque nous avons découvert le cube magique, nous nous sommes faits piégés par une illusion d'optique. Si nous la revoyons, sommes-nous capables de ne plus tomber dedans? Les logiciels informatiques sont-ils sensibles aux mêmes illusions que nous?

Matériel :

- Images de l'illusion.
- Ordinateurs (ou tablettes) disposant d'un logiciel de dessin comme *Gimp* (et sa fiche d'utilisation).
- Portables ou tablettes disposant d'une application de reconnaissance des couleurs comme *Colorgrab*.

Règles : Comparez les performances de votre œil, d'un logiciel de dessin qui utilise une photographie téléchargée et d'un logiciel ou d'une application qui utilise l'appareil photo de la tablette ou du téléphone. Déterminez qui est sensible ou non à l'illusion du cube magique!



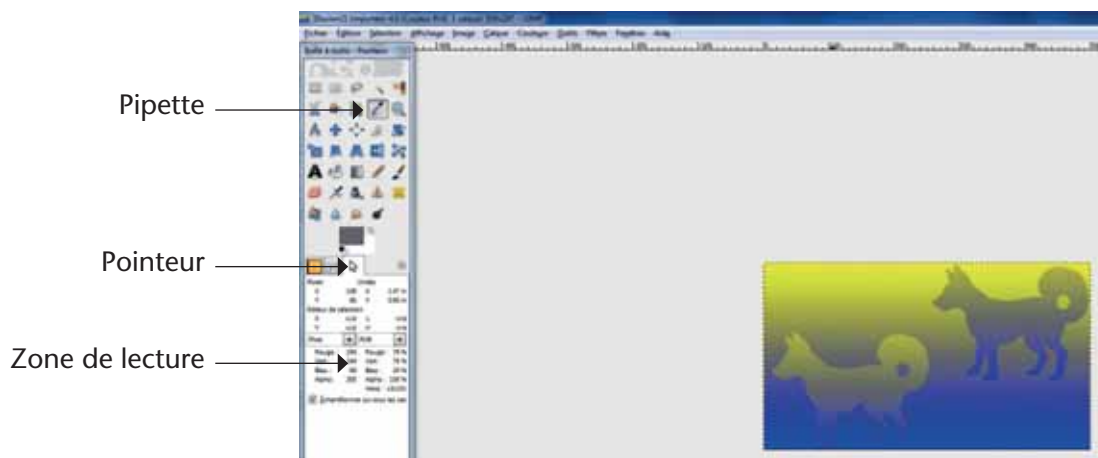
Du bon usage des instruments (fiche matériel)

• Aide pour l'utilisation de quelques fonctions sous Gimp

Charger une image à partir du menu déroulant: *Fichier, Ouvrir*. Choisissez le dossier indiqué par l'enseignant. Si vous téléchargez une image sur Internet, placez l'image dans ce même dossier.

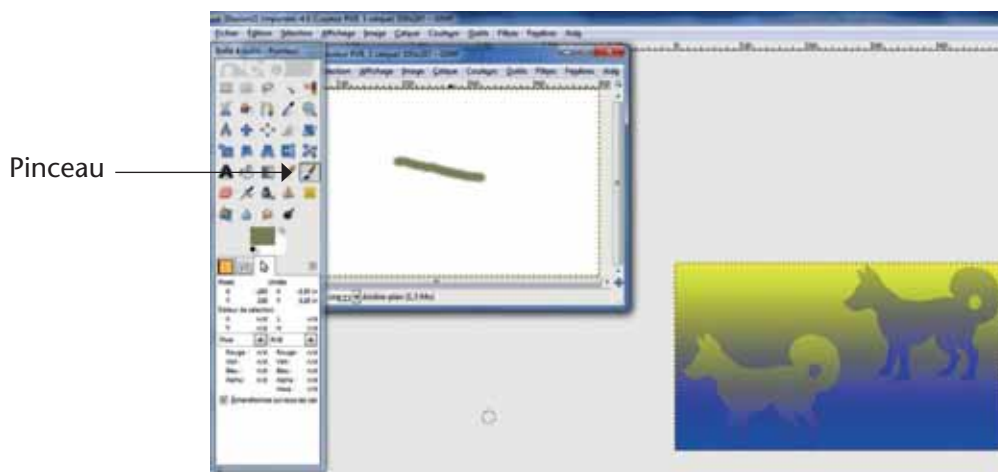
« **Mesurer une couleur** » en déterminant son codage RVB :

- Ouvrir la boîte à outils si elle n'est pas ouverte grâce à l'onglet *Outils*
- Utiliser l'outil *Pipette* (localisé sur la capture ci-dessous)
- Pointer avec le curseur la zone où effectuer la mesure
- Cliquer si nécessaire sur l'icône *Pointeur*
- Lire en-dessous les valeurs du système RVB



Ouvrir une nouvelle image avec l'onglet *Fichier, Nouvelle image*.

Réaliser un trait d'une couleur « prélevée » sur un autre pixel: il suffit d'utiliser l'outil *Pinceau* juste après avoir utilisé l'outil *pipette* et avoir ouvert une nouvelle image pour dessiner.



Cette ressource est issue du projet thématique *Esprit scientifique, Esprit critique – Tome 2*, paru aux Éditions Le Pommier.



Retrouvez l'intégralité de ce projet sur : <https://www.fondation-lamap.org/projets-thematiques>.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org



FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE