

“Illustrations” Bagage scientifique pour tous

Groupe Interdisciplinaire sur les Sciences au lycée (GIS)

Les enjeux

Souhaits du ministre

Extrait de la lettre de réponse du ministre JMB à l'UdPPC, 10 avril 2018

« Cet enseignement permettra de transmettre les principaux concepts scientifiques qui sont essentiels pour comprendre et agir au XXI^e siècle et de familiariser l'ensemble des élèves avec les processus de construction de la vérité scientifique, notamment le raisonnement hypothético-déductif et la méthode expérimentale. Il permettra aussi d'assurer la familiarité de tous les élèves avec les enjeux quantitatifs, notamment les statistiques ou encore les marges d'erreur. Cet enseignement sera également l'occasion d'appréhender dans une perspective scientifique les grands enjeux de notre temps, par exemple la transition numérique, la transition écologique ou encore l'intelligence artificielle. »

Présentation

La suite du document est organisée en deux parties. Tout d'abord (p.3 à 27) nous présentons un ensemble d'activités détaillées permettant de travailler de manière conjointe des notions développées dans plusieurs disciplines. Chaque activité est basée sur un thème précis, mobilisant des notions dans plusieurs disciplines scientifiques. Pour chacune d'entre elles nous mentionnons les aspects interdisciplinaires et listons des exercices possibles.

Puis (p. 28 à 34), nous présentons une série de thèmes et exercices qui nous ont semblé pertinents et cohérents pour travailler les sciences de manière interdisciplinaires.

Sommaire

Les enjeux	1
Sommaire	2
Activités	3
Le choix collectif	3
Images : de l'invention de la photographie aux images numériques	6
Croissance exponentielle	15
Téléphonie mobile	18
Esprit critique	20
Changement climatique global	23
Comment représenter la 3ème dimension ? La perspective dans les arts	24
Comment évaluer des populations sur terre ? Comment évoluent-elles ?	25
Gestion et protection des données	40
Thèmes (non développés)	41
Quelques thèmes interdisciplinaires	41
Physique & mathématiques	42
Informatique & mathématiques	42
Informatique & physique	43
Informatique et biologie	44
Informatique	44
Mathématiques	47

1. Activités

LE CHOIX COLLECTIF

a) Pourquoi enseigner le choix collectif au collège et au lycée ?

Comme cela est souligné dans le rapport Torossian-Villani, les mathématiques participent pleinement à la construction d'un parcours citoyen. Afin de rendre explicite ce rapport qu'entretiennent les mathématiques avec la citoyenneté, la mathématique sociale développée depuis Condorcet forme un corpus d'enseignement pertinent pour développer l'esprit critique, la compréhension des mécanismes de décisions au niveau collectif et des enjeux politiques qu'ils impliquent.

Ce thème de recherche s'est considérablement développé depuis le milieu du XX-ième siècle, avec d'une part les mathématiques du choix collectif et d'autre part la théorie des jeux. Ces théories et les concepts qui y sont développés sont restés très longtemps ignorés du champ des mathématiques scolaires, notamment en France, voire restreints aux enseignements d'économie dans le supérieur. Ce n'est pas le cas dans de nombreux pays anglo-saxons, comme par exemple le Canada.

Ces mathématiques peuvent pourtant être abordées, sans grande difficulté, dès le collège et bien évidemment au lycée dans des cursus qui ne se restreignent pas aux sciences. Depuis 3 ans, une expérience est menée par l'IREM dans l'académie de Montpellier où des formations inscrites au plan académique de formation sont proposées avec un grand succès auprès des stagiaires. Ces formations sont à la fois disciplinaires et pluridisciplinaires, individuelles et territoriales, auprès de professeurs de mathématiques, sciences économiques, histoire et géographie, philosophie, lettres,...

Les concepts accessibles pour un enseignement du second degré portent sur les principales théories du vote et de ses paradoxes. L'objectif est de permettre aux élèves de prendre conscience que les mathématiques sont utiles dans les problèmes sociaux et qu'elles apportent des outils pertinents pour modéliser ces problèmes. En particulier, les élections des délégués de classe ou des représentants des élèves au conseil d'administration peuvent être un moment intéressant pour le professeur de mathématique qui peut initier une réflexion sur les modes de scrutin et leur analyse par des outils mathématiques.

Des situations de la vie concrète ou des jeux permettent aussi d'introduire des concepts élémentaires de la Théorie des jeux comme par exemple, la notion d'équilibre de Nash. Ces outils ont l'avantage d'analyser un ensemble de cas concrets, directement observables, de la vie sociale et. En outre, ils peuvent s'étendre sans problème à des applications en biologie comme par exemple l'analyse de la dynamique des populations.

Au-delà de cette formation citoyenne, ce corpus permet d'aborder directement des domaines souvent laissés dans l'implicite dans l'enseignement en France, comme les

mathématiques discrètes qui ouvrent naturellement sur des problématiques simples d'algorithmique. Il permet aussi de problématiser des concepts qui ont progressivement disparu des mathématiques scolaires, comme les relations binaires, les relations d'ordre et les relations fonctionnelles. Elles constituent un cadre, hors du champ numérique, qui permet de travailler les notions de symétrie, d'anti-symétrie, de transitivité, de réflexivité des relations binaires. Par ailleurs, les raisonnements logiques des théorèmes les plus abordables du champ théorique sont souvent plus simples que dans le champ de l'analyse. Les quantifications des énoncés sont aussi plus faciles à manier et à illustrer. Enfin, s'agissant d'un domaine de «mathématiques appliquées», auquel nous préférons le vocable «mathématiques mixtes», la part de connaissance empirique des objets d'études sera porteuse de sens et dans sa part de modélisation, elles permettent d'explicitier l'opposition abstrait/concret.

b) Quelques éléments de contenu

- Des activités qui permettent d'introduire les concepts fondamentaux du choix collectif:
- Pourquoi modéliser le choix collectif ? Une activité autour d'un tableau de votes montre que chaque candidat peut être désigné comme le vainqueur suivant le scrutin que l'on choisit.
- Comment modéliser le processus de choix ? De la difficulté de l'agrégation des préférences individuelles en une préférence pour le collectif :
- **Le paradoxe de Condorcet** : pourquoi les comparaisons 2 à 2 ne permettent-elles pas de classer ?
- **Le paradoxe de Borda** : le vote à la pluralité, très utilisée en pratique, désigne le plus souvent un perdant de tous ses duels.
- Quelles propriétés retenir dans une procédure de choix démocratique—unanimité, anonymat, non-dictature...— ?
- Comment classer des objets non naturellement ordonnés ?
- La comparaison 2 à 2.
- Les notions reliées à la rationalité du choix comme la transitivité et l'intransitivité
- Les notions de pré-ordre, d'ordre linéaire, d'ordre partiel, d'ordre total, etc...
- Comment dépasser les principales obstructions ? Il existe dans cette littérature, des théorèmes plus simples qui sont accessibles à des élèves de lycée, comme le théorème du jury de Condorcet qui est une belle application de la loi des grands nombres, le théorème de May qui montre l'unicité de la règle majoritaire pour deux candidats seulement avec des conditions raisonnables. S'il n'est pas envisageable dans un enseignement de ce niveau de comprendre les démonstrations des théorèmes d'impossibilités d'Arrow, en revanche, on peut quand même en présenter les résultats et les conséquences pratiques pour la vie démocratique. Et notamment, ils permettent de montrer que le modèle classique cherchant à produire un classement collectif à partir des seuls classements des électeurs est sujet à des obstructions insurmontables.

- La présentation d'un nouveau paradigme dans le choix démocratique : le vote par notes. Une autre modélisation est possible en changeant le mode de représentation de la donnée collectée lors du vote. Ces nouvelles voies permettent en particulier de faire vivre auprès des élèves et de donner du sens aux notions de moyenne et de médiane. Ils permettent aussi de montrer comment une démarche mathématique permet de trouver des modèles où un problème peut avoir des solutions, puisque les principales obstructions à l'agrégation sont ici dépassées.

Les éléments de théorie des jeux, dont la notion d'équilibre de Nash, illustrent comment un modèle proposé devient un jeu pour les acteurs et comment ceux-ci vont se comporter dans le jeu. Les jeux aussi classiques que Pierre-Feuille-Ciseaux, Poule-Renard-Vipère, Faucon-Colombe, dilemme du prisonnier, sont des activités d'une grande richesse et porteuse de savoirs importants dans ce domaine. Leur côté mixte permet d'utiliser la richesse de l'intuition portée par le concret pour ce travail indispensable de l'activité mathématique dans sa dialectique concret/abstrait

IMAGES : DE L'INVENTION DE LA PHOTOGRAPHIE AUX IMAGES NUMÉRIQUES

Ce sujet couvre les images "2D" mais également les images "3D", la vidéo "3D+t" et éventuellement des images "nD". On peut y parler d'images captées (photographie¹, IRM etc.) mais aussi d'images créées (dessin, modélisation 3D, simulation...).

Il s'agit d'un thème couvrant de nombreux champs scientifiques. Comprendre la manière dont ont été ou sont fabriquées des images et comment elles sont perçues fait notamment appel à des compétences en chimie, physique, SVT, mathématiques, informatique. D'autre part, les images sont omniprésentes dans les différentes disciplines, qu'elles soient issues de captation dans divers contextes (SVT, physique, géographie...), ou qu'elles soient construites pour fournir une visualisation de données, de phénomènes (en mathématiques, SVT, physique, informatique...).

D'autre part, les questions identifiées ci-dessous peuvent toutes se décliner selon plusieurs axes : contenu scientifique bien sûr, mais aussi mise en perspective historique, questions artistiques, philosophiques, éthiques et/ou sociétales.

Nous avons rassemblé ici un certain nombre de questions et de notions qui nous paraissent à la fois intéressantes et accessibles, et qui pourraient entrer dans le cadre d'un enseignement de sciences même s'il n'est pas question de tout traiter. Ce sont juste des pistes de réflexions, pas un programme.

Le document contient trois parties. La première partie pose quelques questions qui pourraient guider l'enseignement. Pour chacune d'elles sont donnés quelques aspects scientifiques et quelques aspects "périphériques" qui pourraient être abordés. La deuxième partie contient une description très générale de ce que pourrait être un contenu scientifique associé. La troisième partie, enfin, propose quelques pistes (incomplètes) d'éléments très concrets (notions, exercices) issus de diverses disciplines qui pourraient être enseignés dans ce contexte.

Questions directrices

- Peut-on faire confiance aux images ?
 - Aspects scientifiques
 - biais des capteurs (exemple : aberration optique de Hubble)
 - perception visuelle (exemples : les mondes impossibles d'Escher, illusions d'optique)
 - manipulation ou modification, volontaire ou non, *a posteriori* des images "captées", avec des procédés éventuellement différents selon qu'il s'agit d'images argentiques ou d'images numériques (exemples : disparition de Trotski sur des photos, retouche des photos dans les magazines pour gommer des défauts physiques, ajout d'informations imperceptibles dans une image : copyright, texte, image, ajout d'images subliminales dans des

¹ cf. chapitre 6, livre de Gérard Berry, "l'hyperpuissance de l'informatique", 2017

- vidéos, compression d'images avec perte, perte d'information lors d'une transmission...)
 - modélisation 3D, simulations (exemple : reconstruction de bâtiments antiques en 3D à partir de données de fouille où l'artiste ajoute parfois sa propre interprétation subjective aux données scientifiques)
 - Autres aspects
 - subjectivité de la prise de vue (exemple : livre de Daniel Schneidermann, "arrêts sur images", édition Fayard 1994)
 - les images sont un outil de communication et sont sujettes à manipulation (cf ci-dessus pour des exemples)
 - Quelles informations peut-on extraire d'une image captée ?
 - Aspects scientifiques
 - des informations directement déduites des données image : reconnaissance de formes, similarité avec d'autres images analysées...
 - des informations provenant des métadonnées (exemple (réel) : un suspect en fuite dont une photo est postée sur des réseaux sociaux, photo qui contient la longitude et latitude où elle a été prise...)
 - Autres aspects
 - quelles sont les informations que l'on donne de soi-même et de ses proches lorsqu'on poste une photo sur le web, lorsqu'on identifie via un "tag" quelqu'un sur une photo ?
 - Comment les images captées ou créées révolutionnent-elles les sciences et leur diffusion ?
 - Aspects scientifiques :
 - *Multiple examples : astronomie, médecine, archéologie, biologie...*
 - Autres aspects :
 - mise en perspective historique
 - Comment stocker, traiter et analyser des masses de données images ? Rôle de l'IA ?
 - Aspects scientifiques : deux problématiques
 - images de très haute résolution (exemple : environ 30 Go pour une image produite par des stations d'imagerie pathologique)
 - bases de données contenant de très nombreuses images (exemples : images extraites de la vidéosurveillance, banque d'images médicales - *medpix ou autre*)
 - Autres aspects :
 - droit d'accès aux données,
 - que fait-on de ces données (exemple : reconnaissance de visages dans un contexte de surveillance, usage pédagogique...),
 - quid des images contenant des informations biométriques (cf CNIL, <https://www.cnil.fr/fr/biometrie-disposition-de-particuliers-quels-sont-les-principes-respecter>) ?
 - Peut-être aussi des aspects "philosophiques" sur ce que cette masse d'images peut changer de notre perception du monde
 - Une image affichée sur un écran ou imprimée sur un support peut-elle être un reflet fidèle de la "réalité" ?
 - Aspect scientifique :

- Le fonctionnement de notre système visuel fait que nous ne voyons jamais l'image globale qui forme notre perception²
 - Représentation sur un support "discret" d'un monde perçu comme "continu" (exemple : comment tracer une droite sur un écran, réaliser une rotation d'une image décrite par un ensemble de pixels...)
- Autres aspects :
 - question philosophique

Contenu scientifique

Pour étudier les questions précédentes, il faut comprendre un certain nombre d'éléments sur ce qu'est une image et comment nous la percevons. Un tel sujet pourrait sans doute donner lieu à différents niveaux de traitement : compréhension de notions scientifiques sous-jacentes, acquisition d'images dans différents contextes (ou récupération d'images acquises dans des bases de données libres de droit), manipulation informatique de ces images, création d'images sur ordinateur et, à partir de là, réflexion sur les questions ci-dessus. Les contenus scientifiques abordés pourraient être les suivants :

- Construction d'une image
 - captée : avant et après l'avènement du numérique
 - notions d'optique, de capteurs, chimie de la photo argentique...
 - construite :
 - modélisation et simulation (modèles géométriques, physiques etc.)
 - rendues sur un support 2D (projection, modèles d'éclairage)
- Perception d'une image
 - vision humaine
 - représentation des couleurs
- Stockage d'une image, d'un ensemble d'images (formats de fichiers, notion de résolution, compression, bases de données...)
- Traitement et analyse d'images captées dans des cas simples et sur des images issues de différents domaines

A noter que pour la partie sur ordinateur, on peut faire faire les choses à différents niveaux : soit en utilisant des logiciels "libres" (par exemple, Gimp pour le traitement d'images, Inkscape pour faire du dessin vectoriel - ces deux logiciels-là sont très accessibles - Blender pour de la 3D - prise en main plus difficile), soit en utilisant des bibliothèques haut-niveau qui fournissent déjà des opérations évoluées (OpenCV par exemple ou PIL pour Python) et en se contentant d'écrire des programmes appelant des fonctions pré-existantes, soit en utilisant des primitives bas niveau de manipulation d'images (incluses aussi dans PIL en Python, pygame pour créer des animations) et en programmant soi-même un certain nombre d'opérations sur des images. Pour que ce soit réellement formateur, d'un point de vue informatique, on ne peut sans doute pas rester sur la simple utilisation d'outils même si cela peut être un début.

Quelques pistes (incomplètes) de contenus très concrets

Représentation des couleurs

Notions

² cf. Gérard Berry, "l'hyperpuissance de l'informatique"

Lien avec les SVT et la physique

SVT : <http://www.vivelessvt.com/lycee/de-loeil-au-cerveau-quelques-aspects-de-la-vision/>

Physique : <http://webphysique.fr/synthese-additive/>

Vision humaine :

- Trichromique
- 3 sortes de cônes (cellules photoréceptrices) sur la rétine : rouge, vert, bleu
- couleur perçue = **synthèse additive** des lumières reçues par les cônes

→ L'écran se comporte "comme" la rétine, les pixels sont décomposés en sous-pixels rouge, vert, bleu

→ Couleurs représentées par un triplet de nombres représentant les composantes rouge, vert, bleu

→ Lorsque les 3 composantes ont la même valeur, on a un niveau de gris

Lien avec l'art plastique et la physique

Synthèse soustractive des couleurs :

- la peinture / l'encre absorbe des lumières polychromatiques :
- couleurs primaires : magenta, jaune, cyan

→ imprimante utilise la synthèse soustractive,

→ pixels représentés par un triplet CMY + Black

Lien avec la perception

<https://www.futura-sciences.com/sciences/dossiers/physique-couleur-tous-eclats-1396/page/4/>

Représentation en RVB pas très intuitive : quelles valeurs de rouge, vert et bleu utiliser pour obtenir un violet clair ?

D'autres systèmes de représentation de couleur : Teinte, Saturation, Valeur (TSV), Teinte, Saturation, Luminosité (TSL)...

Représentation informatique des couleurs

Plusieurs codages qui correspondent entre autres aux éléments mentionnés précédemment : un triplet RGB, un triplet CMY (avec parfois en plus une composante « noir »), un triplet HSV.

NB : il en existe d'autres

Triplet RGB : généralement 3 octets : 1 par composante → chaque composante est codée par un nombre entre 0 et 255

HSV / TSV (ou ses dérivées) : la teinte est codée par un angle, la saturation et la valeur par un flottant représentant un pourcentage (coordonnées polaires)

Besoin de conversions entre modèles. Certaines sont « immédiates » (RGB <-> CMY(K))
d'autres moins (RGB <-> HSV)

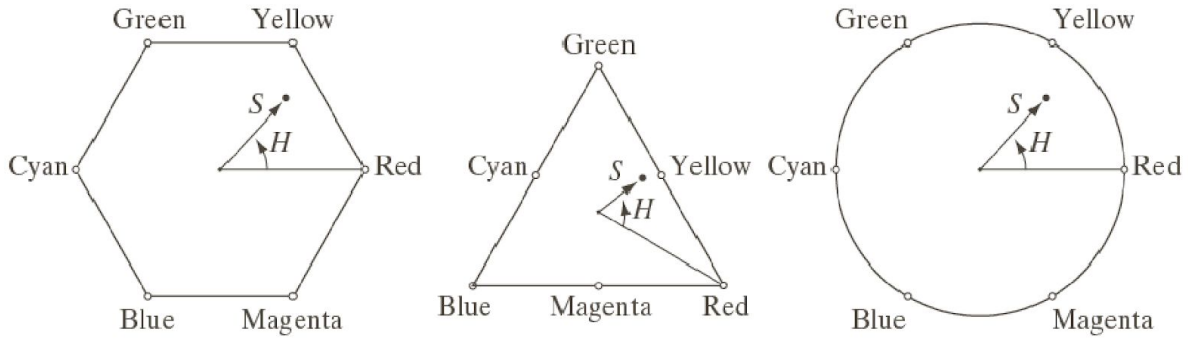


Figure 1 : Teinte et saturation

Calcul de la teinte d'une couleur codée en RVB : projection du cube RVB sur un hexagone (ou sur un disque) → Géométrie dans l'espace

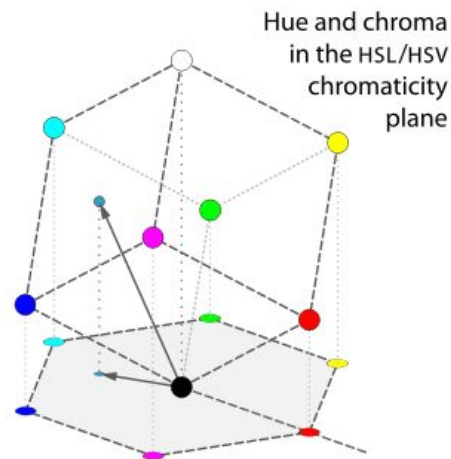


Figure 2 Projection RGB vers la teinte

Un peu d'esprit critique... et stéganographie

1 couleur en RGB est donc généralement codée sur 3 octets, chaque composante sur 1 octet peut prendre 256 valeurs, on peut donc représenter 256^3 couleurs (environ 16 millions)

Combien de couleurs peut percevoir un être humain ? 300 000

On peut cacher une information (texte, image...) dans une image en modifiant les valeurs des pixels (les bits de poids faible) sans dégrader l'image de manière trop perceptible.

→ Stéganographie

Exercices possibles

(plutôt pour des élèves scientifiques) Écrire un programme qui dessine la projection du cône sur un plan de clarté constante ($V=\text{constante}$) → dessin d'un hexagone ou d'un disque de dégradés de couleurs (cf Fig 2) .

Écrire un programme qui cache du texte dans une image ou une image dans une autre (par exemple, <http://www.lyc-rudloff-strasbourg.ac-strasbourg.fr/icnseconde/html/steganographie.htm>)

Questions pour aller plus loin

Comment choisir des couleurs pour un diagramme pour que celui-ci reste lisible lorsqu'il est imprimé en niveaux de gris ?

Que se passe-t-il lorsqu'une image contenant une information cachée est modifiée (rotation, changement d'échelle, compression) ?

Concept de palette de couleurs ?

Traitement d'une image

Notions

Une image 2D est un tableau 2D (une matrice) de pixels. Chaque pixel est caractérisé par sa couleur. Ici on va traiter des images en niveaux de gris

Lien avec la chimie

Tirage d'une photo argentique

Lien avec la physique

Une image est obtenue via des capteurs. Il peut y avoir des défauts liés à l'environnement (poussières...), au capteur ou à l'échantillonnage

→ être capable de comprendre et « décrire » le défaut

→ nécessité de restaurer une image

Lien avec les SVT (et autres disciplines)

Selon la provenance des images (microscope, télescope...) et ce que l'on veut en faire, les défauts et les approches de restauration peuvent être différentes (augmenter le contraste ou au contraire le diminuer, ôter du bruit...).

Lien avec les maths et la physique

Une image peut être vue comme une distribution de couleurs (ou ici de niveaux de gris), application de « méthodes mathématiques » pour les traiter.

Implémentation informatique

Modification de la dynamique d'une image via son histogramme

Histogramme d'une image en niveaux de gris = histogramme représentant le nombre de pixels de l'image pour chaque valeur de niveau de gris (entre 0 et 255)

On utilise aussi souvent l'histogramme cumulé

→ L'étude de l'histogramme permet de se rendre compte assez vite des problèmes de contraste

Pour corriger les problèmes de contraste on peut appliquer des fonctions de rehaussement des niveaux de gris, la fonction est à choisir en fonction du défaut à corriger

(<https://dpt-info.u-strasbg.fr/~cronse/TIDOC/VISU/rehaus.html>).

On peut aussi étirer l'histogramme pour qu'il utilise toute la plage de niveaux de gris disponible de 0 à 255 donc, si ce n'était pas le cas précédemment.

Il est aussi possible d'appliquer un algorithme d'égalisation d'histogramme dont l'objectif est d'uniformiser la distribution des valeurs.

On peut aussi modifier une image pour que son histogramme corresponde à celui d'une autre image.

Modification d'une image : application de filtres

Principe : pour chaque pixel, on calcule une nouvelle valeur en fonction de sa valeur initiale et de celles de ses voisins³ (différentes tailles de voisinage peuvent être envisagées).

Certains filtres sont linéaires (moyenne du voisinage, filtre gaussien...), d'autres sont non linéaires (médian, min-max...)

Exercices possibles

Étant donné un jeu d'images issues de différentes sources (images microscopiques, vues satellitaires...) avec des problèmes de contraste différents, proposer des fonctions de rehaussement permettant d'y remédier, écrire un programme qui permet de les appliquer sur les images

Lors de l'acquisition d'une image, celle-ci peut présenter des défauts, pour un jeu d'images donné, identifier leurs défauts et écrire un programme qui permette d'améliorer leur qualité.

Questions pour aller plus loin

Comment peut-on traiter des images couleur ?

Évaluer le temps et la place mémoire nécessaire pour traiter des "petites" images, quid de l'application de ces méthodes à des images de très haute définition

Comment a évolué le fonctionnement de l'appareil photo ? Dans les appareils photos numériques des traitements sont intégrés dès le moment de la prise de vue (cf - encore une fois - livre de Gérard Berry, l'hyperpuissance de l'informatique).

Analyse d'images

Notions

Le plus simple est toujours en niveaux de gris sur des images 2D mais on peut aussi regarder du côté de la couleur.

Détecter les différents objets présents dans l'image

Lien avec les maths

- Classification des pixels de l'image en k classes (NB : quand c'est en deux classes on parle de binarisation)
- Recherche de contour :
 - discontinuité de la fonction image,
 - détectable en regardant les maxima locaux de la dérivée première et les passages par zéro de la dérivée seconde

³ On utilise des masques de convolution mais on n'est pas obligé de le dire :)

- Extrait de caractéristiques géométriques : aire, périmètre...

Lien avec la physique

- Extrait de caractéristiques colorimétriques
- Une méthode de segmentation consiste à faire évoluer un contour selon des forces pour le faire s'approcher du contour recherché (sans doute trop compliqué ici)

Implémentation informatique

- Recherche de régions :
 - algorithme des k-means
- Recherche de contours :
 - Filtres de Prewitt et Sobel (qui combinent un lissage et une dérivation)
 - Contour actifs (sans doute trop compliqué ici)
- Calcul de descripteurs (de couleurs, de forme)

Exercices possibles

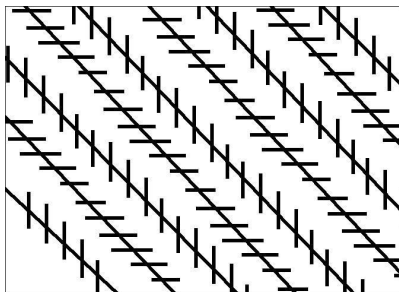
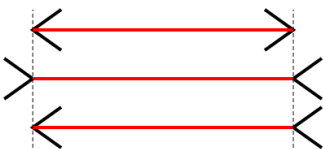
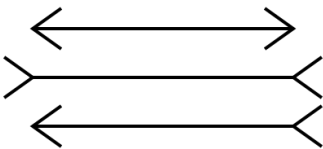
Implémentation de différents algorithmes

Questions pour aller plus loin

Comment reconnaître des visages ? Analyse + reconnaissance + bases de données + IA

Illusions d'optique

Il peut s'agir d'images contenant juste des formes géométriques (comme ci-dessous) ou bien d'autres types d'illusion d'optique.



Exercices possibles

Créer les images ci-dessus ou bien d'autres en programmant le dessin en utilisant une bibliothèque fournissant des primitives géométriques simples (*le lycéen "saura" qu'il a dessiné des segments parallèles ou bien des segments de même longueur même si lorsqu'il les voit, son cerveau lui dit le contraire.*)

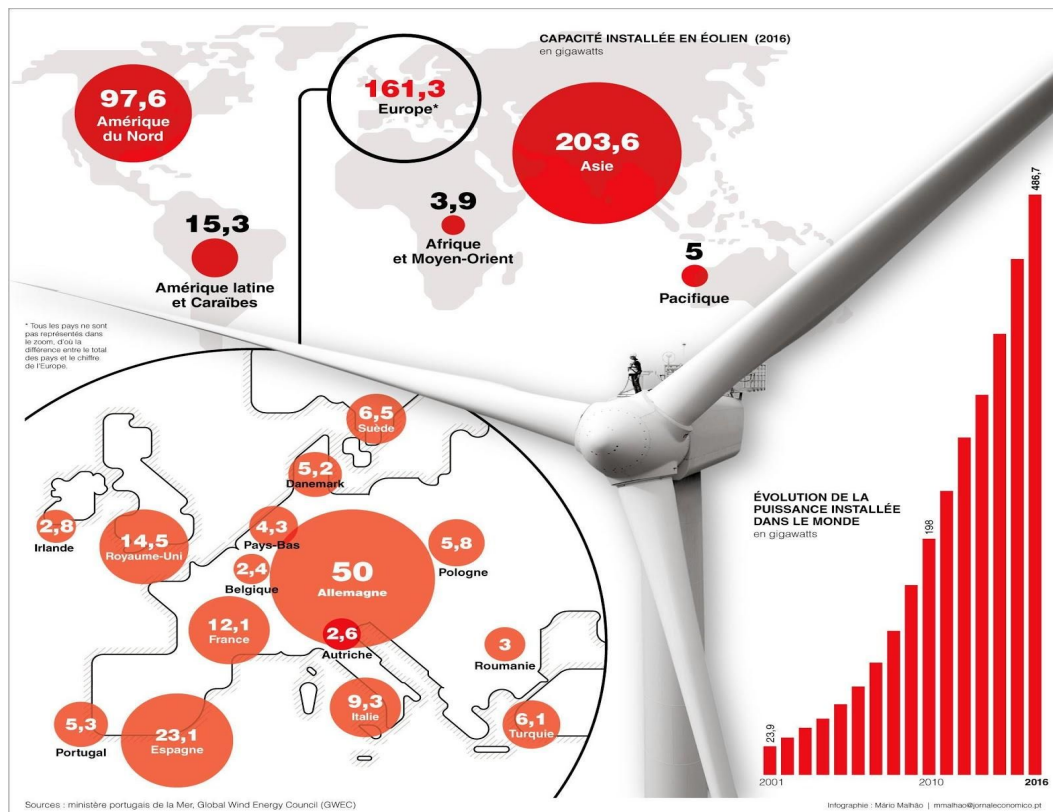
Différents formats d'images intéressant aussi ici de parler de résolution d'images selon ce qu'on veut en faire

images vectorielles

Images bitmap

CROISSANCE EXPONENTIELLE

D'après « le courrier international », depuis 2001, la puissance éolienne mondiale installée croît exponentiellement : voir l'infographie ci-dessous et sa légende.



Cette infographie montre la croissance exponentielle de l'éolien dans le monde depuis le début du siècle, avec un zoom sur l'Europe de l'Ouest. Elle est extraite de celle parue le 26 mars dans *O Jornal Económico*.

Extrait

de :

<http://www.courrierinternational.com/grand-format/infographie-eoliennes-une-croissance-exponentielle>

Qu'entend-on ici par croissance exponentielle ?

Il faut s'intéresser à la partie en bas à droite de l'infographie. L'échelle est linéaire suivant l'axe des ordonnées affichant la puissance éolienne mondiale installée en gigawatts. Il est évident que l'on a affaire à un histogramme et non à une fonction continue. L'approche est donc discrète.

Une croissance exponentielle renvoie à l'idée d'une suite géométrique de raison q ($u_{n+1} = q \times u_n$). On peut aussi penser le doublement réitéré de la grandeur regardée pour une durée donnée. Peut-on alors retrouver ces idées sur l'infographie ?

En imprimant l'infographie, en rapportant chaque année, en définissant un rang et en notant chaque hauteur de barre au demi-millimètre près, on obtient le tableau suivant :

Année	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Rang n	0	1	2	3	4	5	6	7
Hauteur (cm)	0,7	0,9	1,2	1,4	1,75	2,15	2,8	3,6
Année	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rang n	8	9	10	11	12	13	14	15
Hauteur (cm)	4,7	5,9	7,1	8,4	9,5	11,05	12,9	14,5

Remarque : Il est possible de traduire la hauteur de chaque barre en puissance éolienne mondiale installée au moyen d'une échelle : une hauteur de 5,9 cm correspondant à une puissance de 198 gigawatts. Appliquer cette échelle ne changera rien à la conclusion finale.

Ensuite, dans le logiciel « Excel », on calcule le rapport $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ et même le taux de croissance $a = \left(\frac{u_{n+1}}{u_n} - 1 \right)$. Les résultats figurent dans le tableau ci-dessous.

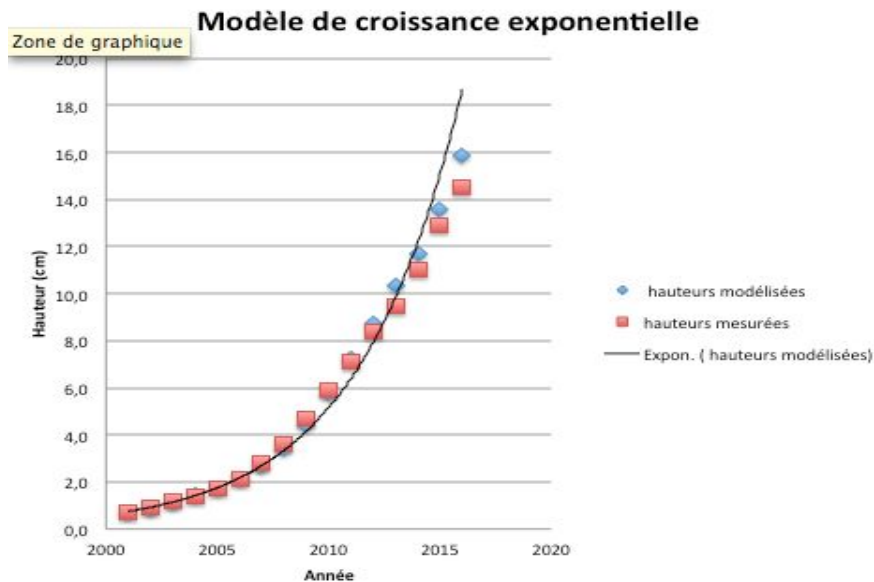
A	B	C	D	E
Année	Rang	Hauteur (cm)	u_{n+1}/u_n	a (%)
2001	0	0,7	1,29	28,6
2002	1	0,9	1,33	33,3
2003	2	1,2	1,17	16,7
2004	3	1,4	1,25	25,0
2005	4	1,75	1,23	22,9
2006	5	2,15	1,30	30,2
2007	6	2,8	1,29	28,6
2008	7	3,6	1,31	30,6
2009	8	4,7	1,26	25,5
2010	9	5,9	1,20	20,3
2011	10	7,1	1,18	18,3
2012	11	8,4	1,13	13,1
2013	12	9,5	1,16	16,3
2014	13	11,05	1,17	16,7
2015	14	12,9	1,12	12,4
2016	15	14,5		

On note que le rapport $\frac{u_{n+1}}{u_n}$ n'est pas constant. De même pour le taux de croissance. On peut ajouter que la puissance éolienne mondiale installée double environ tous les 3 ans. C'est moins vrai après 2010. En conclusion, rigoureusement la puissance éolienne mondiale installée ne croît pas exponentiellement. Cependant il est possible de dire que le taux de croissance annuel moyen de cette puissance est de 23 %, sur la période 2001-2015. Avec un modèle de croissance exponentielle à taux annuel de 23 %, il est possible de calculer de

nouvelles hauteurs et de chiffrer l'écart relatif aux hauteurs mesurées pour chacune d'elle (voir tableau ci-dessous). On obtient un écart relatif maximal de 10 %. Ce qui est satisfaisant.

A	B	C	D	E	F	G
Année	Rang	Hauteur (cm)	un+1/un	a (%)	H modèle (cm)	Ecart relatif (%)
2001	0	0,7	1,29	28,6	0,7	0,0
2002	1	0,9	1,33	33,3	0,9	4,3
2003	2	1,2	1,17	16,7	1,1	7,8
2004	3	1,4	1,25	25,0	1,5	5,4
2005	4	1,75	1,23	22,9	1,7	1,6
2006	5	2,15	1,30	30,2	2,2	0,1
2007	6	2,8	1,29	28,6	2,6	5,6
2008	7	3,6	1,31	30,6	3,4	4,3
2009	8	4,7	1,26	25,5	4,4	5,8
2010	9	5,9	1,20	20,3	5,8	2,0
2011	10	7,1	1,18	18,3	7,3	2,2
2012	11	8,4	1,13	13,1	8,7	4,0
2013	12	9,5	1,16	16,3	10,3	8,8
2014	13	11,05	1,17	16,7	11,7	5,7
2015	14	12,9	1,12	12,4	13,6	5,4
2016	15	14,5			15,9	9,4

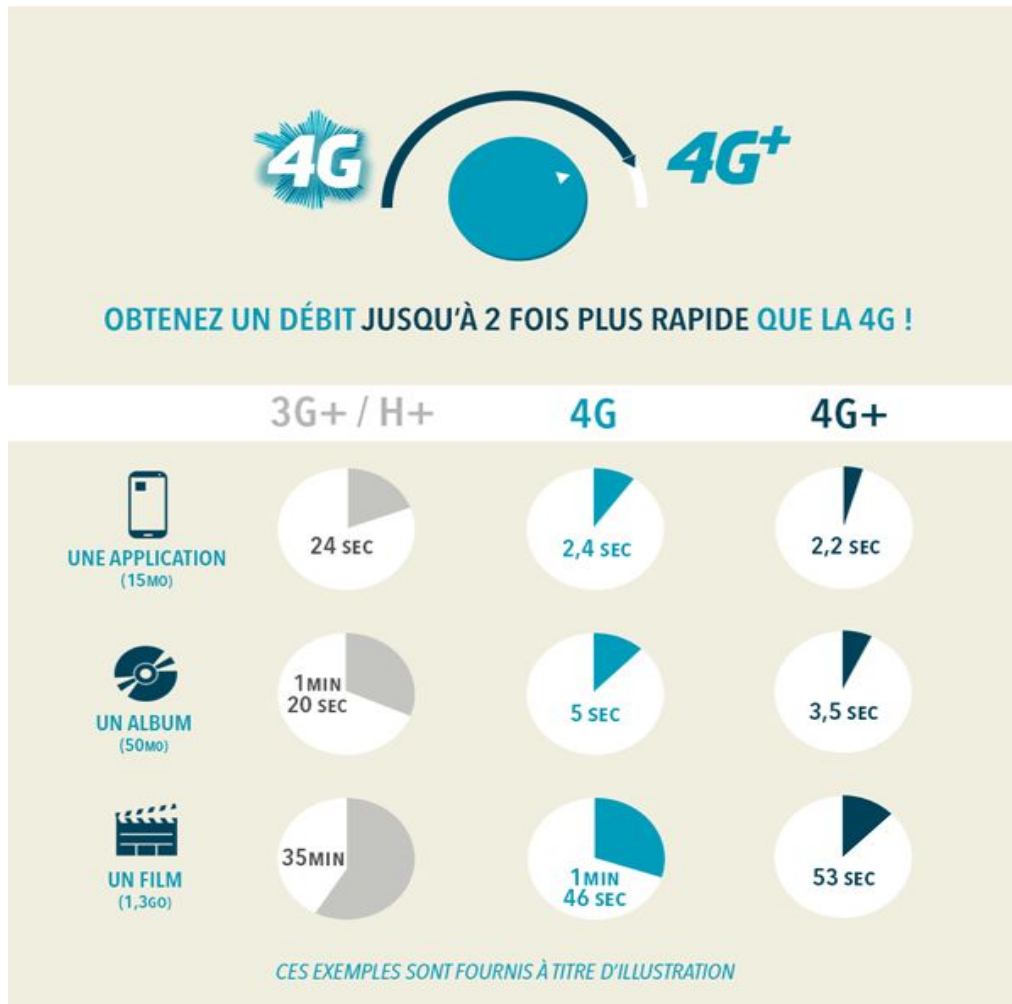
Dans un second temps et toujours dans le logiciel « Excel », on vérifie qu'un ajustement exponentiel de données modélisées marche : figure ci-après :



En conclusion, à la question posée « qu'entend-on ici par croissance exponentielle ? », il faut répondre : un **modèle** de croissance exponentielle qui décrit de façon satisfaisante l'évolution temporelle de la puissance éolienne mondiale installée entre 2001 et 2016.

TÉLÉPHONIE MOBILE

Vous avez peut-être un Smartphone ? Vous avez peut-être la 4G ? Voici, quelques données de téléphonie mobile provenant d'un opérateur : mégaoctets, gigaoctets et temps de téléchargement.



Extrait de

<http://www.cnetfrance.fr/produits/4g-les-smartphones-compatibles-et-la-couverture-en-france-39808303.htm>

Questions

1. Pour la 3G+, le temps de téléchargement est-il proportionnel au nombre d'octets à télécharger ?
2. Même question pour la 4G et la 4G+.
3. Avec la 4G+, obtient-on bien un débit jusqu'à deux fois plus rapide que la 4G ?
4. Calculer en Mo/s puis en Mb/s, le plus grand débit possible.
5. Au bas du document, pourquoi l'opérateur a-t-il ajouté la phrase « ces exemples sont fournis à titre d'illustration » ?

Réponses

1. Pour la 3G+, la proportionnalité entre le nombre d'octets à télécharger et le temps de téléchargement peut être validée : voir tableau ci-dessous. En octets, pour passer de la première ligne à la deuxième ligne, il faut multiplier par la fraction $10/3$. Pour passer de la deuxième ligne à la troisième du tableau, il suffit de multiplier par le nombre 26, sachant qu'un gigaoctet vaut mille mégaoctets.

Une application 15 Mo	24 s
Un album 50 Mo	$\frac{10 \times 24}{3} = 80s$ soit 1 min et 20 secondes
Un film 1,3 Go	$26 \times 80 = 2080s$ soit 34 min et 40 secondes, très voisin de 35 minutes.

2. Pour la 4G et la 4G+, on note un écart significatif à la proportionnalité. En effet, 5 secondes contre $\frac{10 \times 2,4}{3} = 8$ secondes, 3,5 secondes contre $\frac{10 \times 2,2}{3} = 7,3$ secondes, 1 minutes et 46 secondes, soit 106 secondes, contre $26 \times 5 = 130$ secondes et 53 secondes contre $26 \times 3,5 = 91$ secondes.

3. Avec la 4G+, on obtient bien un débit jusqu'à deux fois plus rapide qu'avec la 4G. En effet, dans le cas du téléchargement d'un film de 1,3 Go, avec la 4G+, le temps de téléchargement est deux fois plus petit qu'avec la 4G : 53 secondes = 106 secondes divisé par 2. De plus, on peut remarquer que le fournisseur s'engage peu avec l'expression « jusqu'à deux fois plus ».

4. Le débit maximal est égal à : $\frac{1,3 \times 10^3}{53} = 24,5 Mo/s$, soit $\frac{1,3 \times 10^3 \times 8}{53} = 196,2 Mb/s \approx 200 Mb/s$.

5. Avec cette phrase au bas du document, l'opérateur rappelle qu'il affiche des débits théoriques et non des débits réels. Les applications gratuites de mesure de débits réels sont de plus en plus prisées par les utilisateurs de mobiles. Histoire de vérifier que les promesses des opérateurs s'appliquent dans les faits.

ESPRIT CRITIQUE

5468

C'est le nombre de tornades qui ont frappé l'Europe ces 66 dernières années ! Ce chiffre stupéfiant a été révélé par l'équipe de Bogdan Antonescu, à Manchester. « Les Européens n'ont pas l'habitude de recenser les tornades, au contraire des Américains. Et ces chiffres sont sans doute sous-estimés, car nombre de ces épisodes sont enregistrés comme des orages violents », précise le chercheur. Y.S.

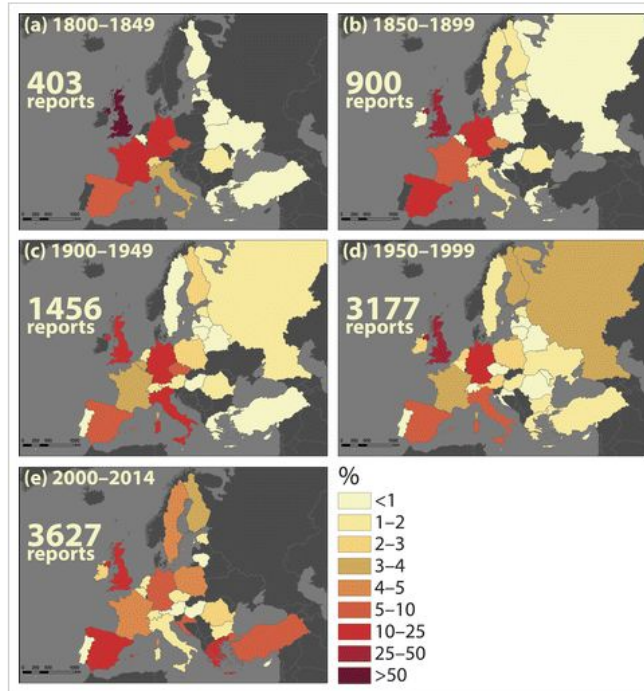
Brève extraite de la revue « Sciences et vie », juillet 2017, n°1198

Questions

1. Identifier les différentes techniques d'écriture et éléments de langage utilisés par l'auteur pour accrocher le lecteur et faire sensation.
2. Dans la première phrase, à combien près, semble être connu le nombre de tornades ayant frappées l'Europe sur les 66 dernières années ?
- 3 Le nombre 5468 est-il aussi stupéfiant que le laisse penser l'auteur ? Justifier.
4. En employant un nombre différent de tornades, comment pouvez-vous réécrire la première phrase ? Comparer ce nouveau nombre au précédent.
5. Finalement, quelle est l'information que l'auteur cherche à transmettre ?

Documents annexes d'aide à la résolution des questions

Figure légendée extraite de l'article scientifique intitulé « Tornadoes in Europe: Synthesis of the Observational Datasets » de l'équipe de Bogdan Antonescu, paru en juin 2016.

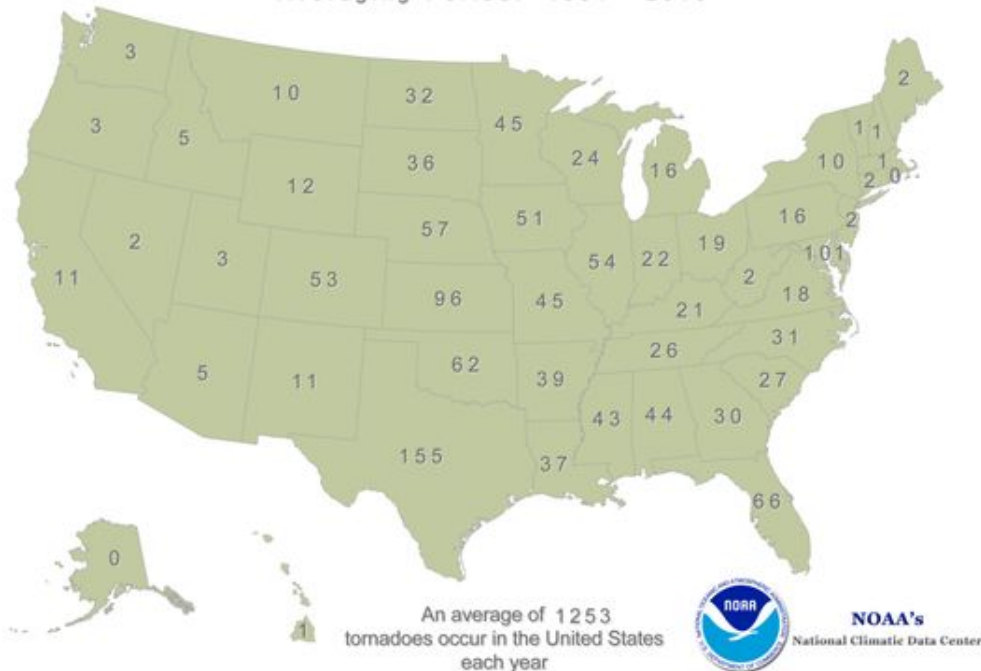


The spatial distribution of tornadoes in Europe during (a) 1800-49, (b) 1850-99, (c) 1900-49, (d) 1950-99, and (e) 2000-14. Each panel shows the percentage from the total number of reports for each country during each of the five periods (shaded according to the scale).

Carte : selon l'Agence américaine responsable de l'étude de l'océan et de l'atmosphère (NOAA), le Texas, la Floride et les Etats des Grandes Plaines sont les plus touchés...

Average Annual Number of Tornadoes

Averaging Period: 1991 - 2010



En savoir plus sur http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/04/28/les-etats-unis-pays-le-plus-touche-au-monde-par-les-tornades_4408629_3244.html#jCzqz6MTjbs51Go.99

Éléments de réponse

-La première phrase laisse à penser que le nombre de tornades est connu à l'unité près sur une période bien définie.

-Le nombre 5468 est écrit en très gros, comme pour renforcer l'idée de nombre stupéfiant.

-Aucune comparaison n'est faite dans le temps ou par rapport à un autre continent. Si on tente cette comparaison, dans le temps et en Europe, effectivement le nombre de tornades reportées croit de 403 à 3627. En revanche, une comparaison avec les USA, indique que chaque année en Europe le nombre moyen de tornades est bien moindre : $3627/14$ quasiment égal à 259 à comparer à 1253. Soit, un facteur 10 en ordre de grandeur.

-L'emploi du mot révélé prolonge le côté sensationnel et accrocheur du texte.

-En fait, sur la même période, on aurait pu écrire que : on a recensé $3177+3627= 6804$ tornades. Un nombre du même ordre de grandeur que 5468.

-Alors quelle est l'information que l'on cherche à faire passer ?

Que les tornades sont bien plus fréquentes en Europe qu'on ne le pense ?

Il est vrai qu'elles ne font pas parler d'elles. Peut être, parce qu'elles sont peu meurtrières (d'intensité F5), contrairement aux USA.

Changement climatique ou meilleur recensement ? Une question prolongeant l'activité.

CHANGEMENT CLIMATIQUE GLOBAL

Questions possibles :

Pourquoi dit-on que la température moyenne sur Terre est-elle de + 15° C ?
Pourquoi faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ?

Interdisciplinarité :

SVT & Géographie : effet de serre, fonte des glaciers, atmosphère, océans...

Physique – Chimie : rayonnement infrarouge, dilatation de l'eau, énergie lumineuse, température,...

SES : consommation, individu et société, ...

Contenu mathématique :

Statistiques : calculs de moyennes (normale de saison,..) déciles, centiles (pour les bulletins météo,...)

Courbes de régression (droite ou non) :

- des températures moyennes sur le globe
- du niveau moyen des océans
- ...

Contrôle des calculs annoncés dans des articles Wikipedia

Ressources :

- *Mathématiques pour la planète Terre* : www.breves-de-maths.fr
<http://images.math.cnrs.fr/+-Mathematiques-de-la-planete-Terre-69-+.html?lang=fr>

- *Articles de Wikipedia à décrypter* ; voir par exemple le § « prévision » de l'article [niveau de la mer](#)

- *Éléments de didactique du développement durable* (Yves Chevallard):
http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Didactique_du_DD_2011-2012_1.pdf
notamment à partir du § 1.3. *Un exemple d'enquête* p 7

http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/Didactique_du_DD_3.pdf
notamment à partir du § 3.3. *Une enquête codisciplinaire* p 14

COMMENT REPRÉSENTER LA 3ÈME DIMENSION ? LA PERSPECTIVE DANS LES ARTS

Interdisciplinarité :

Physique-Chimie et SVT : fonctionnement de l'œil, peinture, rayons lumineux, couleurs ...

Histoire : Les arts à la Renaissance

Objectifs mathématiques :

Modélisation de l'espace dans lequel nous vivons par des objets mathématiques

Représentation plane d'un objet simple tridimensionnel en appliquant des règles de tracé

Contenu mathématique détaillé :

Dégager les règles de tracé en perspective artistique à partir d'un dessin à travers une vitre ou un support en plexiglas ("maquette d'Alberti")

Comparer avec les règles de tracé en perspective cavalière (si besoin avec l'ombre au soleil)

Ecrire des énoncés sur les objets de base (points, droites, plans) sur leurs positions relatives (règles d'incidence) et sur la transformation utilisée (projection sur un plan parallèlement à une droite)

Dessiner des objets posés sur un plan horizontal :

- un dallage carré
- un cube avec une face parallèle au tableau
- un cube sans face parallèle au tableau

Appliquer ces règles de tracé :

- à des dessins actuels (cf. logiciels 3D sur le net)
- à des tracés de points de fuite sur des tableaux

Ressources :

- [Programme d'enseignement scientifique de 1ere ES-L](#) sur le thème : *représentation visuelle*
- [Doc ressources de MPS](#) p. 169 à 189 sur le thème : *sciences et œuvres d'arts*

Doc d'accompagnement du programme de mathématiques de la série L (2005-2012) p. 43 à 54

COMMENT ÉVALUER DES POPULATIONS SUR TERRE ? COMMENT ÉVOLUENT-ELLES ?

The screenshot shows the Le Monde.fr website interface. At the top, there are navigation links for various sections like 'Le Monde', 'Télérama', 'Le Monde diplomatique', etc. A search bar is present with the text 'Rechercher dans nos articles'. Below the navigation, there are social media icons and a newsletter sign-up button. The main navigation bar includes categories like 'INTERNATIONAL', 'POLITIQUE', 'SOCIÉTÉ', 'ÉCO', 'CULTURE', 'IDÉES', 'PLANÈTE', 'SPORT', 'SCIENCES', 'TECHNO', 'STYLE', 'VOUS', 'ÉDUCATION', and 'ÉDITION ABONNÉS'. The 'PLANÈTE' section is highlighted, with sub-categories: 'Climat', 'Énergies', 'Ressources naturelles', 'Biodiversité', 'Population', 'Agriculture & Alimentation', and 'Pandémies'. The main article headline reads: 'Onze milliards de terriens en 2100, dont 3 milliards auront plus de 60 ans'. Below the headline, it says 'Le Monde.fr avec AFP | 13.06.2013 à 20h55 • Mis à jour le 13.06.2013 à 20h55'. To the right, there is a video player with the title 'Une quarantaine de baleines échouées dans un parc naturel'.

https://www.lemonde.fr/planete/article/2013/06/13/onze-milliards-de-terriens-en-2100-dont-3-milliards-auront-plus-de-60-ans_3429978_3244.html

The screenshot shows the Le Monde.fr website interface for a biodiversity article. The main navigation bar is the same as in the previous screenshot. The 'Biodiversité' section is highlighted. The article headline reads: 'En trente ans, près de 80 % des insectes auraient disparu en Europe'. Below the headline, it says 'Ce déclin catastrophique est dû à l'intensification des pratiques agricoles et au recours aux pesticides. Il menace la chaîne alimentaire.' Below the article text, it says 'LE MONDE | 18.10.2017 à 20h01 • Mis à jour le 19.10.2017 à 07h56 | Par Stéphane Foucart'. There is also a small box on the left that says 'ÉDITION ABONNÉS' and a link to 'Découvrir l'application'.

https://www.lemonde.fr/biodiversite/article/2017/10/18/en-trente-ans-pres-de-80-des-insectes-auraient-disparu-en-europe_5202939_1652692.html

<https://www.monde-diplomatique.fr/2018/06/>

LE MONDE *diplomatique*

BONNE SIESTE
À LA
BIBLIOTHÈQUE

PAR ÉRIC DUSSERT
ET CRISTINA ION
Page 27.

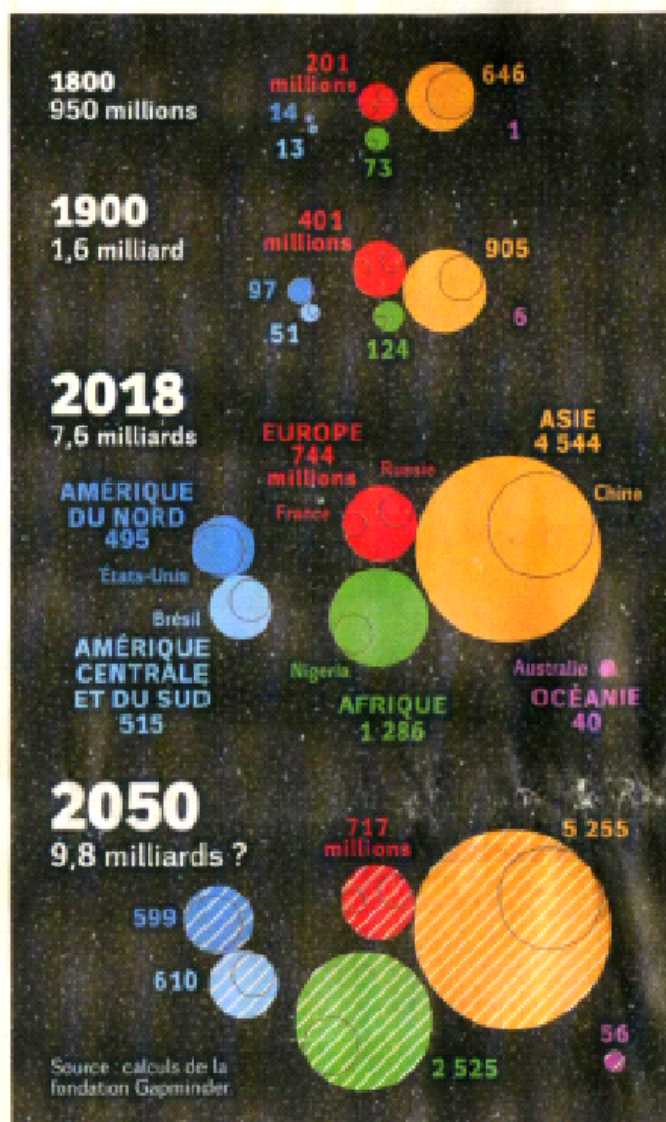
5,40 € - Mensuel - 28 pages

N° 771 - 65^e année, Juin 2018

BOULEVERSEMENT DÉMOGRAPHIQUE EN EUROPE

EN 1900, l'Europe abritait un Terrien sur quatre. En dépit d'un gain de 180 millions d'habitants entre 1950 et 2000, elle n'en abrite aujourd'hui plus qu'un sur dix. Sur tout le continent, la croissance démographique s'essouffle, une majorité de régions connaissant même une décroissance. Mais cette évolution globale cache de fortes disparités. Les habitants de l'Ouest n'ont guère pris conscience du chaos qui a suivi, dans l'Est, la chute du mur de Berlin, avec l'explosion des inégalités, de la pauvreté et de la mortalité. Si les « thérapies de choc » dictées par les experts financiers occidentaux n'ont pas achevé le malade, elles l'ont rendu anémique et très dépendant du carburant économique de l'Ouest. Dénatalité et exode conduisent à un bilan démographique sévère : vingt-quatre millions d'habitants en moins depuis 1989 dans les anciens pays de l'Est, hors Russie. Un garçon qui naît aujourd'hui en Ukraine peut espérer vivre soixante-six ans, soit treize de moins qu'un Suisse ou un Suédois. Treize années, c'est aussi ce qui sépare l'espérance de vie d'un Français riche de celle d'un Français pauvre.

Lire notre dossier
pages 13 à 18.



Régulièrement, des articles paraissent dans les médias au sujet de l'évolution de populations, humaines ou animales. Voici quelques-unes des questions clés à ce sujet :

Concernant les humains

- Combien sommes-nous sur la Terre ? Quelles méthodes de recensement existent ?
- Combien serons-nous en 2050 ? En 2100 ? La population mondiale va-t-elle toujours augmenter ? Partout ?
- En quoi l'augmentation de la population a-t-elle un impact sur la survie des Hommes ?
- Quelles sont les conséquences de nos comportements (choix politiques, consommation des ressources, etc..) sur les effectifs des populations (santé, espérance de vie, migrations,..) ?

Concernant une population animale donnée :

- Quelles méthodes de recensement ?
- Pour prendre quelles décisions ?

Programmes de conservation de telle espèce menacée, mise en valeur des bénéfices apportés par telle espèce, décision de s'attaquer à telle espèce invasive, ...

Depuis le début du XVIII^e siècle, des mathématiciens, géographes ou économistes ont proposé des **modèles d'évolution** dans le but de **décrire** et de **prévoir**. Comme le rappelle Cédric Villani, « *les mathématiques sont une science, une construction intellectuelle destinée à décrire le monde, à comprendre le monde et à agir sur lui.* ». Le sujet de la population mondiale illustre particulièrement bien cette citation, mais d'autres sciences peuvent revendiquer une telle caractérisation, en particulier sur ce sujet. En effet, l'acte de modélisation requiert le concours de compétences non exclusivement mathématiques puisqu'il faut notamment :

- Identifier la population à recenser ;
- Identifier le but du recensement ;
- Choisir une méthode de recensement ;
- Evaluer l'incertitude de la mesure ;
- Appliquer la méthode de recensement ;
- Interpréter les données recueillies ;
- Les utiliser dans le but prévu ;
- Prendre une décision ;
- Corriger la méthode en cas de biais manifeste.

Biologie, Economie, Histoire... figurent parmi les disciplines naturellement convoquées pour comprendre les contextes, les contraintes et les raisons pour lesquelles les populations d'humains et d'animaux évoluent ; ***l'informatique*** permet par ailleurs le traitement des données, leur cartographie et leur visualisation, mais aussi la simulation des modèles prédictifs.

A travers le thème des populations, l'enjeu de formation scientifique des élèves est de comprendre :

- ce qu'est un *modèle* ;
- comment il peut être choisi ;
- comment il peut être validé ou invalidé ;
- comment il peut être utilisé ;
- qu'il peut s'appliquer à des situations a priori éloignées de celle pour lequel il est né.

Le sujet de l'évolution des populations est donc naturellement interdisciplinaire.

◆ Décrire une population : décrypter les informations des medias

Bien des sites proposent textes ou vidéos sur l'évolution des populations.

Des questionnaires sur ces ressources pour vérifier la compréhension des élèves peuvent être proposés.

On pourra traiter ces ressources dans le cadre de la classe pour des temps de débat mais il est également possible d'envisager la pratique de la classe inversée : les élèves voient les documents en dehors de la classe, puis une mise en commun des réponses est faite, puis des explications et synthèses du professeur complètent la structuration des connaissances. Voici quelques vidéos tirées du web et leur source :

● Vidéo : "le monde en 100 habitants"

Dans cette vidéo du site lemonde.fr la population humaine est ramenée par proportion à une base 100 ; ainsi, par exemple :

- 44 personnes sur 100 disposent d'une connexion internet
- la plus riche des 100 personnes posséderait autant de patrimoine que les 50 les plus pauvres.
- etc...



https://www.huffpostmaghreb.com/2017/07/11/statistiques-monde-_n_17456550.html

● Extrait d'un journal télévisé *voir la vidéo*

Il s'agit ici d'un panorama rapide de l'évolution démographique qui montre dans les grandes lignes la répartition des hommes sur Terre depuis 1960 et son évolution possible.

On trouve dans les variations de subtiles affirmations, telle

« la croissance de la population mondiale décélère » qu'il est utile de décrypter avec les élèves.



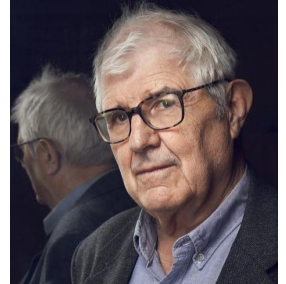
● **Interview d'un démographe (écouter ici)**

<https://www.franceculture.fr/emissions/linvite-des-matins/humains-trop-dhumains>

<https://www.franceculture.fr/emissions/linvite-des-matins-2eme-partie/humains-trop-dhumains-2eme-partie>

L'invité des "Matins de France Culture", 27 novembre 2017 était le démographe Hervé Le Bras. Dès l'introduction sont posées des questions fondamentales :

*Comment accueillir 10 milliards d'humains avec une consommation soutenable ?
Faut-il limiter les naissances pour se nourrir et protéger la planète ?*

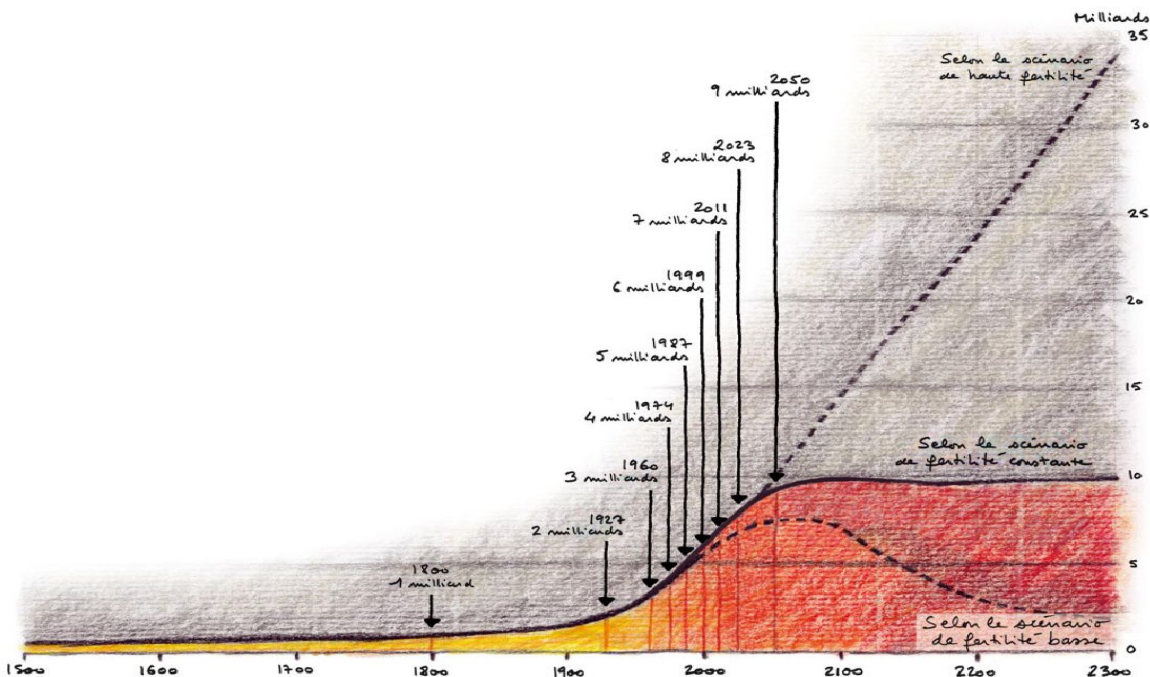


Le démographe propose des réponses éclairantes sur ces sujets :

- La prévision de 10 milliards d'humains pour 2050 et la dynamique en cours ;
- Les deux déterminants d'une fécondité importante ;
- Le cas de l'Afrique ;
- L'accueil de 10 milliards d'humains avec une consommation soutenable.

Il conclut avec le retour sur le malthusianisme, qui permettra de relancer le paragraphe suivant : pourquoi prévoir et comment le faire ? car Malthus fut l'un des premiers à se poser la question des modèles.

◆ **Des modèles pour décrire et prévoir l'évolution d'une population**



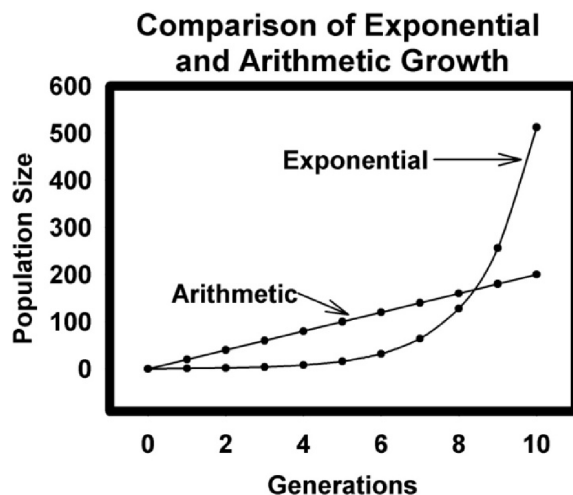
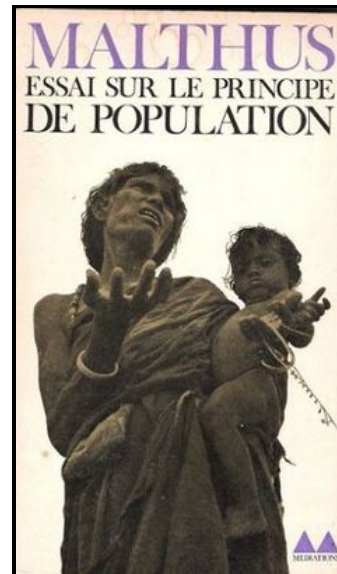
- Graphique issu de <http://www.populationmondiale.com>

- Le Monde Diplomatique, juin 2018 (page 18)

En France comme dans la majorité des pays européens, la plupart des prévisionnistes annoncent une augmentation continue de l'espérance de vie à la naissance [...]. **Les projections restent un exercice périlleux**, compte tenu des nombreuses données inconnues, telles que l'évolution du contexte social et environnemental. Dans le passé, chaque fois que des démographes s'y sont essayés, ils se sont trompés en prévoyant des augmentations inférieures à ce qu'elles furent réellement. Aujourd'hui, ne tomberaient-ils pas dans l'erreur inverse?

Récemment encore, plusieurs régions du monde ont connu des épisodes d'effondrement de l'espérance de vie, généralement passagers et dûs à des bouleversements politiques ou à des maladies qu'on ne savait pas combattre. Cela a été le cas en Afrique de l'Est et du Sud après l'apparition du VIH-sida [...]. En France, on observe déjà un effritement. Après une augmentation assez régulière d'environ trois mois par an de 1980 à 2010, l'espérance de vie n'a progressé en moyenne que d'un mois par an. À compter de 2014, elle plafonne pour les femmes et ne croît que très peu pour les hommes. **Alors, quelle courbe faut-il prolonger?**

➤ Pourquoi prévoir ? Une motivation datant de 2 siècles par Malthus



Thomas MALTHUS
(1766-1834)
pasteur et économiste britannique écrit

ceci dans l'*Essai sur le principe de population* (1798) : « Celui qui chercherait à prévoir les progrès futurs de la société verrait deux questions se poser immédiatement à son esprit :

- Quelles sont les causes qui ont gêné jusqu'à présent le progrès de l'humanité vers le bonheur ?
- Est-il possible d'écarter ces causes, en totalité ou en partie, dans l'avenir ?

Cet ouvrage expose sa vision de démographe pessimiste : selon lui, l'augmentation de l'espèce humaine sur Terre est un frein au bonheur de ses habitants.

Malthus est le premier à calculer et comparer les évolutions de populations d'une part et de ressources d'autre part en utilisant des modèles mathématiques.

La lecture d'extraits de ce texte permet de comprendre ses modèles :

- Croissance **géométrique** (on dit aussi : **exponentielle**) pour l'évolution de la population
- Croissance **arithmétique** pour l'évolution des ressources

L'intersection des deux courbes fournit le moment où les ressources ne suffiront plus à nourrir tout le monde.

Questions possibles sur un extrait de texte de Malthus

Lien sur le site de l'IREM de Poitiers :

<http://irem.univ-poitiers.fr/portail/attachments/article/111/Texte%20Malthus.pdf>

a) Expliquer les lignes 59 à 61 :

"Selon la table d'Euler, si l'on se base sur une mortalité de 1 sur 36 et si naissances et morts sont dans le rapport de 3 à 1, le chiffre de la population doublera en 12 années et 4/5."

b) Vérifier le taux moyen annuel (les lignes 64 à 66).

c) Expliquer l'expression "*progression arithmétique*" (ligne 100) en s'aidant des lignes 101 à 104.

e) Expliquer les calculs de progression géométrique des lignes 115 à 118.

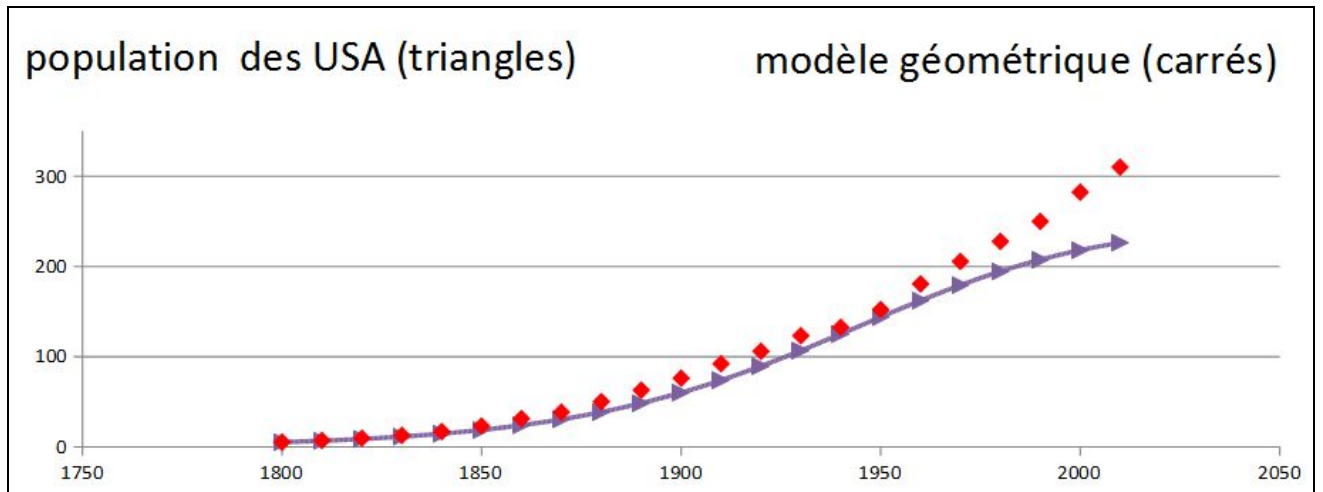
➤ Comment prévoir ? Un modèle de courbe « en S » par Verhulst

Pierre-François VERHULST (1804-1849) est un mathématicien belge.

Il accepte que la population puisse se développer sans contrainte, conformément au modèle exponentiel de Malthus, pendant une courte période « d'explosion démographique ».

Voir ci-dessous la correspondance entre ce modèle exponentiel et l'évolution de la population américaine à partir de 1800.





Verhulst estime cependant que la croissance de la population sera freinée *avant* « le point de catastrophe de Malthus » pour causes de moindres ressources, conflits, épidémies, et maintenant contraception,...

Mathématiquement, Verhulst va donc « ralentir » la *courbe exponentielle*.

Il introduit dans son calcul un facteur de freinage.

L'accroissement relatif de la population ne doit donc plus être constant (modèle exponentiel de Malthus) mais doit être fonction de la population : plus la population va croître, plus le freinage sera fort.

On obtient ainsi une courbe « en S » appelée *courbe logistique* (c'est d'ailleurs l'allure réelle de la courbe de population des USA ci-dessus !)

Voir détails dans le § "ressources" en fin de document

Voir une exploitation avec des élèves de première S mais hors de propos pour l'enseignement scientifique du cycle terminal : page 8 du document suivant, sur le site de l'IREM de Poitiers

<http://irem.univ-poitiers.fr/portail/attachments/article/111/Un%20parcours%20d'%C3%A9tude%20en%201S.pdf>

Notions et techniques

Mathématiques :

- Calculer une proportion (1 habitant sur sera africain en 2050)
- Calculer un taux d'évolution (la population asiatique augmentera de % d'ici 2050)
- Calculer l'effectif d'une population après une évolution (avec une baisse prévisible de ... % , la population européenne ne sera plus que de millions en 2050)
- Utiliser une formule dans un tableur (pour rendre automatiques les calculs précédents s'il faut les faire pour un grand nombre de pays)
- Savoir lire un graphique statistique (lecture des medias)
- Comprendre ce que signifie la diminution de la croissance (sur une courbe, dans un texte...)
- Intervalle de confiance lors de l'évaluation d'une population.
- Ce qu'est un modèle : une image abstraite et simplifiée d'une situation réelle.
- Calculer les termes d'une suite arithmétique ou géométrique
- Modéliser une situation par une suite arithmétique ou géométrique
- Utiliser un tableur pour représenter une suite
- Choisir de valider ou d'invalider un modèle

Lien avec la SVT :

Recensement d'une population animale

Lien avec la SES et la géographie

Recensement des populations dans les communes de France

Transition démographique

Le malthusianisme, l'eugénisme

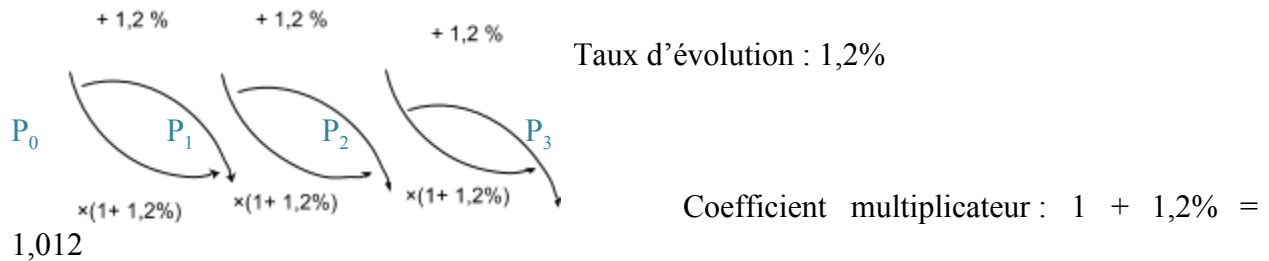
Exercices possibles

Mathématiques :

- **Vérifier qu'en augmentant de 1,2% par an, une population double en plus de 60 ans.**

Cela fait travailler taux d'évolution et coefficient multiplicateur.

C'est un exemple de croissance exponentielle.



Au bout de 60 ans le coefficient multiplicateur est $(1 + 1,2\%)^{60} \approx 2,046$ alors que $(1 + 1,2\%)^{58} \approx 2$

- **Ci-dessous la population mondiale, en milliards, de 1800 à 2011.**

Comparer les taux moyens annuels d'accroissement entre chaque période du tableau.

Année	1800	1927	1960	1974	1987	1999	2011
Population	1	2	3	4	5	6	7

- En 1859, Thomas Austin, un britannique amateur de chasse du sud de l'Australie et nostalgique de son pays, importe de Grande-Bretagne 12 couples de lapins. 50 ans plus tard, on compte 600 millions de couples qui ont colonisé 60% du territoire.

On admet que le taux d'accroissement annuel est constant sur les 50 ans. Quel est ce taux ?

Pour connaître la suite de cette catastrophe écologique consulter :

<http://www.linternaute.com/science/biologie/dossiers/06/0604-especes-invasives/lapin.shtml>

- **Evolution par décennie de la population des Etats-Unis depuis 1800.**

Population US de 1800 à 2010.

Année	1800	1810	1820	1830	1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900
Pop (millions d'hab.)	5,31	7,24	9,64	12,87	17,07	23,19	31,44	38,56	50,19	62,98	76,21
Année	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Pop (millions d'hab.)	92,23	106,02	123,2	132,59	152,27	180,67	205,5	227,73	249,97	282,41	310,06

Sur quelle période le modèle de Malthus d'une croissance exponentielle est-il valable ?
 Pourquoi ne peut-il plus s'appliquer ensuite, selon vous ?

➤ **Intervalle de confiance ? (LPO, Rapaces de France n°16)**

Lire graphiquement le rayon de l'intervalle de confiance pour le milan royal (fig1). En prenant $1/\sqrt{n}$ comme estimation de ce rayon, proposer la taille n de la population de milan royal qui a été étudiée.

Figure 1. Tendances des populations entre 2000 et 2013 (taux moyen de croissance annuel) pour les 12 espèces de rapaces diurnes les plus communes, classées par effectif national décroissant.

Une valeur de 1 correspond à une tendance stable (en noir), une valeur supérieure à 1 indique une augmentation (en vert) et une valeur inférieure indique une diminution (en rouge). Le point central (en gris) est l'estimation moyenne de la tendance sur la période alors que les deux bornes représentent l'intervalle de confiance à 95 %.

Ainsi si cet intervalle de confiance ne contient pas le 1, la tendance est considérée significative (espèces en gras).

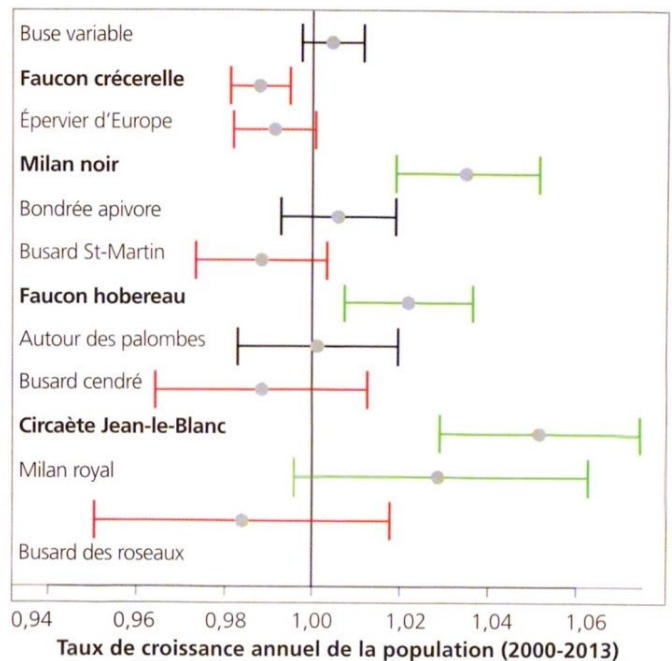
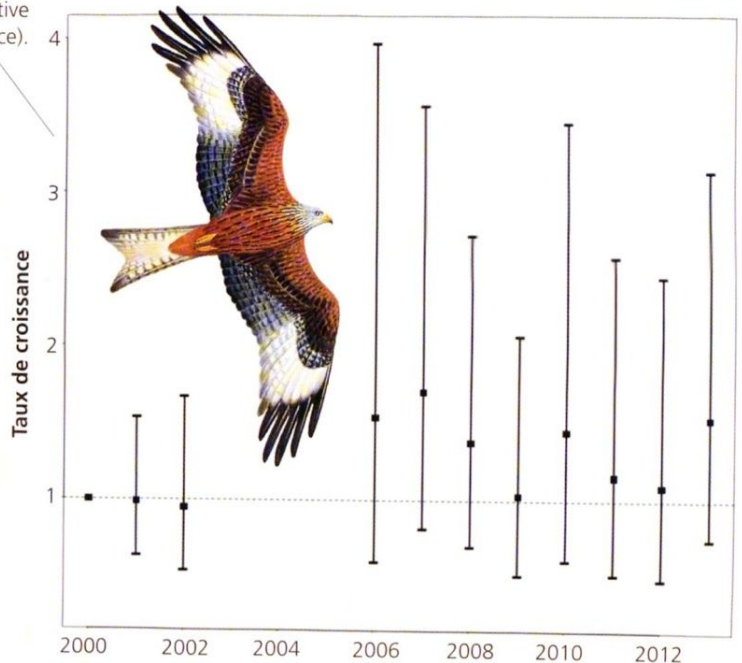


Figure 2. Tendance de population par année pour le milan royal (année 2000 en référence).

Une valeur de 1 correspond à une tendance stable, Le point central est l'estimation moyenne et les deux bornes représentent l'intervalle de confiance à 95 %.

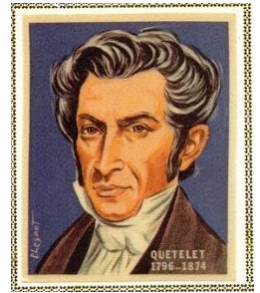
Ainsi si cet intervalle de confiance ne contient pas le 1, la tendance est considérée significative (ce n'est pas le cas pour cette espèce).



➤ Limitations de la population mondiale

L'INED explique la transition démographique par des raisons de restrictions que les humains s'imposent (limitations économiques, éthiques, religieuses ou sociologiques).

Voici ce qu'en dit **QUETELET**, démographe et mathématicien du XIX^e
<http://msh.revues.org/2893?file=1>



« Il paraît incontestable que la population croîtrait selon une **progression géométrique**, s'il ne se présentait aucun obstacle à son développement. Les moyens de subsistance ne se développent point aussi rapidement, et, selon Malthus, dans les circonstances les plus favorables à l'industrie, ils ne peuvent jamais augmenter plus vite que selon une **progression arithmétique**. Le grand obstacle à la population est donc le manque de nourriture, provenant de la différence des rapports que suivent ces deux quantités dans leurs accroissements respectifs.

Quand une population, dans son développement, est parvenue au niveau de ses moyens de subsistance, elle doit s'arrêter à cette limite par la prévoyance des hommes ; ou si elle a le malheur de la franchir, elle s'y trouve forcément ramenée par un excès de mortalité.

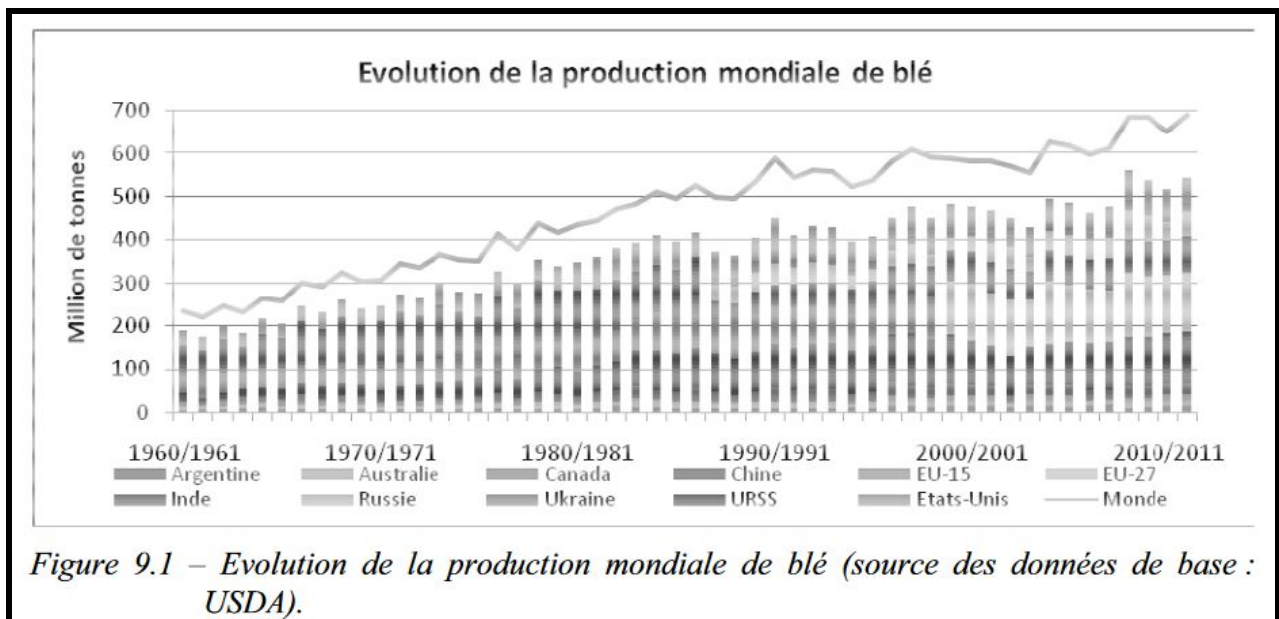
Les obstacles à la population peuvent donc être rangés sous deux chefs. Les uns agissent en prévenant l'accroissement de la population, et les autres en la détruisant à mesure qu'elle se forme. La somme des premiers compose ce que l'on peut appeler l'obstacle privatif ; celle des seconds l'obstacle destructif. »

1. Expliquer ce que signifient les deux expressions en gras.
2. Quels sont les arguments de Quêtelet pour dire que la population ne peut croître sans fin ?

➤ Récolte mondiale de blé

Données : Livre Blanc « Céréales » ULg Gembloux Agro-Bio Techet CRA-W Gembloux –
Février 2012

<http://www.gembloux.ulg.ac.be/phytotecnie-temperee/LIVREBLANC/LBfev2012/fichiers/9.%20Economie%20B%202012%20sec.pdf>



Vu les données ci-dessous, peut-on considérer comme le proposait Malthus que les ressources en blé augmentent de manière arithmétique depuis 1960 ?

➤ **Evolution de la population au Japon**

http://www.persee.fr/doc/pop_0032-4663_1951_num_6_2_2481 (données antérieures à 1950)

<http://www.statistiques-mondiales.com/japon.htm> et <http://www.nippon.com/fr/features/h00079/> (depuis 1950)

année	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945	1950	
population	44.8	47.0	50.7	53.4	55.9	59.7	64.5	69.3	73.1	72.4	83.6	
année	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
population	87.9	92.51	98.8	104.7	111.9	116.8	120.8	123.5	125.6	126.9	127.4	126.8

- Représenter graphiquement les données.
- Vérifier que la population du Japon a eu une croissance annuelle d'environ 1,13% entre 1950 et 1980.
- Selon Verhulst, une population donnée a tendance à se stabiliser, autrement dit à atteindre un seuil maximal qui ne peut être dépassé du fait des ressources limitées qui empêchent la population de croître davantage. Expliquer pourquoi on peut dire qu'actuellement la population du Japon donne raison à Verhulst.

➤ **Evolution de la population d'éléphants africains dans le parc du Kruger (Afr. Sud)**

Données : Université de Nice, Département de Mathématiques pour la Biologie

<https://math.unice.fr/~diener/MpB2011-2012/LOGISTI.pdf>

Le parc a mis en place un programme d'abattage contrôlé destiné à limiter la surpopulation en maintenant le nombre d'éléphants approximativement égal à la valeur limite (notée K) et qui représente la taille de la population en deçà de laquelle il convient de rester si l'on veut préserver la cohabitation harmonieuse de la population avec son écosystème.

- Laquelle des deux courbes est le modèle théorique, laquelle correspond au recensement réel d'éléphants ? Comment s'appelle la courbe du modèle théorique ?
- Lire graphiquement la valeur du seuil K dont il est question dans le texte.

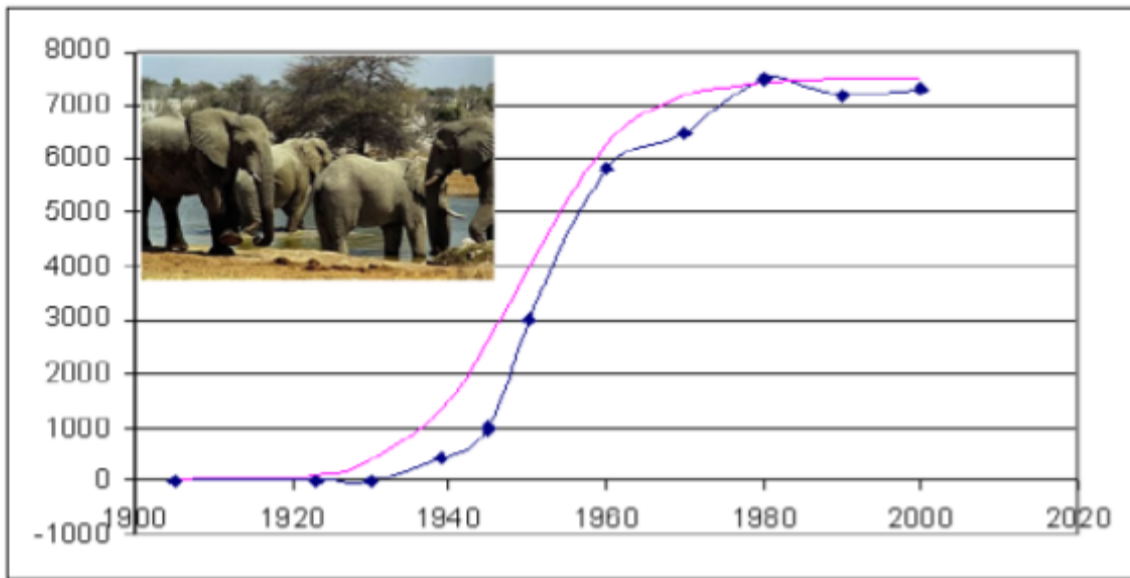


FIG. 1 – Effectifs observés et effectifs théoriques de la population d'éléphants dans le parc Kruger.

❖ Ressources

- **Séquence d'enseignement en première** par le groupe lycée de l'IREM de Poitiers qui a réfléchi à ce thème des populations pour enseigner les suites en Première
Lien vers : [Un parcours sur l'évolution des populations en Première](#)

- [Programme d'enseignement scientifique de 1ere ES-L](#) sur le thème : *nourrir l'humanité*

● Textes historiques :

- Théorie de Malthus : elle a le mérite de faire intervenir d'emblée suites arithmétique et géométrique et de comparer les vitesses de croissance.
Les 1eres pages seraient intéressantes à faire lire aux élèves

http://classiques.uqac.ca/classiques/maltus_thomas_robert/essais_population/essais_population.html

- Théorie de Verhulst : son essai en français n'est pas totalement numérisé.
http://www.statelem.com/modele_de_verhulst.php

● Populations d'Animaux

- Méthodes de recensement d'animaux :

http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/drealpaca_diagnostic_continuites_ecologiques_sco_tcle0e62fb.pdf

<http://lamaisondalzaz.wordpress.com/tag/dynamique/>

- Modèles d'évolution mathématiques :

http://interstices.info/jcms/n_49876/des-especes-en-nombre

www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-les-battements-du-temps-19

www.franceinter.fr/emission-sur-les-epaules-de-darwin-les-battements-du-temps-21

- Evolution des populations :

de chevreuils

http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/image/mammiferes/ongules/plaine/chevreuil_histo_500.JPG

ou d'ongulés

http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/image/mammiferes/ongules/plaine/sanglier_histo_2009_450.jpg

ou de cerfs

http://www.oncfs.gouv.fr/IMG/image/mammiferes/ongules/plaine/cerf_histo_500.JPG

croissance d'algues en culture

<http://www.fao.org/docrep/009/y5720f/y5720f0i.jpg>

GESTION ET PROTECTION DES DONNÉES

Interdisciplinarité :

Informatique : stockage des données, ...

Histoire : machine Enigma et seconde guerre mondiale

Physique-Chimie : électricité

Education morale et civique / SES : protection des données

Contenu mathématique :

Systèmes de numération

Ecriture binaire, code ASCII

Capacité de stockage de données :
préfixes, dénombrement, ordre de grandeur

Exemple de procédés de codage :
Code barres, QR code, ...

Exemple de procédés d'identification :
ISBN, clé de contrôle...

Thèmes (non développés)

a. Quelques thèmes interdisciplinaires

Notions mathématiques en lien avec l'économie et la démographie : revenu médian et moyen, diverses formules de calcul des impôts (taux moyen et taux marginal), pourcentages (réduire de 20%, c'est multiplier par 0,8; augmenter de 20%, c'est multiplier par 1,2, et ce n'est pas l'opération inverse ; si A gagne 20% de moins que B, alors B gagne 25% de plus que A...), multiples formes d'évolutions temporelles comme exemples de fonctions (démographie, économie, inflation, croissance...), notion de variation et de variation relative, pyramide des âges, taux de natalité, de mortalité, de fécondité... La définition explicite et le simple calcul de ces quantités est un exercice de mathématique non trivial pour l'acquisition de plusieurs points du socle, et utile du point de vue citoyen.

Radioactivité et maths-physique-chimie-SVT : notion de demi-vie, calcul de la quantité restant au bout de 10 demi-vies, conséquences sur les diverses pollutions radio-actives; application à la datation d'objets anciens, au calcul de l'âge de la terre. Des documents détaillés, et connus d'une bonne partie des enseignants, existent déjà, avec des possibilités de TP.

Corrélation – causalité : le travail sur corrélation et causalité permet de développer l'esprit critique, et de démonter des pseudo-raisonnements courants.

L'homochiralité du vivant. L. Pasteur et les cristaux de tartrate, les isomères optiques + un prolongement éthique possible avec le cas de la thalidomide. Modalités : possibilité de mener des temps d'expérience : synthèse de cristaux ?

Les données, quels usages ? Variables corrélées et sens de cette corrélation. La régression linéaire et des exemples d'extrapolations abusives. Le data smog (noyade dans une masse immaîtrisable et non hiérarchisée d'informations). Comprendre que l'information ne vaut que si elle s'articule à une possibilité d'interprétation adéquate, à travers quelques exemples bien choisis. Protection des données.

Les croyances de groupes sont-elles soumises aux mêmes règles que les croyances des individus ? Paradoxes de Condorcet ; vote majoritaire, vote alternatif et règle de Borda.

Comment effectuer une évaluation sensorielle olfactive permettant de créer des parfums best-sellers ? Quel protocole ? Quel questionnaire ? Quel groupe de testeurs ? Quels outils à mobiliser ou à créer ? Quel traitement des données ?

• Les révolutions scientifiques

- Changement de paradigme, crise, anomalies et rupture. Temps de science normale, temps de science extraordinaire. Rôle des découvertes.
- Une révolution à traiter au choix ? A titre d'exemple :

- 1-Passage de l'astronomie de Ptolémée (cercles comparés, astronomie compliquée et inexacte, précession des équinoxes) à celle de Copernic. Anticipation de la solution avec Aristarque.
 - 2-Naissance de la mécanique quantique après une série de difficultés : la catastrophe ultraviolette, l'effet photoélectrique, les chaleurs spécifiques. La notion de quanton, le chat de Schrodinger et l'expérience des fentes d'Young quanton par quanton.
 - 3.-Naissance de la relativité : l'éther qui ne fut jamais au rendez-vous. Durée propre. Paradoxe des jumeaux de Langevin.
 - 4-Naissance de la chimie moderne, Lavoisier, le phlogistique, pesées, gaz et combustion.
- Modèles climatiques et différents scénari. Le GIEC. Notion de modèle. Différence entre météo et climat. Gaz à effet de serre. Remontée d'espèces. Erosion de la biodiversité : disparition des abeilles et pratiques agricoles...

b. Physique & mathématiques

Applications de la proportionnalité dans divers domaines de physique. Par exemple, capacité calorifique, vue comme coefficient de proportionnalité; relation entre la puissance d'un dispositif de chauffage et la chaleur emmagasinée au bout d'un temps T; cet exercice fait aussi travailler la relation Énergie/Puissance.

Manipuler des relations telles que :

- *énergie = puissance x temps: $E = P \Delta t$ ($\Delta = \text{Delta}$) : à P constant, E proportionnel à Δt*
- *distance = vitesse x temps : $D = V \Delta t$*
- *énergie = capacité thermique x variation de température : $E = C \Delta T$ ou $\Delta T = E/C$*

c. Informatique & mathématiques

Coût algorithmique : recherche dans une liste triée et non triée, tri (pour détermination d'une médiane ou de quantiles par exemple).

Prouver vs tester

Activités :

- *Exs de programmes informatiques prouvés (métro automatique) ;*
- *Notions de terminaison et correction de boucles*
- *Lien entre la notion de contre-ex en maths et le choix d'une donnée test à considérer en input car elle pourrait produire une erreur dans le programme, s'il est mal écrit. Par ex, un algorithme de recherche d'un élément e dans une collection d'éléments rangés dans un tableau est souvent mal écrit parce qu'on oublie de comparer le dernier élément du tableau avec l'élément cherché e (l'élève a peur d'aller trop loin dans le tableau et arrête trop tôt la boucle de recherche). Mettre alors dans le jeu*

des inputs à tester un tableau comportant l'élément cherché à la dernière place du tableau est alors judicieux.

- Faire le lien entre la preuve de programmes et la preuve mathématique, avec le lien jeu de test/contre exemple d'un côté, et programme certifié/preuve de l'autre, pour montrer qu'il n'y a pas qu'en maths qu'on cherche des preuves formelles.

Dessiner une courbe avec l'ordinateur :

Activité : Ecrire un algorithme de représentation graphique des points d'une fonction (par ex. fonction en escalier) ; tracer une courbe point par point.

Algorithmes et probabilités :

- *Activité 1* : Répétition d'expériences aléatoires (simulation) : lancer 1000 fois un dé non pipé. Compter la fréquence d'apparition de chaque nombre entre 1 et 6.
- *Activité 2* : Arbre probabiliste obtenu après répétition de lancers d'un dé non pipé (épreuve de Bernoulli). On s'intéresse à l'obtention d'un 6 (succès). Déterminer le nombre de chemins dans l'arbre qui réalisent deux succès avec 4 lancers. Quelle est la probabilité d'obtenir 2 succès avec 4 lancers (indépendants) ?
- *Prolongements possibles* :
 - lancer de deux dés, pour un exemple non trivial d'événement non équiprobable (il est plus difficile d'avoir 2 que 7 avec deux dés)
 - quelle est la probabilité de trouver une suite de 5 faces successifs dans une suite de 100 pile ou face consécutifs
 - étude d'une marche aléatoire (en tirant +1 /-1 à pile ou face) pour montrer que l'éloignement maximal à l'origine croît en racine de n , et pas en n . (c'est plus dur, mais en simulation, ça marche très bien).

d. Informatique & physique

Taille de mémoire (disques durs) et de données; notion de Ko, Mo, Go, To; taille de certains fichiers usuels (livre en pdf, image, film...).

Traitement des images : Manipuler les couleurs et logiciel de retouche d'images

Activité : Un exemple simple sur une image en noir et blanc, codée en 0/1 : on peut ajouter deux images mod 2, et si on ajoute deux fois de suite la même image, on revient au point de départ (ça permet par exemple un codage primitif d'un curseur).

Découverte d'un ordinateur

Activité : A travers la découverte élémentaire d'un smartphone, introduire les notions d'architecture (processeur, mémoires, périphériques etc), de système (Linux, Android etc) et de réseau (Internet, wifi). Aborder les questions de sécurité du stockage et de l'échange de l'information et de la protection des données personnelles.

Construire un petit robot

Trajectoire, confronter vidéo et trajectoire calculée

Activité : À partir d'une vidéo d'un objet en mouvement (ballon ou planète...). Écrire fonction (par ex en Python) qui renvoie la position à un temps donné. Intégration dans blender (par exemple) pour superposer image et courbe.

Sur la simulation (évolution d'un système)

Activité : simuler la puissance consommée en fonction du temps par un ensemble de consommateurs (particuliers, industriels) utilisant le réseau électrique selon des lois de probabilités (simples) données. Tester le comportement dans des cas limites simples et faire diverses vérifications (concernant la puissance min ou max consommée, la puissance moyenne).

Notions mises en jeu : puissance, énergie, algorithme de simulation, probas.

e. Informatique et biologie

Traduction d'une séquence d'ARN (algorithmique)

Activité : traduire une séquence d'ARN exprimée sur l'alphabet {A, C, G, U} des nucléotides, en une séquence protéines (exprimée sur l'alphabet des acides aminés) en utilisant la table de correspondance de chaque codon (triplet de nucléotides) en un acide aminé. On appelle cette table le code génétique.

f. Informatique

Conception de programmes —Notions fondamentales de la programmation Python

Activité 1 sur les boucles : Algorithme pour faire se déplacer un personnage sur un carré de côté k cases : répéter 4 fois [pour i allant de 1 à k avancer de 1 case ; tourner de 90° à gauche].

Activité 2 : recherche naïve d'un mot dans un texte.

Représentation dans un tableau d'une collection d'éléments

Activités : calcul de la taille de la collection, revenu annuel à partir du revenu mensuel, moyenne d'une liste de notes, compter le nombre de mots séparés par un blanc dans un texte.

Comparaison avec les principes de la programmation Scratch

Exemple d'activité : deux personnages se déplacent vers la droite sur un écran, partant du pixel 0 pour l'un, du pixel 30 à pour l'autre et veulent tous deux atteindre le pixel 80. Le premier se déplace d'un pixel à la première étape puis de 2 pixels à la 2^e étape, puis de 3 pixels à la 3^e étape et ainsi de suite. Le 2^{ème} personnage se déplace à chaque étape de 5 pixels. Quel est le

personnage qui arrive le premier ? Résoudre le problème de façon algorithmique et implémenter l'algorithme en Python et en Scratch. Exécuter les programmes et analyser les résultats.

Test - Jeu de tests

Activité 1 : Décider si le tirage de 3 dés est un 421.

Activité 2 : autour du calendrier. Tester un algorithme qui décide si une année est bissextile ou non : donner un ensemble de numéros d'années à tester pour s'assurer qu'on n'a pas oublié de cas et qu'on a traité chaque cas de façon correcte.

Activité 2 : tester un algorithme qui calcule les solutions de l'équation $ax^2 + bx + c = 0$ selon les valeurs des constantes a, b, c .

Activité 3 : on dispose d'un programme pour tester si trois nombres sont les longueurs possibles d'un triangle non dégénéré : fabriquer un jeu de tests pour un tel programme.

Algorithmique et structures de données — Coût des algorithmes

Exemple d'activité : compter le nombre de comparaisons effectuées par un algorithme de recherche du maximum d'un élément dans un tableau de n éléments vs un algorithme de recherche d'un élément dans un tableau de taille n . Dans le premier cas, le coût est toujours $n-1$, dans le second cas, il peut être de 1, ou de n , ou un nombre compris entre 1 et n (notion de complexité au mieux, au pire, toujours la même).

Algorithmes de recherche d'un élément dans un tableau d'éléments triés

Activité : étant donné un tableau T de n éléments triés en ordre croissant et un élément ELT , écrire et programmer un algorithme de recherche séquentielle de ELT dans T et un algorithme de recherche dichotomique de ELT dans T . Compter le nombre de comparaisons effectués dans les deux cas ; faire varier la valeur de n , le tableau T et ELT .

Algorithmes de traitement de chaînes de caractères :

Activité 1 : codage de César. Notion de clé de décalage (qu'on s'échange). Ecrire un algorithme de cryptage(/ décryptage) connaissant la clé. Tableau de fréquence des lettres en français : trouver la clé en comptant le nombre d'occurrences des lettres dans un texte dont on sait qu'il est codé avec le code de César.

Activité 2 : traduire une séquence d'ARN exprimée sur l'alphabet A, C, G, U en une séquence de protéines (exprimée sur l'alphabet des acides aminés) en utilisant une table de correspondance de chaque codon en un acide aminé.

Algorithmes de tris :

Activité : on considère un programme de tri insertion d'un tableau de n éléments qui est déjà écrit et commenté. On ajoute un compteur du nombre de comparaisons. On exécute le programme avec différentes (grandes) valeurs de n et différents tableaux en ordre quelconque et on observe les valeurs obtenues $compt1(n)$ pour le compteur. On recommence avec les mêmes tableaux mais avec un autre tri « plus rapide », par exemple le tri rapide ou le tri fusion

(pris dans une librairie, sans chercher à l'écrire ou même à le comprendre), et on obtient $\text{compt2}(n)$. On peut alors reporter les valeurs de $\text{compt1}(n)$ et $\text{compt2}(n)$ en fonction des valeurs de n dans un graphique.

Structure de données — Structures de liste, pile, file

Activité : Compter le nombre d'opérations élémentaires à faire pour une addition et une multiplication de nombres de n chiffres.

Structures arborescentes

Activité 1 : dans une organisation de sections et sous-sections sous forme numérotée (1.1.5.3, 3.7.2 etc) combien de déplacements dois-je faire pour arriver à la bonne sous-section (e.g. 2.4.6.2) ? [notion de parcours dans un arbre de recherche]

Activité 2 : arbre probabiliste obtenu après répétition de lancers d'un dé non pipé (épreuve de Bernoulli). On s'intéresse à l'obtention d'un 6 (succès). Déterminer le nombre de chemins dans l'arbre qui réalisent deux succès avec 4 lancers. Quelle est la probabilité d'obtenir 2 succès avec 4 lancers (indépendants) ?

Graphes

Activités : s'intéresser à quelques mesures (e.g. nombre moyen de voisins d'un nœud dans un réseau social ; nœuds accessibles à partir d'un nœud donné - si on rajoute un lien entre deux nœuds de deux sous-réseaux non connectés entre eux, que se passe-t-il ? ; Comprendre le phénomène de l'information virale et calculer le nombre de personnes atteintes.

Représentation des données

Activité : exs de bugs célèbres : du Pentium (division en virgule flottante, Intel 1994) ; bug du vol 501 d'Ariane 5 (dépassement d'entier dans les registres mémoire des calculateurs électroniques)

Notion de fichier

Activité : proposer une organisation arborescente d'une liste de fichiers en regroupant en dossiers ceux qui appartiennent à une même catégorie (notion de classification) ; déplacer un fichier dans un autre répertoire et donner la nouvelle arborescence.

Base de données

Activité : Base de données de films. On veut stocker des informations sur des films : titre du film, année de sortie, nom et prénom du réalisateur, date de naissance du réalisateur.

Quels sont les inconvénients à regrouper toutes les informations dans une seule table ?

Comment structurer de manière à éviter les problèmes de redondance et de mises à jour ?
Comment être sûr qu'on n'a pas perdu d'information ?

Web

Activité : modifier le blog de la classe (créé par ex à l'aide d'un système de gestion de contenu tel que WordPress). Comprendre les enjeux de la publication sur Internet.

Architecture, système et réseau

Activité : À travers la découverte élémentaire d'un smartphone, comprendre les notions d'architecture (processeur, mémoires, périphériques etc), de système (Android etc) et de réseau (Internet, wifi). Aborder les questions de sécurité du stockage et de l'échange de l'information et de la protection des données personnelles.

Robotique

Activité 1 : programmer un robot qui se déplace dans un labyrinthe (fait en CE2 avec des Dash)

Activités : toutes celles faites en primaire ou en collège avec les robots Thymio ou Dash ou ... (cf 1.2.3. Codez).

g. Mathématiques

Lien algèbre/géométrie : interprétation géométrique de la somme et du produit, de la distributivité, des identités remarquables, droites et applications linéaires; distance entre deux points dans un quadrillage (distance de Manhattan) et Pythagore. Si la résolution de l'équation du premier degré est au programme du collège, l'expérience montre que les élèves de lycée ont du mal à reconnaître les situations qui en relèvent.

Pour illustrer la différence entre fonction affine et linéaire

Le montant (M) des factures d'eau, électricité ou gaz n'est pas proportionnel à la consommation (C) car il comprend une part fixe liée à l'utilisation du réseau de distribution (F) et on a plutôt $M = k C + F$.

Pour une relation affine $y = a x + b$, on a une relation linéaire entre la *variation* de y et celle de x , $Dy = a Dx$ ($D = \Delta$), ce qu'on peut utiliser pour effectuer une opération importante : **extrapoler ou interpoler** (linéairement). On pourrait illustrer cela avec la hauteur d'eau d'une rivière en crue (la Seine en juin 2016 par exemple : "quelle sera la hauteur H demain si la montée a lieu au même rythme cad si le taux de variation de H reste constant ?" ou encore "à quelle date la hauteur H va t-elle atteindre une hauteur H_0 donnée ?")

Pour manipuler les puissances de 10

- situer les ordres de grandeur de distance, temps, masse ... en allant, à partir de notre échelle ($\approx 1m, 1s, 1 kg$), vers l'infiniment grand (milliards d'années lumière) ou vers l'infiniment petit (taille des noyaux atomiques : le fermi). Introduire les termes pour désigner multiples et sous-multiples utilisés aussi bien en physique qu'en info pour les multiples (MO, GO ...): kilo, mega, giga, téra ..., milli, micro, nano, pico ...
- convertir des unités : par exemple sur les grandeurs "énergie" ou puissance. $1 kW.h = 10^3 W. 3600 s = 3.6 \cdot 10^6 W.s = 3.6 \cdot 10^6 J = 3.6 MJ$